

LAS MEJORES PRÁCTICAS AGRÍCOLAS RELACIONADAS CON LA ENERGÍA



Guía

para granjas lecheras



Septiembre de 2022



NEW
YORK
STATE

NYSERDA

Guía de las mejores prácticas relacionadas con la energía para granjas lecheras

En el ámbito de la agricultura, las tecnologías, los procesos y las prácticas eficientes en el consumo de energía crean oportunidades para optimizar el uso energético y reducir los costos operativos. Esta guía con las mejores prácticas brinda información sobre energía para que las granjas agrícolas comprendan mejor el consumo de energía en la agricultura, las tecnologías eficientes en el consumo de energía, los modos alternativos de operación y las prácticas que optimizan el consumo de energía y, de este modo, ayudarles a tomar decisiones de inversión acertadas y a incorporar eficiencia energética en las prácticas diarias.

Presentado por:



NYSERDA

Autoridad de Investigación y Desarrollo de Energía del Estado de Nueva York (NYSERDA)

La NYSERDA, una corporación de beneficio público, ofrece información y análisis objetivos, programas innovadores, experiencia técnica y apoyo para ayudar a los neoyorquinos a aumentar la eficiencia energética, ahorrar dinero, usar energía renovable y reducir la dependencia de los combustibles fósiles.



Soluciones energéticas para granjas modernas

EnSave es una empresa de servicios de energía para agricultores comprometida con ayudar a sus clientes a lograr sus objetivos en lo que respecta a la conservación de recursos. Durante sus 30 años de historia, EnSave ha diseñado e implementado programas de reducción de energía y gases de efecto invernadero para empresas de servicios públicos de energía, agencias federales, gobiernos estatales y cooperativas agrarias.

Tabla de contenido

Introducción	2
Fundamentos del consumo de energía	2
Análisis y auditorías de consumo de energía	2
Conservación de energía	3
Eficiencia energética	3
Consumo de energía en granjas lecheras	4
Oportunidades y uso habitual de la energía en una granja lechera	4
Estudio de caso de productos lácteos de Nueva York	6
Proyectos de conservación y eficiencia energética	8
Iluminación en zonas agrícolas	8
Recomendaciones sobre los niveles de luz	8
Selección e instalación de la iluminación	9
Equipo de ordeño	11
Enfriamiento y almacenamiento de leche	12
Calentadores de agua	15
Ventiladores	17
Usos de motores, ventiladores y bombas	20
Bebedores	23
Calefacción de edificios	24
Lavadoras	26
Gestión del tiempo de consumo	28
Energía renovable	29
Recursos para agricultores	30
Programas y oportunidades de financiamiento de proyectos	30
Programa de Auditoría de Energía para la Agricultura de NYSERDA	30
Programa para Construcciones Comerciales Nuevas de NYSERDA	31
Programas de servicios públicos del estado de Nueva York	31
Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS)	32
Desarrollo rural	32

Introducción

Las granjas lecheras tienen uno de los consumos de energía más altos de todos los tipos de agricultura. Afortunadamente, existen muchas tecnologías que los agricultores pueden implementar en la granja para reducir significativamente el consumo de energía y los costos de los servicios públicos. Algunas de estas tecnologías también pueden mejorar la comodidad de las vacas y los procesos de producción agrícola.

Fundamentos del uso de la energía

La pirámide de energía proporciona una forma útil de analizar la administración de energía en su granja. En la base, la pirámide presenta las opciones más fáciles y rentables.

Un enfoque rentable para reducir los costos en energía

Los productores de lácteos que buscan minimizar sus gastos de energía de manera rentable deben seguir la pirámide energética cuando identifiquen oportunidades para ahorrar costos de energía.

Se utiliza un análisis o auditoría de energía inicial para evaluar el consumo de energía en agricultura y las oportunidades de ahorro de costos antes de realizar cualquier inversión. El objetivo de este análisis es identificar los proyectos de conservación de energía y eficiencia energética más efectivos para reducir la energía total necesaria en la granja.

Una vez que se ha minimizado el consumo de energía, a veces se puede utilizar la gestión del tiempo de consumo para reducir el costo de la energía de la empresa de servicios públicos de electricidad. Esto se puede determinar con una revisión de las categorías de tarifas de servicios públicos junto con los tiempos de funcionamiento de los equipos agrícolas y el consumo de energía. Finalmente, una vez que se ha minimizado el consumo y el costo de la energía, se puede realizar una evaluación de energía renovable para determinar la viabilidad, el tamaño y la rentabilidad de los sistemas de energía renovable.

Hay muchas prácticas bien establecidas que reducen el consumo total de energía en las granjas lecheras. Esta guía se enfoca en los tres niveles inferiores fundamentales de la pirámide de energía, e incluye pasos e información para los dos primeros una vez completados.

Pirámide de energía



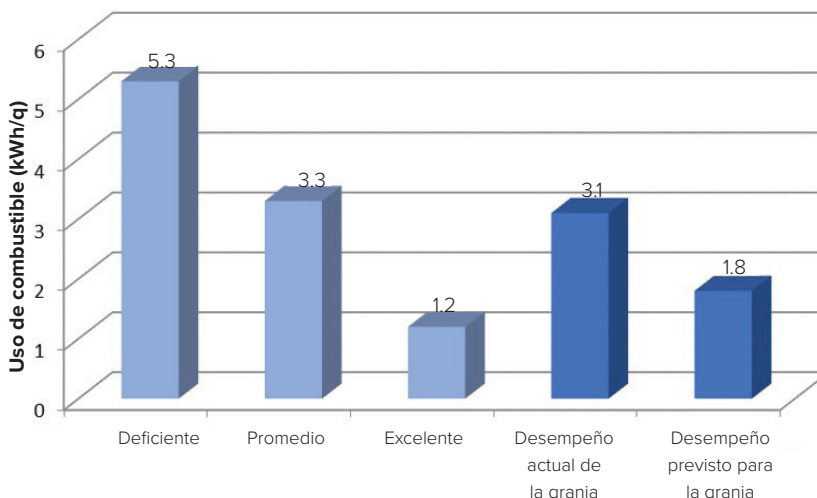
EnSave, Inc. © 2011

Análisis y auditorías de consumo de energía

Cada granja tiene diferentes oportunidades a la hora de ahorrar energía. Una auditoría del consumo de energía es una forma de comprender el perfil energético único de su granja y las posibilidades de ahorro de costos. Este puede ser un primer paso hacia la reducción del consumo de energía. La sección **Proyectos de eficiencia y conservación de energía** proporciona una lista de las mejores prácticas para reducir el consumo de energía.

El consumo de energía en una granja se puede calcular en función de cuánta energía se usa por quintal de leche producida. Las granjas de tipo y tamaño similar en climas comparables deben tener un consumo energético similar. En conjunto, se pueden evaluar para determinar el uso promedio de energía y el ahorro de costos una vez que se implementan las mejores prácticas. La Imagen 1 muestra la energía eléctrica total utilizada (kWh) por quintal (q) de leche de granja. En este ejemplo, el rendimiento energético actual de la granja se compara con el rendimiento previsto para después de que se hayan instalado las medidas de conservación y eficiencia energética, y también se compara con otras granjas con un rendimiento deficiente, promedio y excelente. El objetivo del análisis de energía es determinar cómo una granja puede pasar de tener un consumo de energía promedio a uno que sea lo más eficiente posible.

Imagen 1. Ejemplo de comparación de consumo de energía en la agricultura.



Conservación de energía

La conservación de energía es un cambio en los procesos o en los equipos que genera un consumo menor de energía. La mayoría de las medidas de conservación de energía son medidas simples que usted puede implementar en sus instalaciones actuales para reducir el consumo de energía. Un ejemplo de medidas de conservación para los sistemas de iluminación y calefacción de la granja es apagar las luces cuando salga de la habitación, bajar el termostato o usar temporizadores y sensores de movimiento. El sistema de cada granja presenta diferentes formas para conservar energía. Por lo general, las medidas de conservación son de bajo costo, o bien, no tienen ningún costo, pero es posible que con ellas no se ahorre tanta energía como con los equipos eficientes en energía.

Conservación de energía

Mejoras de proceso: a veces, la energía se puede conservar cambiando el orden o el método de trabajo. Por ejemplo, utilizar luz solar y ventilación natural ahorrará en costos de energía asociados con la iluminación y la refrigeración. También puede conservar energía utilizando el calor residual de un proceso para agregar calor a otro proceso.

Reducción de las horas de funcionamiento del equipo: cualquier cosa que esté enchufada o encendida consume energía. Apagar ese equipo y hacerlo funcionar solo cuando sea necesario reduce las horas de funcionamiento del equipo y ahorra energía.

Uso de interruptores, temporizadores y controles basados en sensores: los temporizadores y sensores son excelentes para la conservación de energía y son pequeñas inversiones que pueden ahorrar dinero sin tener que acordarse de hacer las cosas de manera diferente. Cualquier dispositivo que esté consumiendo energía cuando está inactivo puede ser una oportunidad para incluirle interruptores automáticos. Cualquier artefacto que pueda controlarse con luz, oscuridad, movimiento, temperatura, niveles de fluidos y otras condiciones ambientales puede ser una oportunidad para incluirle controles automáticos. Un área de la granja que solo se usa durante ciertas horas del día o por períodos breves es una oportunidad para incluir sensores de movimiento, atenuadores y temporizadores, especialmente, para iluminación. Puede usarlos en entradas, pasillos y áreas de almacenamiento. Los sistemas de calefacción y refrigeración presentan oportunidades para incluir controles basados en la temperatura y un cronograma. Las opciones de control remoto también están disponibles para algunos equipos, como luces y termostatos, y se pueden encender, apagar o regular desde un teléfono inteligente o una computadora.

Mantenimiento: realizar con frecuencia un servicio técnico y el mantenimiento de estructuras y equipos es el mejor caso para una operación eficiente y una larga vida útil. Esto incluye varios motores, bombas y equipos de refrigeración, así como componentes no mecánicos, como aislamiento, sellado contra la intemperie e iluminación.

Eficiencia energética

La eficiencia energética refiere a la reducción del consumo de energía al cambiar el diseño de un equipo o sistema por otro más eficiente. El sistema de cada granja presenta diferentes formas de eficiencia energética. Reemplazar las luces o el horno por un modelo más eficiente, reconfigurar un sistema para hacer la misma tarea con menos energía o cambiar a una fuente de combustible más eficiente son ejemplos de reducción del consumo de energía sin reducir la cantidad ni la calidad de los productos de la granja. Esta guía contiene muchas recomendaciones para hacer mejoras y obtener eficiencia energética. Por lo general, las medidas de eficiencia energética son costosas, pero vale la pena incurrir en esos costos porque obtendrá más ahorros de energía que generan un retorno de la inversión rápido y, a menudo, brindan otros beneficios, como mejores condiciones de trabajo.

Eficiencia energética

Actualizaciones de equipos: la tecnología está cambiando y mejorando de manera permanente, y existen muchas opciones para reducir los costos de energía mediante la instalación de estas tecnologías nuevas. A menudo, esto se hace cuando el equipo llega al final de su vida útil, pero dependiendo de la antigüedad y el tipo de equipo, puede valer la pena hacer la inversión para cambiar el equipo antes de que falle, dado que los ahorros en costos de energía son altos. El tiempo que tardan los ahorros de energía en amortizar el costo del equipo se llama período de retorno de inversión. Una vez que se alcanza el período de retorno de inversión, todos los ahorros de energía se destinan al resultado final de la granja.

Mejoras en el diseño del sistema: a veces, cambiar el diseño de un sistema puede generar ahorros en energía significativos. Por ejemplo, agregar una unidad de recuperación de calor/refrigeración a un proceso de enfriamiento permite la extracción del calor eliminado que puede usarse para otros fines. En una granja lechera, la recuperación de calor se puede realizar utilizando el proceso de enfriamiento de la leche para precalentar el agua caliente para su uso en saneamiento u otros procesos.

Cambio de la fuente de combustible: cambiar a una fuente de combustible que opere el equipo de manera más eficiente, es decir, un combustible más rentable, puede generar ahorros significativos. Los ahorros reales varían según la disponibilidad de la fuente de energía regional y el costo de conexión a la fuente de combustible nueva, lo que debe tenerse en cuenta al actualizar el equipo. Los ejemplos de cambio de combustible incluyen cambiar de petróleo a gas natural o propano, o de cualquier combustible fósil a electricidad.

Consumo de energía en granjas lecheras

En la granja existe una variedad de usos de energía que pueden beneficiarse de los proyectos de conservación y eficiencia. En algunos casos se puede ahorrar más energía que en otros, pero analizar toda la granja ayudará a planificar el futuro. Comprender el consumo de energía de toda la granja es un primer paso crítico para optimizar la eficiencia de producción y minimizar los costos operativos.

Oportunidades de eficiencia y conservación de energía en la agricultura



Iluminación de las instalaciones



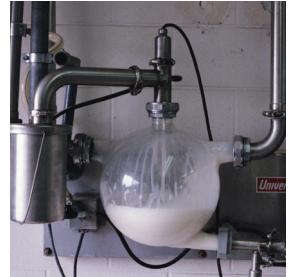
Calefacción, refrigeración y ventilación de las instalaciones



Recolección de leche



Enfriamiento y almacenamiento de leche



Procesamiento de leche



Riego y producción de cultivos



Tractores y equipamiento



Manejo y almacenamiento de alimentos y agua



Separación y manipulación de estiércol



Generación de energía en el sitio

Oportunidades y uso habitual de la energía en una granja lechera

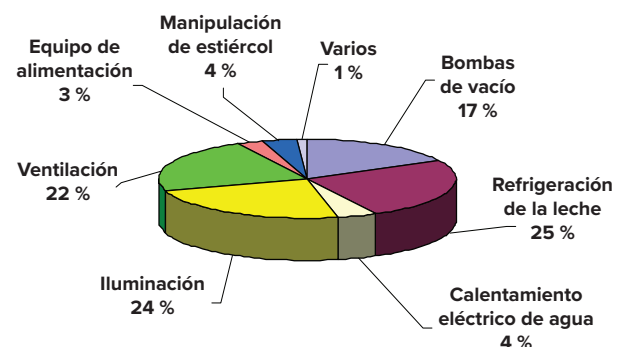
En Nueva York, las granjas lecheras tienen varios casos clave en los que se pueden hacer mejoras energéticas. La Imagen 2 describe el uso habitual de energía por equipo o proceso agrícola. Cada uno de ellos representa un ahorro potencial significativo de energía.

La Tabla 1 proporciona un resumen de las mejores prácticas relacionadas con la energía y de los beneficios de las granjas lecheras de Nueva York en cada categoría de consumo de energía. El porcentaje de ahorro promedio describe cuánto ahorra una granja convencional en los costos anuales de energía al realizar la mejora recomendada. Este porcentaje es la reducción en el costo de la energía del equipo que normalmente se usa para el mismo propósito, no del costo total de energía de la granja. Además, algunos cambios interactúan, por lo que los ahorros no siempre se suman. Por ejemplo, si se agrega una unidad de variación de frecuencia (VFD) a un motor y el motor se actualiza a un modelo de alta eficiencia, el consumo de energía del sistema nuevo se basa en cómo funcionan juntas las dos partes, no en agregar las estimaciones de reducción individuales de cada uno.

El valor de realizar las medidas recomendadas se estima en el período de retorno de inversión. El período de retorno de inversión equivale a la cantidad de años de ahorro de energía que se necesitan para cancelar la inversión inicial requerida para realizar la mejora. Una vez que se logra el período de retorno de inversión, los ahorros anuales en costos de energía se computan directamente en el resultado final de la inversión.

En esta guía se describe en detalle cada una de estas posibles mejoras, incluido el diseño del sistema y las recomendaciones respecto del equipo. Para todas las categorías de consumo de energía en el ámbito agrícola, también se proporcionan las mejores prácticas de bajo costo y mantenimiento. Se incluyen referencias a las pautas de selección de equipos y agencias independientes de calificación de eficiencia de desempeño; sin embargo, cada uso deberá evaluarse de manera individual para determinar la marca y el modelo exactos apropiados.

Imagen 2. Consumo de energía en granjas lecheras en Nueva York. Fuente: Informe resumido de la auditoría sobre energía de la granja lechera NYSERDA, 2003.



Deberá trabajar con un distribuidor o fabricante de equipos para la selección final y para obtener la información de instalación, pero los recursos de la agencia de calificación de eficiencia se pueden usar para comparar la marca y el modelo de varios equipos para determinar cuál ahorrará más energía. La parte posterior de esta guía incluye recursos adicionales sobre servicio técnico y procesos, oportunidades de financiamiento y más.

Tabla 1. Resumen de las mejores prácticas recomendadas para conservación de energía y eficiencia energética.

Descripción	Mejoras potenciales	Ahorros generales (promedio de reducción del costo de energía)*	Retorno de inversión típico (años)*
Iluminación en zonas agrícolas	Actualizar a una tecnología de iluminación LED de alta eficiencia	60 %–80 %	2.5
	Instalar controles de iluminación, como temporizadores y sensores	30 %–50 %	2
Equipo de ordeño	Agregar una unidad de variación de frecuencia (VFD) a la bomba de vacío de leche	50 %–60 %	3.5
Equipos de enfriamiento y almacenamiento de leche	Agregar preenfriador de leche	20 %–60 %	3
	Agregar una unidad de variación de frecuencia (VFD) a la bomba de transferencia de leche	5 %–15 %	4.5
	Actualizar el compresor/condensador de refrigeración de tanque a granel por una tecnología de alta eficiencia, como un compresor en espiral	15 %–20 %	6
	Agregar una unidad de recuperación de calor al sistema de refrigeración de tanques	20 %–60 %	3
Calentadores de agua	Instalar aislamiento en las tuberías	3 %–4 %	12.5
	Actualizar a calentadores de agua de alta eficiencia	10 %–50 %	5
	Utilizar la recuperación de calor del sistema de enfriamiento de la leche	20 %–60 %	3
Circulación de aire y extractores	Actualizar los ventiladores de circulación por ventiladores de alta eficiencia	20 %–35 %	8
	Reemplazar los ventiladores de circulación por ventiladores de baja velocidad y alto volumen (HVLS) cuando corresponda	50 %–65 %	8
	Actualizar extractores por ventiladores de alta eficiencia	20 %–30 %	8
	Instalar controles automáticos de ventiladores, programe horarios	5 %–12 %	3
Motores de varios usos	Actualizar los motores de inducción de CA por modelos con clasificación NEMA Premium®	2 %–5 %	9
	Actualizar motores pequeños por modelos ECM	65 %–75 %	3
	Instalar controles de motor para usos con cargas de motor variables	50 %–80 %	3
	Instalar el control del temporizador en los calentadores del bloque del motor	65 %–90 %	1
	Convertir motores de combustión interna en motores eléctricos	20 %–50 %	4.5
Bebedores	Instalar bebederos sin energía o de bajo consumo	40 %–100 %	3.5
Calefacción de edificios	Instalar aislamiento en edificios y coloque sellador alrededor de las aberturas	3 %–15 %	3.5
	Instalar controles de temperatura automáticos, programar horarios	5 %–12 %	4.5
	Instalar cortinas de tiras o cortinas de aire	10 %–40 %	3
	Actualizar los calentadores de espacios por modelos de alta eficiencia	5 %–30 %	7.5
Lavadoras	Actualizar por lavadora con ozono	40 %	½ a 1
	Actualizar por lavadora de uso comercial y de alta eficiencia	25 %	6.5

*Consulte las explicaciones de ahorros promedio y retorno de la inversión en la descripción de la sección.

Estudio de caso de productos lácteos de Nueva York

El siguiente es un ejemplo real de una granja lechera de tamaño mediano en Nueva York que ahorrará, aproximadamente, \$8,000 por año en costos de energía al invertir en mejoras energéticas en su granja. Si bien se necesitará una inversión inicial para realizar estos ahorros, en menos de siete años esta inversión se habrá amortizado a través de la reducción de los costos de energía. Dentro de diez años, obtendrán una ganancia neta estimada de alrededor de \$43,500, y seguirán ahorrando aproximadamente \$8,000 cada año a partir de entonces. En el momento de la auditoría, los reembolsos de eficiencia energética estaban disponibles a través del proveedor de servicios públicos (National Grid) y el Programa de Incentivos de Calidad Ambiental de los Servicios de Conservación de Recursos Naturales (NRCS), lo que redujo, aún más, el costo de inversión y la duración del retorno de inversión.

La granja lechera de 500 acres ordeña 175 vacas dos veces al día y produce alrededor de 9,600 lb de leche al día. La propiedad cuenta con tres graneros, un taller y una residencia. La mayor parte del equipo de ordeño se instaló en 1994. Cuando la granja se enteró de la posibilidad de ahorrar costos de energía a través del Programa de Auditoría de Energía para Zonas Agrarias de NYSERDA, quisieron aprender más sobre el proceso y los beneficios potenciales. También estaban interesados en conocer las mejores opciones para actualizar algunos de sus equipos antiguos y mejorar la productividad.



Granja lechera.

Después de hablar con un representante del programa, decidieron realizar una auditoría de energía para zonas agrarias para identificar oportunidades clave para ahorrar energía, realizar configuraciones óptimas del sistema y seleccionar equipos.

En el informe de auditoría se indicaron varias medidas de ahorro de energía y costos, junto con recomendaciones sobre inversión en equipos y cambios operativos que reducirían los costos operativos y actualizarían sus sistemas. La Tabla 2 proporciona un resumen de las recomendaciones indicadas en la auditoría, los costos de inversión estimados y los ahorros anuales. Al igual que con muchas granjas lecheras, la instalación de iluminación de diodos emisores de luz (LED) de larga duración y alta eficiencia y el cambio de la configuración del sistema de enfriamiento de la leche proporcionarían ahorros significativos con períodos de retorno de inversión relativamente cortos. Se evaluaron otras tecnologías, como los ventiladores de circulación, pero el análisis reveló que son energéticamente eficientes, por lo tanto, no se hicieron recomendaciones al respecto.

Las tecnologías y las recomendaciones se analizan en detalle en las siguientes secciones. Este estudio de caso ilustra algunas de las potenciales oportunidades de ahorro de energía. Cada granja es única y debe analizarse caso por caso, que es exactamente lo que ofrece la auditoría de energía.

Tabla 2. Recomendaciones para el ahorro de energía, por ejemplo, en una granja lechera de Nueva York.

	Recomendaciones sobre mejoras	Promedio anual Ahorros en electricidad (kWh)	Ahorro en el costo anual estimado (\$)	Costo estimado de instalación (\$)	Retorno de inversión estimado (años)
1	Reemplazar la iluminación incandescente, fluorescente y HID en toda la granja por iluminación LED	10,300	\$1,440	\$4,900	3.4
2	Reemplazar el compresor de tipo alternativo existente en los tanques de enfriamiento de leche por un compresor en espiral	7,500	\$1,050	\$13,900	13.2
3	Agregar un enfriador de placas al sistema de enfriamiento de leche	11,300	\$1,580	\$8,450	5.3
4	Instalar un controlador de velocidad variable en la bomba de vacío de ordeño	6,700	\$950	\$10,000	10.5
5	Instalar una bomba de transferencia de leche con controlador de velocidad variable	3,200	\$450	\$4,950	11.0
6	Instalar un bebedero de bajo consumo	1,400	\$195	\$600	3.1

Recomendaciones sobre mejoras		Promedio anual Ahorros en propano (galones)	Ahorro en el costo anual estimado (\$)	Costo estimado de instalación (\$)	Retorno de inversión estimado (años)
7	Instalar aislamiento en las tuberías de agua caliente en toda la granja	89	\$240	\$160	0.7
8	Reemplazar los calentadores de agua existentes por calentadores de agua eficientes	248	\$675	\$3,750	5.6
9	Instalar una unidad de precalentamiento para recuperar el calor residual del sistema de enfriamiento de la leche y precalentar el agua caliente sanitaria	602	\$1,630	\$5,950	3.7
TOTALES: ahorro de costos anual, costo total de instalación y período de retorno de inversión de la mejora combinado		–	\$8,210	\$52,660	6.4

Proyectos de conservación y eficiencia energética

Iluminación en zonas agrícolas

La actualización a una iluminación con más eficiencia energética y la regulación de los accesorios de iluminación se encuentran entre las formas más comunes y rentables de ahorrar energía en las granjas lecheras. Actualizar la iluminación también puede ser una oportunidad para mejorar las condiciones de trabajo y aumentar potencialmente la productividad de las vacas. Si bien puede parecer práctico reemplazar las bombillas y los accesorios a medida que se quemaron con el tiempo, en muchos casos es más rentable realizar una inversión proactiva y actualizar todos los sistemas de iluminación lo antes posible.

Actualmente, la tecnología de iluminación LED es la opción tecnológica más práctica para obtener eficiencia energética y la mejor calidad de iluminación. Hay muchos tipos de luminarias y bombillas LED disponibles que se han diseñado para satisfacer la mayoría de las necesidades de iluminación y los entornos operativos. Las bombillas LED duran más que cualquier otra tecnología y, a menudo, vienen con garantías del fabricante, lo que las convierte en la mejor relación valor-precio a largo plazo. Organizaciones como EnergyStar® y DesignLights Consortium® (DLC) brindan pruebas y clasificaciones independientes de productos LED y ofrecen guías para seleccionar los mejores y más eficientes artefactos.



Recomendaciones sobre los niveles de luz

La Sociedad Estadounidense de Ingenieros Biológicos y Agrícolas ha desarrollado recomendaciones de niveles de iluminación para las áreas comunes de las granjas lecheras con el fin de garantizar que la iluminación sea adecuada para las tareas laborales, la comodidad de los animales y la productividad óptima de los animales. Estas recomendaciones, comúnmente conocidas como adecuación de la iluminación o recomendaciones sobre iluminación, se dan en unidades de pie-candela (unidades inglesas) o lux (unidades métricas), que describen la cantidad de luz que mide un fotómetro en determinada área de trabajo. La Tabla 3 indica el nivel de luz recomendado para varias áreas de trabajo en la granja.

Tabla 3. Recomendaciones sobre el nivel de luz (iluminancia) para lácteos. Fuente: Sanford, *Energy-Efficient Agricultural Lighting (Iluminación con Eficiencia Energética en la Agricultura)*, 2003.

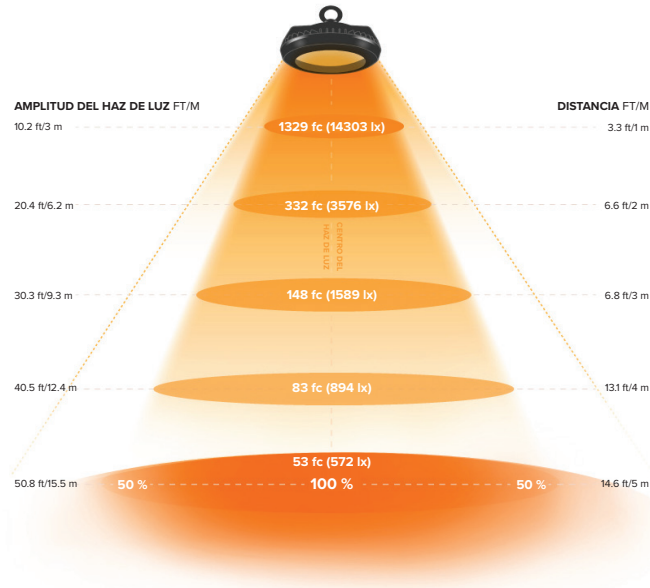
Ubicación	Niveles de luz recomendados en pie-candela	Niveles de luz recomendados en lux	Ubicación	Niveles de luz recomendados en pie-candela	Niveles de luz recomendados en lux
Áreas externas activas	De 3 a 5	De 32 a 54	Sala de ordeño	20	200
Seguridad exterior	½ a 1	De 5 a 10	Recinto del operador (en la ubre)	50	500
Taller de la granja/ área de reparación	50	538	Sala de leche	20	200
Establo libre	20	200	Área de lavado	100	1000
Establo con amarre (callejón de alimentación)	20	200	Interior del tanque a granel	100	1000
Establo con amarre (callejón central)	De 20 a 50	De 200 a 500	Zonas de carga y almacenamiento	20	200
Área general de cuidado de animales	20	200	Área de oficina en el escritorio	50	500
Establecimiento ganadero general	10	100	Baños	20	200
Área de tratamiento o cirugía	100	1000	Lavadero	20	200
Zona de contención	De 10 a 20	De 100 a 120	Almacenamiento de máquinas	10	100

Al seleccionar bombillas, instalar o actualizar accesorios y mantener la iluminación a lo largo del tiempo, se tienen en cuenta varias puntos para garantizar que se logre la especificación de pie-candela en cada área de trabajo. Si se ha realizado una auditoría de energía en la granja, se harán recomendaciones para lograr estos niveles de luz. Algunos proveedores

de iluminación para granjas lecheras proporcionarán un análisis del nivel de iluminación como parte de su consulta inicial. También puede hacer su propia evaluación midiendo los niveles de luz de pie-candela (o lux) en las diversas áreas de trabajo, y hacer los cambios necesarios. Los medidores de luz básicos son relativamente económicos.

Selección e instalación de la iluminación

Al analizar los sistemas de iluminación, las características más importantes son la calidad de la luz y la eficiencia energética. Existen varias formas de cambiar la iluminación en las áreas de trabajo para ahorrar energía y cumplir con las recomendaciones de adecuación del nivel de luz. Por lo general, eso significa cambiar la tecnología de iluminación o la clasificación de las bombillas, pero el diseño y el mantenimiento de las bombillas también pueden brindar oportunidades sencillas de ahorro de costos. La calidad de la instalación luminaria también está influenciada por el color y la uniformidad de la luz, el deslumbramiento y los reflejos de las superficies.



Ejemplo de patrón de iluminación para luminaria LED.
Crédito: [SuperBrightLEDs](#).



Use un medidor de luz para la adecuación de la iluminación de la lechería.

Las granjas lecheras más antiguas pueden requerir accesorios e iluminación adicionales para cumplir con las recomendaciones mínimas de nivel de luz. El uso de tecnología LED de bajo consumo para estas mejoras minimizará el impacto de los costos de energía adicionales de los accesorios y, si se hace como parte de una actualización completa de la iluminación de las instalaciones, también puede representar un ahorro general de costos. Se ha demostrado que cumplir con las recomendaciones de luz mínima aumenta la productividad de las vacas y es más cómodo para los trabajadores, lo que también agrega valor a la granja.

Actualizaciones de equipos de iluminación agrícolas: consideraciones clave

Opciones de tecnología: las opciones de iluminación energéticamente eficientes más comunes y prácticas en la actualidad son los dispositivos de diodos emisores de luz (LED). Están disponibles en muchas formas y tamaños y están diseñados para reemplazar tecnologías más antiguas en la mayoría de los usos. La tecnología de iluminación LED ha avanzado tan rápidamente durante la última década que los LED más antiguos a menudo se pueden reemplazar de manera rentable con iluminación LED de nueva generación.

Grado de brillo: el grado de brillo de la bombilla o del accesorio lo proporciona el fabricante de la bombilla y se mide en lúmenes. Los lúmenes son la cantidad real de luz que produce la bombilla, independientemente de la cantidad de energía (vatios) que consume para hacerlo. Cuanto más altos son los lúmenes, más brillante es la bombilla. Debido a que muchas personas están acostumbradas a tecnologías más antiguas y piensan en el brillo en términos de vatios, muchos fabricantes de iluminación LED también brindan un «grado de vatios equivalentes incandescentes». Para conservar energía, use solo el brillo necesario para la tarea.

Eficiencia energética: la eficiencia del consumo de la energía de iluminación se clasifica en lúmenes por vatio. Cuanto mayor sea la cantidad de lúmenes por vatio, más eficiente será la bombilla. Para calificar para los reembolsos, muchos programas requieren que las bombillas y los accesorios figuren en la lista de EnergyStar® o DesignLights Consortium®.

Protección del medio ambiente: tenga en cuenta a dónde se ubicará la luz y si debe estar en una carcasa impermeable o protegida de la suciedad y el polvo. Algunas luces vienen con protección ambiental, mientras que otras se pueden instalar dentro de un cerramiento protector. Verifique que el rango de temperatura de iluminación sea apropiado para el uso.

Forma de la bombilla, temperatura de color y calidad de la luz: estos factores afectan cómo se propagará la luz en toda la habitación. La iluminación LED viene en una gama de opciones y debe elegirse según sea apropiado y atractivo para el uso previsto.

Ciclo de vida y calificaciones de calidad: los productos LED varían ampliamente entre los fabricantes. Al seleccionar productos de iluminación, compare la vida útil nominal, las garantías del fabricante y las calificaciones de calidad. Los laboratorios de pruebas independientes como EnergyStar® o DLC cuentan con una lista de productos que cumplen con los estándares de alta calidad y eficiencia. Son una buena opción y, a menudo, un requisito para calificar para los reembolsos.



Ejemplo de luz LED de alta intensidad con accesorio reflectante.



Controladores de iluminación para instalaciones y usos múltiples.

Opciones de bajo costo o sin costo

Iluminación natural: utilice la luz del día cuando sea posible.

Controles automáticos: los temporizadores de luz, los atenuadores y los controles basados en sensores, como los sensores de luz solar y de movimiento, son una forma excelente y económica de ahorrar energía. Están disponibles para luces individuales o como unidades de control de iluminación para toda la instalación. Las opciones remotas también están disponibles para que las luces se puedan ajustar desde un teléfono inteligente o una computadora.

Mantenimiento y limpieza: limpiar las bombillas, los reflectores y los cobertores de las luces puede mejorar drásticamente los niveles de luz y reducir la clasificación de brillo de las bombillas requerida para un área de trabajo. Limpie cada seis meses a un año.

Ubicación del accesorio: cuanto más cerca esté la luz del área de trabajo, más brillante será, pero tendrá menos propagación. El efecto varía con la tecnología de iluminación, pero, generalmente, ocurre en todos los tipos. La configuración de iluminación más eficiente desde el punto de vista energético equilibra la altura de las luminarias y la clasificación de brillo para proporcionar la cantidad correcta de iluminación (nivel de luz) al área de trabajo con la energía total más baja (vatios) de todas las luces en esa área.

Iluminación de día para periodos extensos: la iluminación de día para periodos extensos es la práctica de usar iluminación suplementaria para imitar y extender las horas de luz del día en el establo. En algunos estudios, se ha demostrado que aumenta la productividad de las vacas. Si bien esta práctica no ahorra energía directamente, puede aumentar la productividad de la granja y reducir la energía total utilizada por quintal de producto producido. El uso de tecnología de iluminación eficiente y controles de iluminación simples, como temporizadores, permite la implementación efectiva de esta práctica.

Tabla 4. Ahorros promedio de energía en mejoras de iluminación en zonas agrícolas.

Recomendaciones sobre mejoras	Rango de ahorro anual (porcentaje de reducción del costo de energía)	Rango de costo total instalado (\$)	Retorno de inversión típico (años)
Cambiar bombillas convencionales por iluminación LED*	60–80%	\$1–\$350 cada uno	2.5
Instalar controles de iluminación automáticos	30–50%	\$50– más de \$10,000	2

*Las bombillas deben estar en la lista de DLC para obtener reembolsos en los servicios públicos.

Guías en línea sobre energía en la iluminación, selección e iluminación de día para periodos extensos

- <https://www.designlights.org> (Listados de DLC y guía de selección)
- <https://www.energystar.gov/products> (Listados de EnergyStar® y guía de selección)
- <https://www.epa.gov/cfl/recycling-and-disposal-cfls-and-other-bulbs-contain-mercury#other> (información sobre reciclaje de bombillas viejas)
- https://www.canr.msu.edu/news/increase_milk_production_and_reduce_energy_consumption_with_long_day_light (prácticas de iluminación de día para periodos extensos en granjas lecheras)

Equipo de ordeño

El equipo de ordeño incluye las unidades de ordeño y el sistema de bombeo utilizado para recolectar la leche. En promedio, la bomba de vacío utilizada para la cosecha de leche consume entre el 15 y el 25 % del uso de electricidad de una granja lechera. Los sistemas de ordeño robóticos son sistemas autónomos que no se pueden mejorar (el ahorro de costos de estos sistemas es en la mano de obra, no en la energía), pero los sistemas convencionales ofrecen una oportunidad significativa para el ahorro de energía.

Dado que estos sistemas están conectados simultáneamente a muchas unidades de ordeño, la cantidad de vacas que se ordeñan activamente varía y, por lo tanto, también varía la presión de vacío necesaria de la bomba. Agregar un VFD al motor de la bomba de vacío y un sensor de presión a la línea de la leche permite que la velocidad del motor se adapte automáticamente en función de la demanda en lugar de funcionar a una velocidad máxima constante con presión variable. El resultado es que la bomba funciona a una velocidad mucho más baja la mayor parte del tiempo y usa sustancialmente menos electricidad durante el ordeño, pero cuando es necesario (como durante el ciclo de lavado de la línea de vacío), el VFD aumenta la velocidad del motor hasta la velocidad máxima. Un beneficio adicional de esta configuración es que los niveles de ruido del bombeo se reducen drásticamente durante el ordeño, y los componentes internos de la bomba y el motor duran más y requieren un mantenimiento menos frecuente.

Reemplazar el motor de la bomba de ordeño con un modelo de alta eficiencia también puede brindar una oportunidad para ahorrar energía y puede ser necesario para la compatibilidad con VFD. Consulte en esta guía la sección usos de los motores, ventiladores y bombas para obtener detalles sobre las actualizaciones del motor.



Bomba de vacío de leche y VFD.

Actualizaciones del equipo de ordeño: consideraciones clave

Unidad de frecuencia variable (VFD): si la bomba es compatible, una forma simple y efectiva para ahorrar energía es instalar un controlador con VFD en el motor de la bomba.

Tipo de bomba y motor: una VFD solo funcionará con ciertos tipos de bombas y motores, por lo tanto, es posible que también se requieran actualizaciones para usar el controlador. Las bombas de lóbulos rotativos y algunas bombas de paletas deslizantes pueden ser compatibles, mientras que las bombas de anillo de agua y de turbina deben reemplazarse. El motor debe ser trifásico de inducción de CA para ser controlado por la VFD.

Eficiencia del motor de la bomba: puede valer la pena reemplazar el motor de la bomba con un modelo de eficiencia energética, como un motor NEMA Premium®. Si el motor debe reemplazarse por compatibilidad con una VFD, lo cual es una práctica estándar. Consulte en esta guía la sección usos de los motores, ventiladores y bombas para obtener detalles.

Opciones de bajo costo o sin costo

Mantenimiento del sistema: el mantenimiento frecuente de la bomba y el motor asegurará que funcionen de la manera más eficiente posible. La limpieza y el mantenimiento de pulsadores, filtros, drenajes, mangueras y juntas, y la reparación de fugas en el sistema de ordeño facilitan que la bomba de vacío mantenga la presión sin utilizar energía adicional.

Tabla 5. Ahorros promedio de energía en mejoras en el sistema de ordeño

Recomendaciones sobre mejoras	Rango de ahorro anual (porcentaje de reducción del costo de energía)	Rango de costo total instalado (\$)	Retorno de inversión típico (años)
Instalar el controlador con VFD de la bomba de vacío de leche	50 %–60 %	\$4,500–\$10,000	3.5 años
Instalar el motor de la bomba de leche de alta eficiencia	2 %–5 %	\$500–\$1,500	9 años

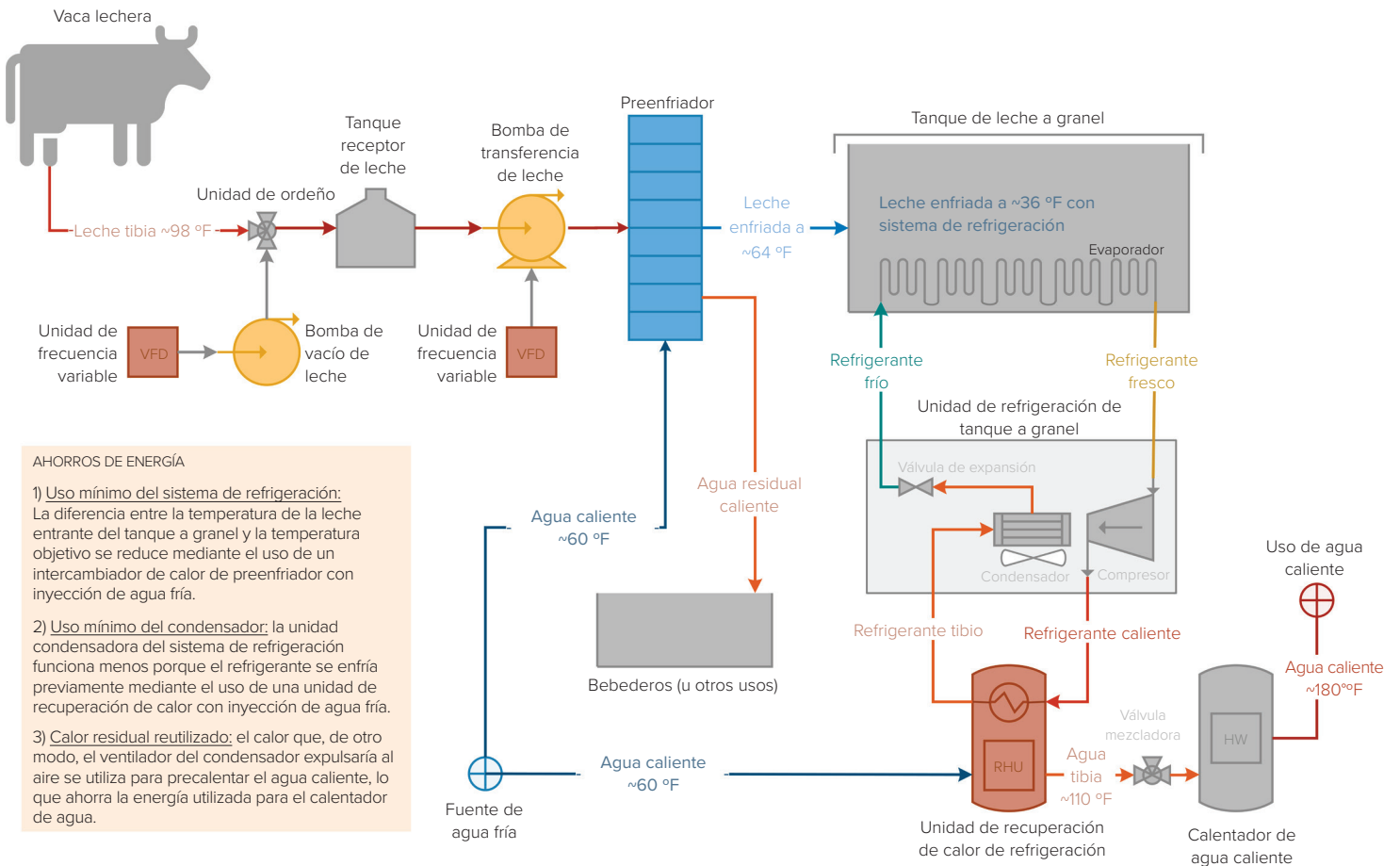
Enfriamiento y almacenamiento de leche

El proceso de enfriamiento y almacenamiento de la leche puede ofrecer la oportunidad más importante respecto del ahorro de energía. Lograr estos ahorros, generalmente, implica reconfigurar el diseño del sistema de enfriamiento y agregar equipos. No es necesario realizar todas las actualizaciones a la vez, pero algunas deben realizarse juntas.

En un sistema de enfriamiento de leche energéticamente eficiente, la leche no se bombea simplemente a un tanque de almacenamiento refrigerado. En cambio, primero se preenfía con un intercambiador de calor integrado de alta eficiencia (generalmente un enfriador de placas que usa agua subterránea), para reducir en gran medida la cantidad de energía que necesita el sistema de refrigeración del tanque. Una vez que se instala el preenfriador, el sistema de enfriamiento se puede optimizar aún más instalando un VFD en el motor de la bomba de transferencia de leche. El VFD adaptará la velocidad de la bomba para mantener un flujo óptimo de leche hacia el preenfriador, lo que mejora su eficiencia de enfriamiento. El motor de la bomba de transferencia también se puede reemplazar con un modelo de alta eficiencia para aumentar el ahorro de energía, lo cual puede ser necesario para lograr compatibilidad con VFD. Consulte en esta guía la sección usos de los motores, ventiladores y bombas para obtener más información.

El sistema de refrigeración de tanques tiene dos formas importantes para ahorrar energía. Si el sistema de refrigeración utiliza un tipo de compresor o condensador con tecnología recíproca más antigua y lo reemplaza por uno que tenga un compresor de espiral de alta eficiencia, se obtendrán ahorros de energía significativos. Además, agregar una unidad de recuperación de calor/refrigeración al sistema de enfriamiento del compresor o condensador permite capturar el calor residual del proceso de refrigeración y luego usarlo para precalentar el agua en el calentador de la sala. La Imagen 3 muestra la configuración final y los componentes de un sistema de almacenamiento y enfriamiento de leche energéticamente eficiente.

Imagen 3. Sistema de enfriamiento de leche de bajo consumo.



Actualizaciones de equipos de enfriamiento y almacenamiento de leche: consideraciones y componentes clave

Preenfriador de leche: un preenfriador de leche puede reducir el consumo de energía para enfriar la leche hasta en un 60 %, extender la vida útil del sistema de refrigeración del tanque a granel y enfriar la leche rápidamente para reducir el riesgo de crecimiento de bacterias. El tipo de preenfriador que se usa con más frecuencia es el enfriador de placas, el cual consiste de una serie de placas de acero inoxidable en la línea de la leche entre el tanque receptor y el tanque a granel. El agua fría que pasa por el enfriador de placas en un lado de las placas absorbe el calor de la leche que pasa por el lado opuesto de las placas. Las placas de acero inoxidable son las mejores para evitar la corrosión de la leche, y cuantas más placas haya en el enfriador, más rápido se enfriará la leche.

Tamaño del preenfriador: el enfriamiento oportuno y el retorno de inversión del ahorro de energía dependen de si se obtiene un preenfriador de tamaño adecuado para el volumen de leche procesada en un día. Seleccione un preenfriador en función de las libras máximas de leche producidas por hora, la clasificación del flujo de entrada de agua fría y la temperatura del suministro de agua fría. Estos factores son los principales contribuyentes para que el enfriador de placas sea eficiente. El caudal de entrada de agua de refrigeración y el caudal de leche deben ser aproximadamente iguales (proporción 1:1).

Temperatura y caudal del agua fría del preenfriador: cuanto más fría sea la entrada de agua al preenfriador, más eficiente será para enfriar la leche. Si hubiera un suministro de agua subterránea disponible, sería ideal. Algunos preenfriadores también utilizan un refrigerante en lugar de agua fría, que es otra opción. Asegúrese de que el sistema de agua de la granja sea capaz de suministrar agua al caudal especificado para el preenfriador o seleccione uno que coincida con el caudal. La longitud y el diámetro de la tubería de entrada de agua deben tener un tamaño que se adapte también al caudal óptimo.

Controlador de la bomba de transferencia de leche del motor: a medida que el flujo de leche al sistema de enfriamiento cambia con las operaciones de ordeño, también lo hace la tasa de bombeo requerida para una entrada constante de leche. Al regular la frecuencia de bombeo con una VFD en el motor de la bomba de transferencia de leche, se puede enviar una cantidad de leche constante al preenfriador. Esta cantidad constante de flujo de leche se corresponde con la cantidad de flujo de agua fría del preenfriador, lo que optimiza el rendimiento del sistema. El aumento de la cantidad de flujo de agua fría se puede usar para acelerar el intercambio de calor, y el uso de la VFD permite igualar la cantidad de flujo de leche. Se instala un sensor de nivel en el tanque receptor para la entrada de control de la VFD. Una bomba de transferencia de leche con VFD solo es efectiva con un preenfriador.

Bomba de transferencia de leche y tipo de motor: la mayoría de las bombas de transferencia son bombas centrífugas compatibles con la VFD. Para que la VFD controle el motor de la bomba, este debe ser trifásico de inducción CA. Consulte en esta guía la sección usos de los motores, ventiladores y bombas para obtener más detalles.

Eficiencia del motor de la bomba de transferencia de leche: puede valer la pena reemplazar el motor de la bomba con un modelo de eficiencia energética, como un motor NEMA Premium®. Si el motor debe reemplazarse por compatibilidad con una VFD, lo cual es una práctica estándar. Consulte en esta guía la sección usos de los motores, ventiladores y bombas para obtener más información.

Tipo de compresor/condensador de tanque a granel: los sistemas convencionales de refrigeración de tanques a granel utilizan unidades compresoras/condensadoras de tipo alternativo para hacer circular el refrigerante a través del sistema de refrigeración. La actualización a un compresor en espiral o disco de alta eficiencia puede reducir el consumo de energía en aproximadamente un 30 %. Estas unidades utilizan un controlador variable integrado que se adapta a los requisitos de refrigeración y, por lo general, funcionan en silencio.

Recuperación de calor del compresor del tanque a granel: la recuperación de calor es el proceso de utilizar el calor residual de un proceso como fuente de calor para otro proceso. El sistema de refrigeración de tanques a granel, generalmente, utiliza uno o más compresores para eliminar el calor de la leche. El calor eliminado de esta manera normalmente se libera al aire mediante los ventiladores de la unidad del compresor/condensador. Este proceso se puede modificar con la adición de una unidad de recuperación de calor/refrigeración que captura el calor residual y lo usa para precalentar agua para otros usos en la granja.

Tamaño de la unidad de recuperación de calor/refrigeración: al igual que con los calentadores de agua para salas de ordeño, el tamaño del tanque de la unidad de recuperación de calor debe ser lo suficientemente grande para calentar el agua necesaria para un ciclo de ordeño. El tanque debe instalarse lo más cerca posible de la unidad compresora del tanque para reducir la pérdida de calor.

Opciones de bajo costo o sin costo

Mantenimiento del sistema: para mantener un funcionamiento eficiente y extender la vida útil del equipo, siga las recomendaciones del fabricante para el servicio, incluidos los siguientes elementos:

- **Mantenimiento de bombas y motores:** realice un mantenimiento frecuente de la bomba de transferencia y el motor. Inspeccione y limpie las piezas reparables.
- **Mantenimiento del sistema de refrigeración:** limpie e inspeccione el equipo de refrigeración del tanque a granel con frecuencia y repare cualquier fuga o componente dañado. Esto incluye los serpentines del condensador, los serpentines del evaporador, la bandeja de drenaje, los ventiladores, las pantallas, las rejillas, los filtros y los núcleos de los secadores. Agregue o quite refrigerante, según sea necesario. Revise y cambie el aceite, el filtro y la rejilla de entrada según las instrucciones del fabricante.
- **Mantenimiento del preenfriador:** realice inspecciones visuales y limpieza con frecuencia.

Recuperación de agua del preenfriador: el agua caliente del preenfriador puede utilizarse para otros usos, como uso general, limpieza y abrevadero del ganado.



Tanque de leche a granel con sistema de refrigeración integrado.

Tabla 6. Ahorros de energía promedios en el sistema de enfriamiento de leche.

Recomendaciones sobre mejoras	Rango de ahorro anual (porcentaje de reducción del costo de energía)	Rango de costo total instalado (\$)	Retorno de inversión típico (años)
Instalar el preenfriador de leche*	20 %–60 %	\$2,500–\$25,000	3 años
Instalar el controlador con VFD de la bomba de transferencia de leche**	5 %–15 %	\$2,500–\$5,000	4.5 años
Instalar el motor de la bomba de transferencia de alta eficiencia	2 %–5 %	\$3,000–\$15,000	9 años
Instalar un compresor de tanque a granel de alta eficiencia	15 %–20 %	\$4,500–\$9,000	6 años
Instalar unidad de recuperación de calor/refrigeración*	20 %–60 %	\$2,500–\$7,000	3 años

*Para granjas pequeñas (con menos de 100 vacas lecheras), el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) recomienda instalar un preenfriador o una unidad de recuperación de calor, pero no ambos.

Esto se basa en el costo total de instalación y el tiempo del retorno de inversión de estas unidades.

**Los VFD de las bombas de transferencia de leche solo son efectivos si instala un preenfriador.

Calentadores de agua

Los calentadores de agua pueden consumir hasta el 20 % de la energía utilizada en una granja lechera. Calentar agua para lavar y desinfectar el equipo de ordeño suele ser el uso más potente, aunque las granjas también pueden usar calentadores de agua de manera general. Todos los calentadores de agua deben tenerse en cuenta como potenciales dispositivos de ahorro de energía.

Tener un calentador de agua del tamaño adecuado y de bajo consumo es la forma más efectiva de minimizar los costos de calentamiento de agua. Puede valer la pena reemplazarlo, incluso, si no está finalizando la vida útil. Otra forma significativa de reducir los costos de calentamiento de agua en una granja lechera es instalar una unidad de recuperación de calor/refrigeración en el sistema de enfriamiento de leche y conectarla al calentador de agua. Esto se analiza en detalle en la sección *Enfriamiento y almacenamiento de la leche* de esta guía. También hay varias alternativas de bajo costo o sin costo para ahorrar energía que se pueden implementar en cualquier sistema de calentamiento de agua, antiguo o nuevo.

Actualizaciones de calentadores de agua: consideraciones clave

Para limpiar el equipo de ordeño, las granjas lecheras deben usar calentadores de agua comerciales para alcanzar las temperaturas requeridas para la desinfección.

Tipo de combustible: invertir en un calentador de agua nuevo puede ser una oportunidad para cambiar a una fuente de energía de menor costo. Los calentadores de agua eléctricos son más eficientes y pueden usar controles electrónicos de ahorro de energía. Sin embargo, el funcionamiento de los calentadores eléctricos puede costar más dependiendo de las tarifas locales de electricidad. En ese caso, la mejor opción es una unidad de gas de alta eficiencia con control electrónico.

Eficiencia energética: la eficiencia del calentador de agua se clasifica según el factor de energía (EF). Cuanto más sea el factor energético, más eficiente será la calefacción. Si usa gas o aceite, escoja un calentador con una calificación de eficiencia energética de 0.77 o más. Si usa electricidad, escoja una calificación de eficiencia energética de 0.91 o más. Un calentador de agua con calificación ENERGY STAR® asegura que tiene alta eficiencia energética.

Configuración de la tecnología: hay muchas opciones de calentadores de agua, pero generalmente se clasifican en estas categorías:

- Sistema de almacenamiento o sistema sin tanque: los sistemas de almacenamiento utilizan un tanque de agua que calienta continuamente el volumen de agua durante todo el día. Los sistemas sin tanque utilizan un calentador de alta intensidad y un sistema de serpentín para calentar solo según sea necesario. Los sistemas sin tanque son más eficientes porque no se ven afectados por pérdidas en momentos sin uso. Tanto el sistema de almacenamiento como el sistema sin tanque tienen varias configuraciones.
- Autónomo o indirecto: los calentadores de agua autónomos funcionan independientemente de otros equipos de calefacción, mientras que los sistemas indirectos (incluidos los sistemas de serpentín sin tanque) están integrados con una caldera del sistema de calefacción. Los sistemas indirectos pueden proporcionar eficiencia de calefacción en el invierno, pero son muy ineficientes en los meses más cálidos. En general, un sistema autónomo ofrecerá más ahorro de energía con el tiempo, incluso si la inversión inicial es mayor.

Opciones de tecnología: en un establo sin calefacción, las mejores opciones son el calentador de agua estilo tanque estándar o un sistema de calefacción bajo demanda. Para usos en interiores, un calentador de agua con bomba de calor también es una opción que se puede tener en cuenta. Por lo general, son más caros al principio, pero se amortizan con el tiempo en ahorros de energía.

- Bajo demanda: los calentadores de agua bajo demanda son sistemas autónomos sin tanque muy eficientes y efectivos si su tamaño es el adecuado. Están disponibles en versión eléctrica o a gas, pero debido a la energía de alta intensidad requerida para calentar el agua instantáneamente, las unidades eléctricas requieren un alto amperaje en el circuito eléctrico, que puede o no estar disponible en el sitio. Tanto el gas como la electricidad son muy eficientes, porque solo usan la electricidad por un corto tiempo.
- Tanque de alta eficiencia: el calentador de agua estilo tanque estándar viene en modelos de alta eficiencia, tanto a gas como eléctricos. Si bien no son tan eficientes como la bomba de calor o los calentadores de agua bajo demanda, aún pueden generar ahorros significativos al reemplazar un modelo anterior y son muy asequibles.
- Bomba de calor: la tecnología de bomba de calor extrae calor (y humedad) del entorno circundante (aire o suelo) para calentar agua. Los sistemas de bombas de calor geotérmicas son los más eficientes, pero son costosos para instalar y requieren espacio subterráneo. Los calentadores de agua con bomba de calor alimentada con aire son una buena alternativa. Aunque las bombas de calor eléctricas usan tanque de almacenamiento, la tecnología de calefacción les permite ser más eficientes en general si el tamaño es adecuado. Solo son adecuadas para uso en interiores y se aconseja ubicarlas en sótanos porque pueden ser ruidosas.

Tamaño del tanque: en el caso de los sistemas de tanques, el tamaño del tanque debe determinarse en función de la cantidad de agua caliente que normalmente se necesita en un momento dado (uso promedio). Por ejemplo, en el lavado de equipos de ordeño, determine el tamaño del calentador de agua en función de cuántos galones de agua se usan por ciclo de ordeño. Consulte también las recomendaciones del fabricante.

Sistemas de precalentamiento de agua:

- Recuperación de calor: este es el proceso de precalentamiento de agua que se envía al calentador de agua a partir del calor residual de otro proceso. En una granja lechera, el proceso de enfriamiento de la leche es una gran oportunidad para la recuperación de calor. Esta configuración se implementaría junto con las actualizaciones del sistema de enfriamiento de la leche y se analiza en detalle en la sección *Enfriamiento y almacenamiento de la leche*.

Opciones de bajo costo o sin costo

Mantenimiento del sistema: instale una válvula en el drenaje del tanque. Cuando el nivel de agua del tanque sea bajo, drene el agua que quede para usos generales diarios. Vacíe completamente el tanque, al menos, dos veces al año para reducir la acumulación de sedimentos. Inspeccione y repare las fugas en los accesorios y los grifos.

Aislamiento: aislar el calentador de agua con una camisa de agua e instalar aislamiento en la tubería en las líneas de agua caliente reduce la pérdida de calor y el consumo de energía del calentador de agua y no es costoso. Como mínimo, se debe aislar la tubería en los primeros 20 pies desde el calentador de agua. Los calentadores de agua eléctricos se pueden aislar por completo, mientras que los calentadores de gas y aceite no se deben cubrir cerca del conducto caliente.

Regulación de temperatura: para desinfectar y lavar, el agua debe calentarse entre 180 °F y 200 °F. Para usos generales, se recomienda 120 °F. Usar el agua a una temperatura más alta que esa significará una pérdida de energía.

Conservación del agua: usar menos agua es una manera fácil de ahorrar energía a través de la conservación de energía. Busque formas de reducir el consumo de agua caliente sin reducir la eficacia de la limpieza ni agregar tiempo al proceso.



Calentador de agua a gas de alta eficiencia con controles electrónicos.

Tabla 7. Ahorros promedio de energía en mejoras en calentador de agua

Recomendaciones sobre mejoras	Rango de ahorro anual (porcentaje de reducción del costo de energía)	Rango de costo total instalado (\$)	Retorno de inversión típico (años)
Instalar un calentador de agua de alta eficiencia	10 %–50 %	\$1200–\$6500	5 años
Aislar el calentador de agua y las tuberías	3 %–4 %	\$0.5–\$1.50/ft	12.5 años
Utilizar recuperación de calor	20 %–60 %	\$2500–\$7000	3 años

Guía en línea de energía sobre marcas y modelos de calentador de agua:

- <https://www.ahridirectory.org> (búsqueda por número de modelo)
- <https://www.energystar.gov/productfinder/product/certified-commercial-water-heaters/results>
- <https://www.energy.gov/articles/new-infographic-and-projects-keep-your-energy-bills-out-hot-water>

Ventiladores

La ventilación en los establos lecheros cumple dos funciones críticas: circulación de aire y salida de aire. Ambas son esenciales para la regulación de la temperatura y el control de la calidad del aire. Las vacas se sienten más cómodas entre los 25 °F y los 60 °F, y más productivas alrededor de los 48 °F. Para mantener felices a las vacas y optimizar la producción, se requerirá refrigeración durante muchos meses del año. Para su salud y la salud de los operadores de la granja, la calidad del aire también debe controlarse para reducir las enfermedades transmitidas por el aire, los contaminantes, y la humedad. Esto también garantiza la ventilación de los gases del estiércol para mantener niveles suficientes de oxígeno.

El tipo y tamaño del establo determinará qué diseño de sistema de ventilación es apropiado para lograr estos objetivos. Por ejemplo, los establos libres con paredes laterales abiertas suelen utilizar ventiladores de circulación para el enfriamiento de las vacas y ventilación natural del diseño de paredes laterales abiertas para la salida de aire. Los establos cerrados, como los establos con amarres o los establos libres completamente cerrados con paredes laterales sólidas, utilizan un extractor activo para el enfriamiento y la salida de aire necesarios para las vacas. La Tabla 8 describe las estrategias de ventilación primaria para los establos lecheros.

La ventilación del establo debe entenderse como un sistema con una tasa de intercambio de aire ideal (cantidad de intercambios de aire completos por hora). El volumen de aire en el establo (largo por ancho por alto del establo, en pies cúbicos) determina la tasa de flujo de aire (en pies cúbicos por minuto) requerida para lograr este intercambio de aire. La tasa de intercambio de aire ideal y el flujo de aire correspondiente cambian estacionalmente con la temperatura ambiente, pero existen tasas mínimas generales que se pueden usar como guía.

La Tabla 9 describe los objetivos de diseño de ventilación con condiciones ambientales variables en un establo libre. Un sistema de ventilación bien diseñado opera dentro de estos valores (no supera estos valores) para lograr una ventilación adecuada con el menor consumo de energía posible. El uso de ventiladores de velocidad variable, las unidades de frecuencia variable, los termostatos y los sensores de flujo de aire permite esta optimización. La tasa de intercambio de aire máxima requerida se utiliza para el diseño general del sistema a fin de garantizar una capacidad de ventilación adecuada en los días más calurosos.

Tabla 9. Diseño de ventilación óptima para establo lechero abierto y libre. Fuente: Gooch, C. 2008. Dairy Free Stall Barn Design, a Northeast Perspective (Diseño de granero lácteo libre, una perspectiva del noreste).

Pautas para una ventilación óptima del establo lechero				
Temperatura ambiente	Frío	Templado	Cálido	Caluroso
Pies cúbicos por minuto (ft ³ /min)	100 ft ³ /min	200 ft ³ /min	500 ft ³ /min	1,000 ft ³ /min
Cantidad de intercambios de aire por hora	6	12	30	60

Muchas variables afectan el flujo de aire, la tasa de intercambio y la eficiencia energética. Esto incluye el tamaño y la forma del establo, la configuración del ventilador, el tamaño del ventilador, las calificaciones de rendimiento del ventilador y otros factores. El diseño del sistema de ventilación del establo determinará la cantidad de ventiladores necesarios, así como el tamaño y los parámetros de rendimiento de los ventiladores. Estos requisitos de rendimiento en los ventiladores se traducirán en eficiencia energética. A medida que aumenta el diámetro del ventilador, también suele aumentar la eficiencia del ventilador. Sin embargo, como ocurre con cualquier equipo accionado por motor, la selección de ventiladores diseñados para el rango de rendimiento



Ventiladores de circulación estándar en establo al aire libre.

Tabla 8. Estrategias para la ventilación del establo lechero.

Diseño del sistema de ventilación	Usos
Solo ventilación natural	<ul style="list-style-type: none"> Establos con paredes laterales abiertas de tamaño pequeño a mediano Algunos controles de circulación de aire Climas más fríos Uso estacional
Ventilación Natural con ventiladores de circulación	<ul style="list-style-type: none"> Establos con paredes laterales abiertas de tamaño pequeño a grande Un poco de circulación de aire y un poco de control de extractores Climas fríos a cálidos
Extractores con persianas o entradas de aire	<ul style="list-style-type: none"> Establos cerrados únicamente, de cualquier tamaño Control ambiental preciso Todos los climas

requerido dará como resultado la operación más eficiente. Los ventiladores de diferentes fabricantes varían ampliamente en cuanto a la eficiencia, por lo tanto, se deben revisar las especificaciones y los datos de pruebas independientes. Consulte el enlace del sitio web al final de esta sección para ver las pruebas de rendimiento y eficiencia independientes de ventiladores de BESS Lab de la Universidad de Illinois para obtener datos sobre modelos de ventiladores específicos.

Se puede lograr un sistema bien diseñado siguiendo algunas consideraciones clave, pero en el caso de establos nuevos y operaciones de varios establos y más grandes, es probable que la contratación de un profesional en ventilación para que realice un análisis del flujo de aire y diseñe el sistema de ventilación valga la pena para lograr ahorros de energía a largo plazo.

Actualizaciones de equipos de ventilación: consideraciones clave

Diseño del sistema de ventilación: existen varios diseños de sistemas de ventilación estándar que se utilizan en las granjas lecheras para lograr el flujo de aire deseado y las tasas de intercambio de aire. El diseño depende del tipo, la forma y el tamaño del establo, y determina qué tipo de ventiladores se usarán, cuántos se necesitarán y dónde se colocarán.

- Circulación aérea: en establos libres y abiertos con techos más altos, a menudo se utilizan ventiladores en elevación montados verticalmente para hacer circular continuamente el aire sobre los animales y mantenerlos frescos. En este tipo de granero, la ventilación natural del diseño de granero abierto proporciona la salida de aire.
- Túnel o ventilación cruzada: en establos cerrados con amarres, a la hora de extraer y hacer circular aire se utiliza la ventilación de túnel. En este tipo de ventilación se instalan ventiladores en una pared de fondo para extraer aire de las entradas de aire de la pared de fondo opuesta. Este diseño requiere un diferencial de presión estática entre el interior y el exterior del establo, por lo tanto, debe ser un área cerrada. Para establos más anchos, se puede aplicar el mismo concepto de ventilación cruzada. En este caso los ventiladores se instalan en una pared lateral para extraer aire a través del establo desde las entradas de aire en las paredes laterales opuestas.
- Entradas de aire: en la ventilación tipo túnel y cruzada, las persianas o las entradas de aire del tamaño y la ubicación adecuados son fundamentales para lograr el flujo de aire deseado. Se pueden usar junto con sensores de presión para lograr una regulación precisa del flujo de aire. El tamaño y la ubicación están determinados por el área de la sección transversal de la estructura y las especificaciones del ventilador. Consulte las recomendaciones del fabricante del ventilador.

Tipo de ventilador: ventiladores de circulación, HVLS y extractores:

- Ventiladores de circulación: los ventiladores de circulación estándar suelen tener un diámetro de 12 in a 72 in y utilizan un diseño simple. Por lo general, en las filas de los establos libres y los callejones de alimentación están espaciados en intervalos de 30 a 40 ft. La especificación de rendimiento clave para estos ventiladores es el flujo de aire, la eficiencia energética y el control de velocidad.
- Ventiladores de alto volumen y baja velocidad (HVLS): los ventiladores HVLS son ventiladores de circulación montados en el techo con aspas muy largas y delgadas de 4 a 24 ft de diámetro. Estos ventiladores usan poca energía y uno de ellos podría reemplazar muchos ventiladores de circulación estándar, lo que resulta en un ahorro de energía significativo para espacios que son lo suficientemente grandes. Por lo general, se instalan en establos libres en una línea central de 50 a 70 ft de distancia, según su diámetro.
- Extractores: los extractores son ventiladores grandes en forma de embudo, cuyo diseño especial ayuda a aspirar aire en un espacio cerrado a través de entradas de pared opuestas. Las especificaciones de rendimiento clave para estos ventiladores son el flujo de aire, el rendimiento de la presión estática, la eficiencia energética y la regulación por termostato.

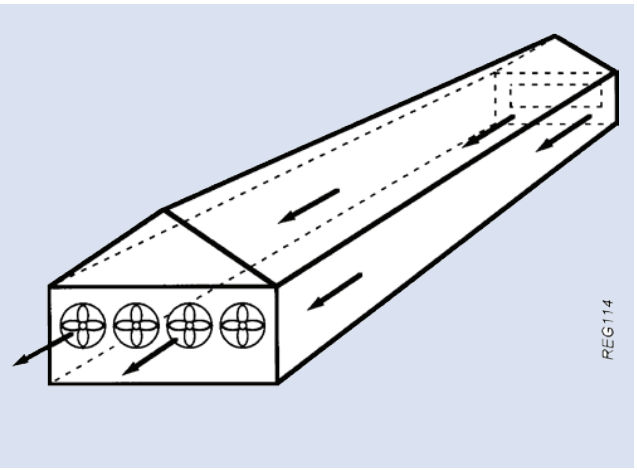
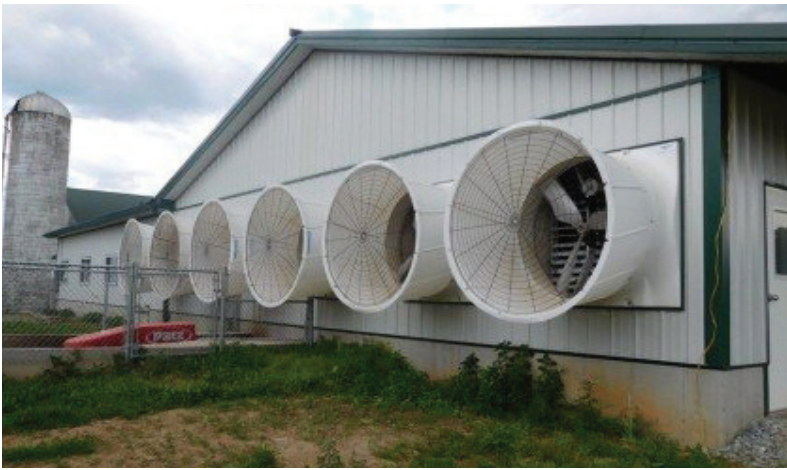
Rendimiento del ventilador: el rendimiento del ventilador generalmente se especifica como una tasa de flujo de aire (medida en pies cúbicos por minuto [ft^3/min]). El diámetro del ventilador, la potencia del motor y el diseño influyen en la cantidad de aire que este circula.

Diámetro del ventilador: el diámetro adecuado del ventilador depende del flujo de aire deseado para cada ventilador en el sistema de ventilación. Los requisitos de flujo de aire dependen del tamaño del establo y de los requisitos de intercambio de aire estacional. Se pueden calcular a partir del volumen de aire del establo (largo por ancho por alto del establo). Elegir el tamaño óptimo del ventilador minimizará el consumo general de energía, porque el ventilador funcionará en su rango de rendimiento máximo.

Eficiencia energética: el fabricante del ventilador es quien clasifica la eficiencia del ventilador. Los extractores tienen una clasificación típica en pies cúbicos por minuto por vatio a una presión estática establecida ($\text{ft}^3/\text{min}/\text{vatio}$ @ SP). Los ventiladores de circulación normalmente se clasifican en empuje por vatio (lb/vatio o $\text{lb}/\text{kilovatio}$). Los ventiladores de diferentes fabricantes varían mucho, por lo tanto, se deben comparar las especificaciones y los datos de pruebas independientes. La eficiencia general se ve afectada por el diámetro del ventilador, el diseño de las aspas, el diseño del motor y los controles del ventilador. Consulte las pruebas independientes de rendimiento y eficiencia de los ventiladores de BESS Lab para obtener datos sobre modelos de ventiladores específicos.

Controladores de motores para ventiladores: unidades de frecuencia variable (VFD), controles de velocidad y control de temperatura. Los controladores de motor para ventilador son oportunidades de ahorro de energía significativas e incluyen VFD, controles de velocidad y controles de temperatura. Los controladores de los ventiladores ayudan a los agricultores a ahorrar energía al reducir la velocidad de los ventiladores en función del aire exterior.

- Los controles de los ventiladores se pueden usar manualmente, en un horario específico, según las temperaturas y los flujos de aire objetivos, o bien, en alguna combinación a lo largo del día y de las estaciones.
- Los mejores ventiladores pueden controlar la velocidad mediante un controlador automático integrado o adaptado, como una unidad de frecuencia variable o un controlador de velocidad.
- Los controles manuales también son una opción y pueden automatizarse en el futuro.
- El tipo de controlador que se debe utilizar depende del tipo de motor del ventilador y de cómo se utilice el ventilador.
- Consulte en esta guía la sección usos de los motores, ventiladores y bombas para obtener más información sobre la compatibilidad y los usos del motor.



Diseño de ventilación de túnel para establo con amarre cerrado. Autor de la foto: <https://extension.psu.edu/tunnel-ventilation-for-tie-stall-dairy-barns>.

Opciones de bajo costo o sin costo

Ventilación natural: use ventilación natural siempre que sea útil para ayudar a mantener la temperatura y el flujo de aire adecuado.

Ubicaciones de ventiladores y entradas de aire: la ubicación de los ventiladores y las entradas de aire puede afectar el rendimiento del sistema de ventilación. Ubicarlos en zonas más óptimas puede ayudar a que circulen el aire de manera más eficiente.

Configuraciones y controladores de ventiladores: agregar un controlador de ventilador compatible a los ventiladores que no los tienen puede ser una forma económica de reducir el consumo de energía. Configurar los ventiladores existentes con controladores automáticos también puede ayudar a ahorrar energía al igual que el uso de controles manuales.

Mantenimiento del ventilador: los ventiladores necesitan un mantenimiento frecuente para seguir funcionando al máximo nivel. Mantenga los ventiladores limpios y correctamente lubricados para garantizar el máximo rendimiento y el mínimo consumo de energía. Si las aspas del ventilador están cubiertas de polvo y residuos harán circular menos aire y consumirán más electricidad. Lubricar las rejillas, ajustar las correas sueltas, limpiar las entradas de aire y eliminar los desechos atascados en las rejillas mejorará la eficiencia del ventilador.



Unidad de frecuencia variable para el control del motor del ventilador.

Tabla 10. Ahorros promedio de energía en mejoras en el sistema de ventilación

Recomendaciones sobre mejoras	Rango de ahorro anual (porcentaje de reducción del costo de energía)	Rango de costo total instalado (\$)	Retorno de inversión típico (años)
Instalar ventiladores de circulación de alta eficiencia	20 %–35 %	\$600–\$1,200	8 años
Instalar ventiladores de alto volumen y de baja velocidad (HVLS)	50 %–65 %	\$4,000–\$10,000	8 años
Instalar extractores de aire de alta eficiencia	20 %–30 %	\$900–\$2,500	8 años
Instalar controles automáticos en ventiladores (todos los tipos)	5 %–12 %	\$3,000–\$15,000	3 años

Recursos en línea:

- Pruebas de rendimiento de ventiladores en la agricultura de la Universidad de Illinois: <http://bess.illinois.edu/type.asp>
- Diseño del sistema de ventilación del túnel de extensión para establos lecheros de Penn State: <https://extension.psu.edu/tunnel-ventilation-for-tie-stall-dairy-barns>
- Estudio de ventiladores de ventilador de baja velocidad y de alto volumen (HVLS) del servicio público de Wisconsin: <https://www.wisconsinpublicservice.com/savings/business/pdf/uwstudy.pdf>

Usos de motores, ventiladores y bombas

Los motores eléctricos que son ineficientes o tienen un tamaño inadecuado pueden tener un impacto significativo en los costos operativos totales de energía. La eficiencia del motor es una medida de cuánta energía total utiliza un motor para entregar la potencia nominal o el par al eje del motor. Los motores vienen en una variedad de configuraciones, y cada diseño está optimizado para diferentes usos, puede utilizar diferentes tipos de controles y tiene un potencial de ahorro de energía variable. La selección de equipos compatibles es una parte importante del proceso de selección o actualización. La Tabla 11 describe las tecnologías de motor comunes, la compatibilidad del controlador correspondiente y las opciones de actualización de ahorro de energía. El uso de motores con controles integrados o la adición de controladores de motor externos puede generar ahorros de energía significativos, pero solo se aplican a algunos usos. En las granjas lecheras, el uso de controladores en los ventiladores y las bombas de leche puede ser beneficioso dependiendo de cómo se utilicen. También puede ser beneficioso en otros equipos, pero los ahorros de energía variarán y deben evaluarse. Respecto de las actualizaciones para lograr eficiencia energética, por lo general, los motores que se utilizan más de 2000 horas al año son buenos candidatos para la actualización en términos de rentabilidad.

Todos los ventiladores y bombas utilizan motor. Los ventiladores tienen los motores integrados, mientras que en las bombas pueden estar integrados o estar en un componente aparte. En el caso de usos en los que la velocidad del ventilador o la presión de la bomba pueden cambiar a medida que se usa, una unidad de frecuencia variable o un controlador de velocidad en el motor puede hacer que funcionen de manera más eficiente al adaptar la velocidad del motor según los requisitos cambiantes. El ventilador y la bomba deben ser compatibles con el controlador del motor. Para los ventiladores, esto significa que el motor del ventilador es compatible, como se muestra en la Tabla 11. En el caso de las bombas, la propia bomba también debe ser compatible. En general, las bombas de lóbulos rotativos, las bombas centrífugas y algunas bombas de paletas deslizantes pueden ser compatibles con los sistemas de control, mientras que las bombas de anillo de agua y de turbina deberán reemplazarse.



Motor separador de sólidos de estiércol.

La elección del motor correcto para un uso particular en la granja dependerá de los requisitos de rendimiento para ese uso, lo que influirá en las opciones de tamaño y tecnología del motor. Dos agencias de calificación, la Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA) y la Comisión Electrotécnica Internacional evalúan la eficiencia energética de los motores de todos los tamaños y tipos. Trabajan con los fabricantes de motores para certificar y fomentar la venta de motores con eficiencia energética. La selección de motores con estas clasificaciones asegura que tengan características de alta eficiencia. Las tecnologías de motores se perfeccionan continuamente para aumentar la eficiencia energética en toda la gama de tamaños y los requisitos de rendimiento, en particular, mediante el uso de controladores electrónicos integrados más avanzados o circuitos frontales. Si bien aún no son el estándar de la industria, pueden ser beneficiosos para algunos usos.

Tabla 11. Motores generalmente usados en granjas.

Tecnología de motores	Rango de tamaño	Controlador compatible	Actualización para obtener ahorro potencial de energía
Motor de inducción CA (monofásico)	Por lo general, < 10HP	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> Actualización por artefacto bajo la clasificación NEMA Premium®
Motor de inducción CA (monofásico)	Todos los tamaños	Unidad de frecuencia variable (VFD)	<ul style="list-style-type: none"> Actualización por artefacto bajo la clasificación NEMA Premium® Agregar VFD externa (solo carga variable)
Condensador dividido permanente (PSC) y otros motores pequeños	< 1HP	Ninguno	<ul style="list-style-type: none"> Actualizar a motor de conmutación electrónica (ECM) con controlador de velocidad opcional
Motor de conmutación electrónica (ECM)	< 1HP	Controlador de velocidad	<ul style="list-style-type: none"> Agregar controlador de velocidad externo (solo carga variable) Controlador de velocidad manual

Actualizaciones de equipos de motor: consideraciones clave

Horas de funcionamiento del motor: si el motor solo funciona esporádicamente, el reemplazo por un motor de alta eficiencia puede no tener sentido desde el punto de vista económico. Sin embargo, cuanto más tiempo funcione el motor, mayores serán los ahorros potenciales. Por lo general, vale la pena invertir más de 2000 horas al año. Para cualquier instalación nueva, se deben utilizar motores de alta eficiencia.

Tamaño del motor: el uso de un motor que esté calificado para el trabajo que realizará es esencial para lograr un rendimiento y eficiencia energética máximos. La cantidad de trabajo que puede realizar un motor se denomina carga del motor y se mide en caballos de fuerza (hp). Los motores eléctricos, generalmente, están diseñados para funcionar mejor entre el 50 % y el 100 % de su carga nominal, con una eficiencia máxima de alrededor del 75 %. Por debajo del 50 % de carga, la eficiencia disminuye drásticamente, por lo tanto, usar un motor sobredimensionado aumentará el costo operativo. Determinar el requisito de carga para un uso particular en la granja es un cálculo complejo y se recomienda trabajar con un distribuidor o fabricante de motores.

Entorno de uso del motor: si el motor se usa en un área húmeda o expuesta a polvo y desechos, es posible que se necesite un motor con una carcasa sellada o hermética al polvo. Esto puede limitar las opciones de tecnología de motores.

Eficiencia y clasificaciones del motor: la eficiencia del motor es un cálculo de cuánta energía total utiliza un motor para proveer la potencia nominal al eje y, por lo general, se especifica como un porcentaje de conversión de energía. Cuanto mayor sea el porcentaje, más eficiente será el motor.

Asociación Nacional de Fabricantes Eléctricos (NEMA): los motores con certificación NEMA se evalúan según un estándar del Departamento de Energía de los Estados Unidos (US DOE) que garantiza clasificaciones de alta eficiencia. NEMA Premium® es la clasificación NEMA más alta. Los motores con clasificación NEMA también tienen altos estándares de calidad de fabricación, por lo tanto, durarán más tiempo y tendrán menos costos de mantenimiento y tiempo de inactividad. La Comisión Electrotécnica Internacional tiene clasificaciones comparables a NEMA para motores fabricados en países fuera de los Estados Unidos.

Opciones de tecnología: hay muchas opciones tecnológicas y trabajar con un fabricante o distribuidor de motores es la mejor manera de seleccionar la marca y el modelo correctos para un uso particular. Las opciones enumeradas a continuación son categorías amplias con muchas configuraciones internas, pero sirven como punto de partida para la selección.

- Inducción de corriente alterna (CA): los motores de inducción de CA son versátiles y están disponibles en muchos tamaños y configuraciones. Según el tamaño, algunos se pueden conectar directamente a un tomacorriente de servicios públicos de pared, mientras que otros (como los motores trifásicos) deben conectarse a una caja de conexiones de servicios públicos y deben ser instalados por un electricista. Si bien están disponibles para la mayoría de los usos agrícolas, los motores de CA, generalmente, no son tan eficientes desde el punto de vista energético como los motores de CC. Los motores trifásicos de inducción CA pueden utilizar un controlador de motor de frecuencia variable externo.
- Condensador dividido permanente (PSC)/otros motores pequeños: los motores PSC son más eficientes y fáciles de mantener que los motores de inducción de CA, pero tienen una cantidad limitada de caballos de fuerza que pueden producir, generalmente, menos de 1 HP. Los motores PSC no pueden aceptar controladores externos.
- Motores de conmutación electrónica (ECM): los motores ECM tienen un tamaño similar al motor PSC (< 1 HP), pero son motores mucho más eficientes y se pueden usar con controladores de velocidad variable. Algunos tienen controles incorporados.
- Motores de Combustión Interna (ICE): los motores que se alimentan con combustibles fósiles usan tecnología de combustión interna y son más útiles para usos portátiles, como en tractores, sistemas de riego de campo o como fuente de energía de respaldo. Estos usos pueden presentar una oportunidad para ahorro de energía mediante la conversión a un sistema eléctrico, especialmente, si el motor está sobredimensionado para su uso. El costo regional del combustible, las tarifas de los servicios públicos y la tecnología de motores eléctricos son factores importantes respecto de los ahorros de costos de energía asociados con las conversiones de combustible.
- Controladores de motores: en el caso de motores con cargas variables que no utilicen un motor que ya tenga controles integrados (algunos motores ECM), agregar un VFD o un controlador de velocidad puede ser una oportunidad importante para ahorrar energía. Estos controladores regulan automáticamente la velocidad y la fuerza de rotación a medida que cambia la carga del motor, lo que permite que el motor funcione de manera más eficiente. Las VFD se usan con motores trifásicos de inducción CA, mientras que los controladores de velocidad se usan con motores ECM.

Opciones de bajo costo o sin costo

Mantenimiento de motores: inspeccione y limpie los motores periódicamente para garantizar un funcionamiento óptimo. Verifique que haya ventilación adecuada y que no haya conexiones sueltas, drene la condensación y lubrique los cojinetes, según corresponda.

Tipo de correa de motor: reemplace las correas tipo V por correas dentadas para mejorar la eficiencia de la correa.

Temporizador de los calentadores de bloque del motor: en los motores de combustión interna, que utilizan un calentador de bloque para el arranque en climas fríos, la adición de un temporizador al calentador puede ahorrar costos de energía significativos. Programe el temporizador para encender el calentador de bloque unas horas antes de que se necesite el equipo en lugar de dejarlo encendido durante la noche.

Controladores de velocidad manuales: los controles de velocidad manuales simples, como los que se usan para los ventiladores, ofrecen una forma económica de reducir el consumo de energía al reducir la velocidad del motor cuando se necesita menos energía.

Tabla 12. Usos generales de motores en granjas lecheras y oportunidades de mejora.

Uso de motores	Área utilizada	Mejoras potenciales
Motor de bomba de vacío de leche	Salas	Actualización de motor por uno de alta eficiencia (se prefiere NEMA Premium®)
		Instalar el controlador de motor con VFD
Motor de bomba de transferencia de leche	Salas	Actualización de motor por uno de alta eficiencia (se prefiere NEMA Premium®)
		Instalar el controlador de motor con VFD
Motores de ventilador para ventilación Motores de ventilador para uso general	Uso general en el granero	Actualización de motor por uno de alta eficiencia (se prefiere NEMA Premium®)
		Actualización del motor ECM (motores < 1HP)
		Instalar el controlador de motor VFD (motores trifásicos de inducción CA)
		Instalar el controlador de velocidad (motores ECM < 1 HP)
Raspador de estiércol	Granero	Agregar controles manuales (motores ECM < 1 HP)
Motor de bomba de descarga de estiércol	Granero	Actualización de motor por uno de alta eficiencia (se prefiere NEMA Premium®)
Separador de sólidos de estiércol	Pozo para estiércol	Actualización de motor por uno de alta eficiencia (se prefiere NEMA Premium®)
		Instalar el controlador de motor con VFD (separación de arena/estiércol)
Barrena mezcladora para pozo de estiércol	Pozo para estiércol	Actualización de motor por uno de alta eficiencia (se prefiere NEMA Premium®)
Bombeo para pozos de estiércol	Pozo para estiércol	Actualización de motor por uno de alta eficiencia (se prefiere NEMA Premium®)
Cargadores de contenedores o silos de granos	Almacenamiento de granos	Actualización de motor por uno de alta eficiencia (se prefiere NEMA Premium®)
Secadores de granos	Almacenamiento de granos	Actualización de motor por uno de alta eficiencia (se prefiere NEMA Premium®)
Barrenas para granos o ensilaje	Almacenamiento de granos	Actualización de motor por uno de alta eficiencia (se prefiere NEMA Premium®)
Motores de bomba de riego Otros motores de bomba	Uso general en campos de cultivo	Actualización de motor por uno de alta eficiencia (se prefiere NEMA Premium®)
		Instalar el controlador de motor VFD (motores trifásicos de inducción CA)
		Instalar el controlador de velocidad (motores ECM < 1 HP)
		Conversión de combustible a eléctrico
Motores de bomba de circulación de agua (Calor de la caldera/agua caliente/otro)	Uso general	Actualización de motor por uno de alta eficiencia (se prefiere NEMA Premium®)
		Actualización del motor ECM (motores < 1HP)
Motor de tractor	Uso general	Instalar el temporizador del calentador de bloque

Tabla 13. Usos generales de motores en granjas lecheras y oportunidades de mejora.

Recomendaciones sobre mejoras	Rango de ahorro anual (porcentaje de reducción del costo de energía)	Rango de costo total instalado (\$)	Retorno de inversión típico (años)
Reemplazar motores pequeños (<1 HP) con ECM	65 %–75 %	\$150–\$250	3 años
Reemplazar el motor de inducción CA con uno de clasificación NEMA	2 %–5 %	\$500–\$15,000	9 años
Instalar el controlador con VFD del motor en motores de inducción CA trifásicos con cargas variables	50 %–80 %	\$500–\$15,000	3 años
Instalar el temporizador en los calentadores del bloque del motor de combustión interna	65 %–90 %	\$30–\$50	1 año
Reemplazar el motor de combustión interna con un motor eléctrico	20 %–50 %	\$2,500–\$25,000	4.5 años

Guías en línea sobre la selección de motores y la energía:

- Fabricantes de motores estándar NEMA <https://www.nema.org/directory/manufacturers>
- Calculadora de ahorro de VFD <http://www.vfds.org/vfd-savings-calculator.html>

Bebederos

En los climas del norte, evitar que el agua potable de los animales se congele en establos sin calefacción y en lugares al aire libre puede ser un desafío. Los bebederos tradicionales utilizan calentadores eléctricos de 1000 a 1500 vatios que funcionan permanentemente, lo que genera una oportunidad significativa para ahorrar energía. Los bebederos más nuevos utilizan aislamientos mejores, temperatura del agua subterránea, radiación solar y se ha comprobado que evitan que el agua potable se congele usando tan solo 250 vatios de electricidad o sin electricidad. Una unidad con control de termostato apagará la unidad cuando el agua esté a la temperatura adecuada para evitar que se congele y aumente el ahorro de energía. La Imagen 4 muestra una configuración ideal para un sistema de riego sin energía. Utiliza una fuente de agua subterránea automática, valores de consumo que mantienen el agua en el tanque de almacenamiento aislado cuando no se necesita, y una losa de hormigón para evitar la erosión y compactación del suelo por parte de las vacas.

Actualizaciones de equipos de bebederos: consideraciones clave

Tamaño: los factores más importantes para el uso exitoso de bebederos que consumen poco o nada de energía es elegir uno del tamaño correcto según la cantidad de animales que lo usarán. Esto es especialmente cierto en el caso de los bebederos que no consumen energía, que dependen de la circulación del agua que se produce cuando los animales beben del bebedero. Para cualquier tipo de bebedero, consulte las especificaciones del fabricante para elegir el tamaño correcto según la cantidad de animales.

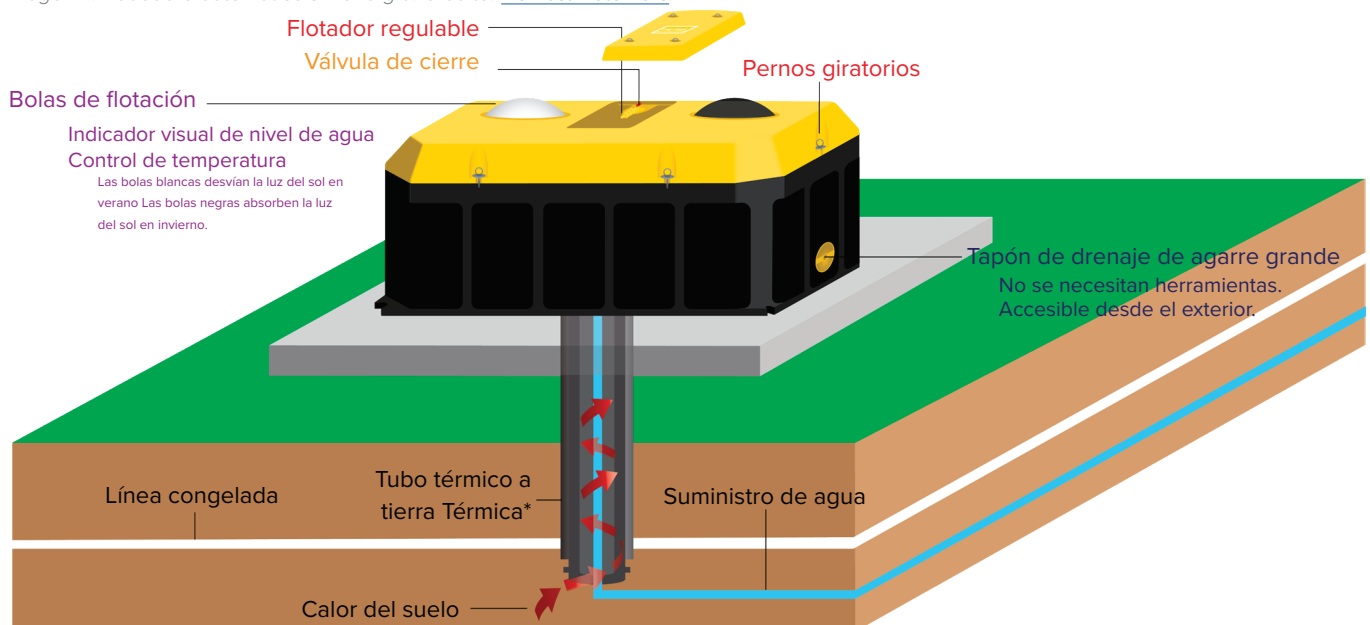
Opciones de tecnología:

- Bebedero que consume poca energía: los diseños de bebederos más nuevos han incorporado un aislamiento mejor para reducir la pérdida de calor, lo que reduce la cantidad de energía necesaria para evitar que el agua se congele. Utilizan un depósito de agua completamente cerrado y aislado con una cubierta de plástico flotante que el animal debe tocar para llegar al agua. Muchos incluyen una válvula de flotador de recarga automática que permite que entre más agua cuando el depósito está por debajo de cierto nivel. Para un sistema automático, las líneas de agua del bebedero deben ser lo suficientemente profundas para evitar la congelación y deben estar bien aisladas.
- Bebedero sin consumo de energía: los bebederos que no consumen energía utilizan un pozo seco o tubería ascendente que se instala lo suficientemente profundo en el suelo para aprovechar el calor geotérmico subterráneo, que se mantiene a una temperatura estable por encima del punto de congelación durante todo el año en cualquier clima (de 45 °F a 75 °F dependiendo de la ubicación). Al igual que las versiones de bajo consumo, utilizan un depósito de agua cerrado y aislado y tienen una configuración de recarga automática. Los bebederos que no utilizan energía generalmente no se recomiendan para rebaños más pequeños porque dependen de la circulación del agua que generan los animales que la beben para evitar la congelación. Los fabricantes de sistemas pueden proporcionar esa información.

Control de temperatura: la instalación de un bebedero con termostato proporcionará ahorros de energía adicionales y significativos al encender y apagar automáticamente el calentador según sea necesario.

Seguridad: al instalar bebederos eléctricos, el cableado debe estar cubierto (preferentemente en un conducto) y debidamente conectado a tierra para evitar descargas eléctricas a los animales o a los operadores. Esto debe hacerse de una manera apropiada para un área de mucho tránsito. Los calentadores eléctricos removibles deben limpiarse todos los años para eliminar sedimentos y bacterias.

Imagen 4. Bebedero automático sin energía. Crédito: [Tru-Test Datamars](#).



*Para evitar que la línea de suministro de agua vertical se congele, se instala un tubo térmico aislado a tierra debajo del suelo durante la instalación.

Opciones de bajo costo o sin costo

Ubicación: ubicar los bebederos en áreas protegidas del viento y de la nieve reducirá la pérdida de calor y aumentará el ahorro de energía. Ubicarlos detrás de una o más paredes también será beneficioso.

Aislamiento y cobertores: construir una caja aislada alrededor de cualquier bebedero ayudará a reducir la pérdida de calor. Para los bebederos que no estén cubiertos, se podría colocar un cobertor aislado con un pequeño orificio para beber.

Mantenimiento: los bebederos suelen estar expuestos a los elementos, por lo tanto, requieren atención frecuente durante los meses más fríos. Revise y limpie el flotador para beber para asegurarse de que no tenga orificios y evitar que se congele. Verifique y repare fugas en las tuberías y en el depósito. Repare y agregue aislamiento según sea necesario. Verifique los termostatos y las válvulas de llenado que funcionan correctamente. Por seguridad, revise el cableado y la conexión a tierra para detectar daños y repárelos si fuera necesario.

Configuraciones: para los bebederos con dispositivos de calefacción controlados termostáticamente, la temperatura de calentamiento óptima que ahorra energía y que es efectiva es de 32 °F a 34 °F.

Tabla 14. Ahorros de energía promedio para los bebederos.

Recomendaciones sobre mejoras	Rango de ahorro anual (porcentaje de reducción del costo de energía)	Rango de costo total instalado (\$)	Retorno de inversión típico (años)
Instalar bebederos de bajo consumo o que no generan consumo de energía	40 %–100 %	\$350–\$1,000	3.5 años

Calefacción de edificios

Los sistemas de calefacción de los edificios se pueden optimizar para lograr ahorros de energía y aumentar la comodidad. Esfuerzos simples y de bajo costo como aislar, sellar e instalar controles de temperatura automáticos pueden ser muy útiles. Cuando llega el momento de actualizar un sistema de calefacción de espacios, existen muchas opciones para elegir. Se debe determinar la fuente de combustible del sistema existente, la clasificación eficiente y la producción de calor para que se pueda elegir un reemplazo en función de la energía renovable y más eficiente en el consumo de energía. Los sistemas de calefacción de espacios deben elegirse según cómo se utilizarán, ya que algunas tecnologías de calefacción son más apropiadas para ciertos usos. La Tabla 15 describe algunas opciones de calefacción de espacios y sus usos en la granja. En las Imágenes 5 y 6 se muestran algunas de las opciones más eficientes, que se describen en el cuadro de información bajo el título *Mejoras del equipo de calefacción del edificio*.

Tabla 15. Ejemplos de tecnologías y usos de calefacción en espacios.

Tecnología	Tipo de combustible	Mecanismo y función	Ubicación para su uso
Calentador infrarrojo radiante de cerámica	Gas	Radiación infrarroja del dispositivo de calefacción a través del aire.	Espacios exteriores para calor localizado
Calentador de la unidad de condensación	Eléctrico, gas, biomasa	Los ventiladores soplan aire sobre elementos metálicos calientes para calentarlo y distribuirlo, a veces a través de los conductos de calefacción.	Espacios cerrados de cualquier tamaño
Caldera	Eléctrico, gas, biomasa	Agua caliente bombeada a través de tuberías y calor irradiado al aire circundante	Espacios cerrados de cualquier tamaño
Bombas de calor	Eléctrico	Ciclo refrigerante utilizado para calentar o enfriar aire o agua, a veces distribuido a través de conductos o tuberías.	Áreas pequeñas a medianas, además de otros sistemas de calefacción en climas más fríos
Cortinas de aire	Eléctrico	Barrera física creada por aire	Grandes aberturas entre espacios con calefacción y sin calefacción
Cortinas de tiras	N/A	Barrera física, generalmente, hecha de tiras de plástico	Grandes aberturas entre espacios con calefacción y sin calefacción

Imagen 5. Unidad de calefacción de condensación para espacios cerrados.



Imagen 6. Calentador infrarrojo (IR) radiante de cerámica para espacios abiertos. Crédito: Solaronics, Inc.



Actualizaciones de equipos de calefacción de edificios: consideraciones clave

Tipo de combustible: los calentadores suelen utilizar fueloil, gas, biomasa o electricidad. Invertir en un nuevo sistema de calefacción puede ser una oportunidad para cambiar a una fuente de energía más limpia, renovable o de menor costo. Los calentadores eléctricos suelen ser más eficientes, brindan oportunidades para ahorrar energía con controles electrónicos y, por lo general, requieren menos mantenimiento. Sin embargo, su funcionamiento puede costar mucho más dependiendo de las tarifas de electricidad. Las siguientes mejores opciones suelen ser los calentadores de gas de alta eficiencia con controles electrónicos o los sistemas de biomasa de combustión limpia, como las calderas de pellets de madera.

Medio de calentamiento: los calentadores usan agua, aire o aletas de metal para liberar el calor en espacios abiertos. Cada sistema de calefacción utiliza uno o una combinación de estos medios de calefacción. Cada uno ofrece diferentes características en términos de comodidad y área que pueden calentar de manera efectiva. Cambiar de un medio a otro al actualizar el equipo puede aumentar los costos de instalación.

Controles del sistema de calefacción: todos los sistemas de calefacción deben incluir controles de termostato que apaguen automáticamente las unidades cuando se alcanza la temperatura deseada. La regulación de la temperatura en función de horarios y los controles remotos también se pueden utilizar para reducir los objetivos de temperatura según corresponda durante el día y las estaciones. Cuando utilice un sistema combinado de calefacción y refrigeración, establezca los límites de calefacción y refrigeración con varios grados de diferencia para que la unidad no funcione de manera continua.

Eficiencia del calentador: la eficiencia del calentador a menudo se clasifica con una especificación de coeficiente de rendimiento (COP o CP) que equivale a la relación entre la calefacción y la energía utilizada. Un calentador con COP alto significa que es un sistema más eficiente.

Opciones de tecnología: cada opción de calefacción de espacios utiliza una fuente de combustible y un medio de calefacción diferente. La fuente de combustible y el medio de calentamiento adecuado difieren según el tipo de uso. A continuación se muestra una lista de las opciones más eficientes para las granjas lecheras.

- Calentadores infrarrojos (IR) radiantes de cerámica: hay varios tipos de calentadores IR disponibles para diversos usos. La variedad que es más apropiada para las granjas lecheras son los calentadores IR de cerámica de acción rápida y alta intensidad que se pueden usar para propagar calor localizado en espacios abiertos, como la fosa de ordeño en una sala que no está bien sellada. Esta opción brinda comodidad a los trabajadores y no requiere invertir en calentar toda la habitación. Estos calentadores utilizan gas para calentar un elemento calefactor de cuarzo e irradian calor infrarrojo. Son unidades muy eficientes energéticamente.
- Calentador de aire caliente de la unidad de condensación: las unidades condensadoras utilizan un ventilador potente que sopla aire a través de un elemento de metal calentado, que simultáneamente calienta y distribuye el aire en el espacio abierto. Las unidades condensadoras que presentan más eficiencia energética suelen utilizar gas natural o propano para calentar el elemento de metal. También extraen calor del aire saliente y lo hacen circular de vuelta al sistema. Con estas características logran una eficiencia de combustión del 93 % o más. Las unidades condensadoras tienen el tamaño adecuado para el espacio que se va a calentar y se pueden usar de manera efectiva para calentar parte o la totalidad de un espacio cerrado.
- Sistemas de calderas: las calderas son apropiadas para espacios cerrados de cualquier tamaño. Utilizan gas, petróleo, biomasa (como pellets de madera) o electricidad para calentar el agua. Luego, el agua circula en tubos alrededor del edificio y el calor se irradia al aire que los rodea. La unidad de caldera incluye un calentador de agua, una bomba de circulación de agua y un extractor de aire (gas/petróleo únicamente). Las oportunidades para ahorrar energía en un sistema de caldera incluyen el uso de una unidad de caldera de alta eficiencia y el precalentamiento del agua de la caldera a través de sistemas de recuperación de calor.
- Bombas de calor: las bombas de calor son muy eficientes y apropiadas para calentar y enfriar espacios de tamaño pequeño a mediano. Cuando se usan solas, son más efectivas para calentar en climas con temperaturas medias anuales superiores a 30 °F; sin embargo, se pueden usar junto con otro sistema de calefacción en climas más fríos para aumentar la eficiencia de la calefacción. También se pueden utilizar para brindar una refrigeración de aire eficiente en los meses más cálidos.

Opciones de bajo costo o sin costo

Aislamiento y sellado: sellar fugas alrededor de ventanas, puertas y otras aberturas en un edificio cerrado son formas sencillas de reducir la pérdida de energía. Sellar y agregar aislamiento a las cavidades del techo es eficaz para evitar que el aire caliente circule fuera del edificio. Las paredes aislantes también ayudan a reducir la pérdida de calor.

Calentador de agua de caldera: aislar el calentador de agua con una camisa de agua e instalar aislamiento en la tubería en las líneas de agua caliente reduce la pérdida de calor y el consumo de energía del calentador de agua y no es costoso. Como mínimo, se debe aislar la tubería en los primeros 20 pies desde el calentador de agua. Los calentadores de agua eléctricos se pueden aislar por completo, mientras que los calentadores de gas y aceite no se deben cubrir cerca del conducto caliente.

Configuraciones y controles: por una pequeña inversión, los termostatos programables ofrecen una gran oportunidad para ahorrar energía al permitir que las temperaturas se establezcan en un horario que sea útil para los trabajos de la granja. Bajar la temperatura unos pocos grados puede marcar una gran diferencia. Para las unidades combinadas que calientan y enfrían, establezca los objetivos de calefacción y refrigeración con varios grados de diferencia para crear una zona neutral para que las unidades no funcionen de manera continua. En los establos, las vacas están mejor entre 25 °F y 60 °F.

Cortinas de tiras: las cortinas de tiras son cortinas de plástico suave que se utilizan en puertas y aberturas entre áreas con y sin calefacción o áreas con y sin aire acondicionado para minimizar el intercambio de aire. En una granja lechera, son una opción de bajo costo para contener el calor de una sala cerrada a un establo abierto.

Cortinas de aire: las cortinas de aire se instalan entre las áreas calientes y no calientes para minimizar la infiltración. Tienen el mismo propósito que las cortinas de tiras, pero en lugar de una barrera física, son máquinas que soplan una pared de aire hacia abajo en las aberturas para crear una barrera para el aire caliente.

Mantenimiento del sistema: el mantenimiento frecuente del equipo reduce los costos de energía y prolonga la vida útil del equipo.

- Calentadores de gas y aceite: los controles anuales de los calentadores de gas y aceite deben incluir la limpieza de los filtros de aire y los intercambiadores; una verificación de llama o prueba de combustión para controlar la eficiencia de combustión; inspección y limpieza de filtros de combustible, boquillas y válvulas; inspección, alineación y lubricación del motor del ventilador, correas y cojinetes (según corresponda). La llama azul indica una combustión limpia y la llama amarilla indica insuficiencia de aire.
- Calentador de agua de caldera: para reducir la acumulación de sedimentos, que provoca un funcionamiento ineficaz, el depósito de agua de la caldera debe vaciarse de manera periódica. Instale una válvula en el drenaje del tanque y, cuando el nivel de agua del tanque sea bajo, drene el agua sobrante para usos generales diarios. Vacíe completamente el tanque, al menos, dos veces al año. Inspeccione y repare las fugas en los accesorios y los grifos.
- Termostatos: el contacto de metal en los termostatos de estilo antiguo puede estar desviado en muchos grados y funcionará mejor y con mayor precisión si se limpia y recalibra todos los años. Los termostatos electrónicos requieren limpieza.

Tabla 16. Ahorros promedio de energía para mejoras en la calefacción del edificio

Recomendaciones sobre mejoras	Rango de ahorro anual (porcentaje de reducción del costo de energía)	Rango de costo total instalado (\$)	Retorno de inversión típico (años)
Actualizar a calentadores de alta eficiencia	5 %–30 %	\$500– más de \$10,000	7.5 años
Instalar cortinas de aire	~30%	\$250–\$1500	3 años
Instalar cortinas de tiras	10 %–40 %	\$100–\$250	3 años
Instalar aislamiento y sellado	3 %–15 %	\$1.50–\$2.50/ft	3.5 años
Instalar y programar controles de temperatura y horarios	5 %–12 %	\$500– más de \$15,000	4.5 años

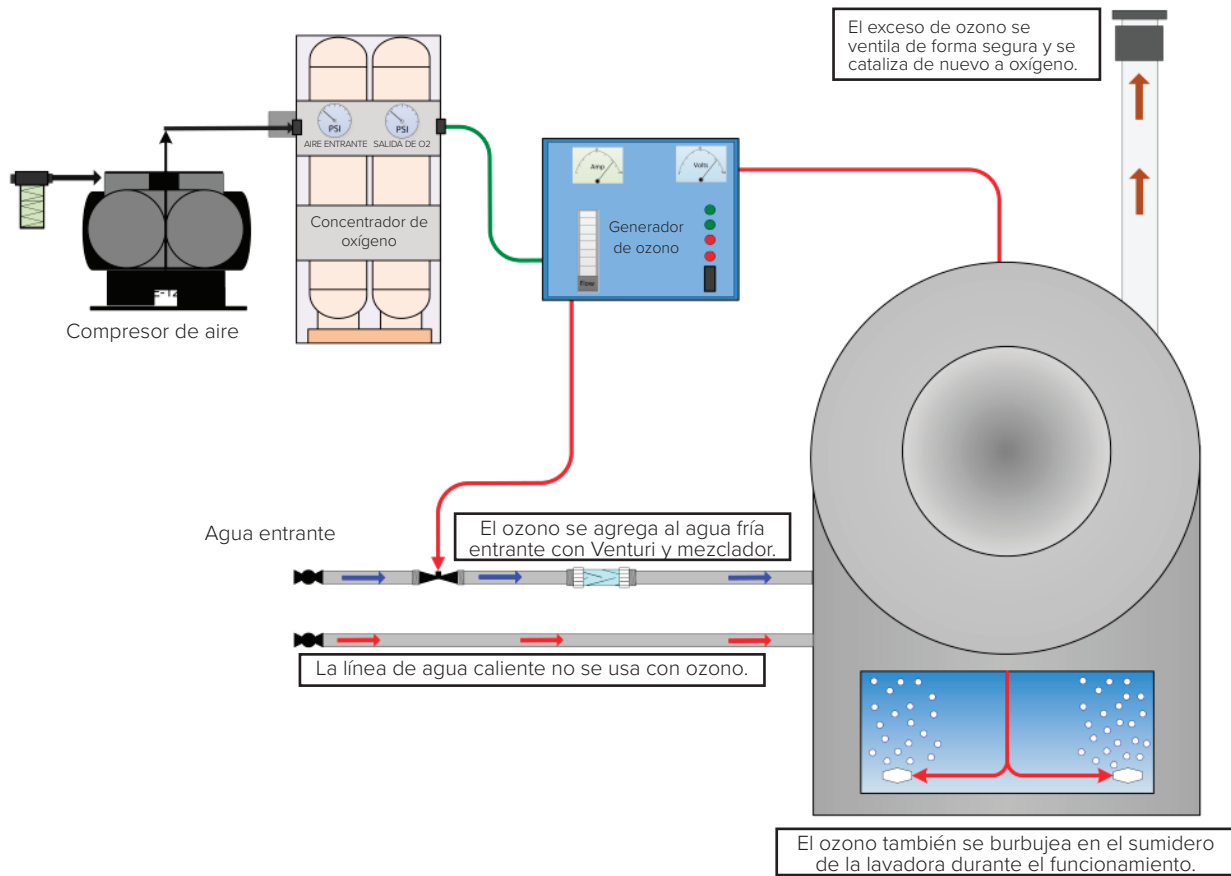
Lavadoras

Las lavadoras de bajo consumo, los sistemas de lavado con ozono y los detergentes a temperatura reducida son algunas formas de reducir el consumo de agua y energía para el lavado de productos lácteos.

En el caso de las lavadoras comerciales, el sistema de lavado con ozono ofrece una gran oportunidad para ahorrar energía. Las máquinas de ozono se utilizan mucho en el sector de la hostelería y utilizan gas de ozono (hecho de oxígeno) en lugar de calor y detergente para limpiar y desinfectar, como se muestra en la Imagen 7. Esta tecnología reduce el consumo de agua caliente asociado con el lavado de ropa entre un 80 % y un 100 % y el consumo general de agua en, aproximadamente, un 25 %. También reduce la cantidad de productos químicos utilizados para la limpieza y elimina los virus y las bacterias con mayor eficacia que la lejía. Otros beneficios que no están relacionados con la energía incluyen la reducción del tiempo de secado.

Para las lavadoras comerciales y residenciales, aquellas de alta eficiencia con calificación Energy Star® son una buena opción y se obtienen fácilmente. Las máquinas comerciales son mejores para extraer agua que las unidades residenciales, ya que reduce la cantidad de energía necesaria para el secado y también los costos. Los dispositivos complementarios del sistema de lavado con ozono están disponibles para reducir, aún más, el consumo de energía y agua.

Sistema de ozono para aplicaciones de lavandería



Opciones de bajo costo o sin costo

Mantenimiento del sistema: los sistemas de lavado con ozono requieren controles periódicos para garantizar que los niveles de ozono permanezcan por debajo de los límites aceptables y que la limpieza sea efectiva.

Detergente a temperatura reducida: el detergente a temperatura reducida reduce la cantidad de energía necesaria para calentar el agua para la limpieza hasta en un 50 %, al mismo tiempo, reduce el desgaste de los componentes de la lavadora.

Configuración de la lavadora: utilice los modos ecológicos y solo use agua caliente para desinfectar cuando sea necesario. Utilice ciclos de lavado más cortos cuando sea apropiado.

Tabla 17. Ahorros promedio de energía para mejoras en las lavadoras

Recomendaciones sobre mejoras	Rango de ahorro anual (porcentaje de reducción del costo de energía)	Rango de costo total instalado (\$)	Retorno de inversión típico (años)
Lavadora comercial de ozono	~40%	\$2500–\$3500	1 año
Lavadora comercial de alta eficiencia	~25%	\$6000–\$12000	6.5 años

Guía en línea de energía sobre marcas y modelos de lavadoras:

- <https://www.energystar.gov/products>

Gestión del tiempo de consumo

La demanda eléctrica máxima es la cantidad instantánea de electricidad que se utiliza en un momento dado, medida en kilovatios (kW). Las empresas de servicios eléctricos están preocupadas por la demanda máxima porque deben mantener la calidad de la energía con el equipo adecuado y la capacidad de suministro de energía para satisfacer la carga máxima. La demanda máxima, generalmente, se monitorea en un promedio móvil de 15 minutos por mes. Con el fin de pagar por la capacidad de generación y transmisión y así satisfacer la demanda máxima, las empresas de servicios públicos pueden cobrar a los usuarios un costo de demanda fijo en función del período de demanda de 15 minutos más alto por mes (o algún otro período específico).

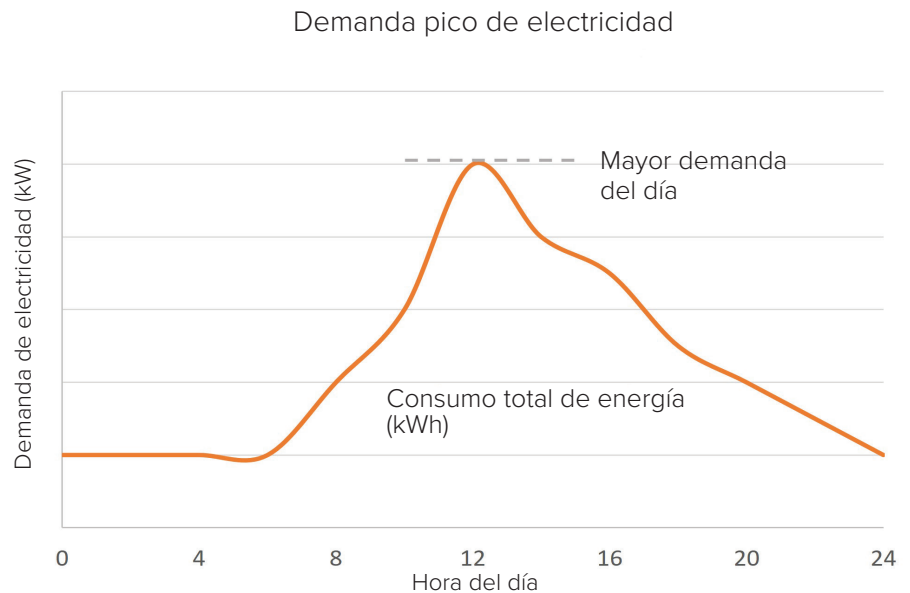
Como se muestra en la Imagen 8, la demanda es diferente del consumo de electricidad real. El consumo es el uso real de electricidad, medido en kilovatios hora (kWh). Algunas empresas de servicios públicos tienen tasas de consumo que varían a lo largo del día, según la hora en que se produce el pico. Esto se conoce como tarifas según hora de consumo. Las tarifas más altas están asociadas con períodos del día en los que la empresa de servicios públicos ve una mayor demanda en todos los usuarios de la red.

Dado que la demanda de electricidad se basa en el momento en que se consume la energía, se pueden reducir los costos por demanda individual administrando mejor el momento en que se usa el equipo. Esto es lo que se conoce como gestión del tiempo de consumo. Una

revisión de la estructura tarifaria de los servicios públicos de electricidad determinará si las tarifas varían a lo largo del día y qué valor de demanda máxima se está cobrando a la granja. Comparar eso con la hora del día en que funciona el equipo agrícola determinará si hay oportunidades de ahorro.

Al hacer funcionar el equipo fuera de las horas pico y reducir su requerimiento de energía máximo, los costos de energía, a menudo, se pueden reducir considerablemente. Los ejemplos incluyen cambiar el riego a las últimas horas de la noche o escalar el uso de equipos de alta energía (como calentadores, ventiladores y bombas de leche) para reducir el consumo máximo de energía.

Imagen 8. Ejemplo de curva de demanda máxima de servicio eléctrico para un día.



Energía renovable

El término energía renovable se refiere a una fuente de energía que se repone permanentemente en un corto período de tiempo. La energía que proviene del sol, el viento, el agua o los procesos biológicos se considera un recurso renovable. Las tecnologías específicas de energía renovable incluyen biodigestores, energía solar fotovoltaica, solar térmica, geotérmica, hidráulica, turbinas eólicas y más.

Con frecuencia se detectan varias oportunidades para que los sistemas de energía renovable en las granjas satisfagan, al menos, algunas de las necesidades energéticas de la granja; sin embargo, el potencial de producción de energía es muy específico según la ubicación. Los sistemas de energía renovable también suelen requerir una inversión significativa. Antes de emprender estos proyectos, se debe minimizar el consumo de energía a través de proyectos de conservación y eficiencia, como los descritos en esta guía. De esta manera, el diseño del sistema de energía renovable es tan grande como necesite serlo. Una vez que se instalan las medidas de eficiencia energética, se debe realizar una evaluación de energía renovable o un estudio de factibilidad en el sitio para comprender completamente la situación económica del proyecto (teniendo en cuenta los créditos fiscales, la depreciación, los costos de operación y mantenimiento y los incentivos disponibles) y las regulaciones de la red eléctrica local.

Por lo general, los proyectos de energía renovable en las granjas lecheras incluyen biodigestores que usan gas metano del estiércol de vaca para generar electricidad y calor, y sistemas solares fotovoltaicos (PV) para producir electricidad. Los sistemas fotovoltaicos se pueden montar en el suelo o en el techo, como se muestra en la Imagen 9. Un sistema montado en el techo aprovecha la infraestructura existente, por lo tanto, puede costar menos, pero los sistemas montados en el suelo pueden ubicarse de manera más óptima para una mejor exposición al sol y producción de energía. Se pueden construir de modo tal que las vacas puedan pastar debajo y reciban sombra, o bien, para se pueda cultivar. La mayoría de los sistemas de energía renovable son escalables y se pueden utilizar en operaciones de cualquier tamaño. Los sistemas pequeños que no están conectados a la red eléctrica se pueden utilizar en áreas remotas.

Imagen 9. Producción de energía renovable solar fotovoltaica en granjas lecheras.



Recursos para agricultores

Programas y oportunidades de financiamiento de proyectos

Existen varios recursos para un agricultor interesado en acceder a asistencia o financiación para auditorías energéticas, estudios de viabilidad, eficiencia energética y proyectos de energía renovable. A continuación se muestra un resumen de cada uno de los recursos actualmente disponibles para las granjas de Nueva York. Le aconsejamos consultar directamente con estas agencias y programas, ya que la disponibilidad de fondos y las ofertas de programas están sujetas a cambios.

Programa de auditoría de energía para la agricultura de NYSERDA

NYSERDA ofrece servicio técnico para identificar medidas de eficiencia energética para granjas elegibles y productores en granjas, incluidas lecherías, granjas de frutales o verduras, invernaderos, viñedos, secadores de granos y granjas avícolas o de huevos. Las granjas pueden solicitar el nivel de auditoría energética que mejor se adapte a las necesidades de su granja. NYSERDA asignará un Consultor de Servicio Técnico Flexible (FlexTech) para que visite su granja y le realice una auditoría energética sin costo. Las granjas también deben ser clientes de servicios públicos de inversionistas del estado de Nueva York y contribuir con el cargo por beneficios en el sistema eléctrico (SBC). Consulte las facturas de servicios públicos actuales de su granja para saber si es elegible.

Tabla 18. Tipos de auditoría de energía para la agricultura de NYSERDA.

Nivel de auditoría	Actividades de auditoría	Tipo de informe que recibe la granja
Integral	Auditoría de energía detallada	Informe de auditoría de energía con evaluaciones y cálculos de las medidas de conservación de energía apropiadas, incluido el retorno de inversión. Cumple con los estándares S612 del Instituto Estadounidense de Estándares Nacionales (ANSI) y de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Agrícolas y Biológicos (ASABE).
Específica	Auditoría de energía enfocada en sistemas específicos, medidas de eficiencia energética o energías renovables.	Informe de análisis de energía específico del sistema

Estas auditorías de energía brindan una descripción general del consumo de energía actual y brindan recomendaciones de proyectos de eficiencia en función de esos hallazgos, además de recomendar otras metas relacionadas con la energía en la agricultura. Para completar el análisis, se utilizan las facturas de servicios públicos del año anterior de la granja, las especificaciones del equipo existente y la información del tiempo de ejecución. Se realizan visitas al sitio para hacer un inventario de los equipos y sistemas existentes actualmente en uso. El informe de auditoría completo proporciona una lista de recomendaciones para hacer mejoras con ahorros de costos y energía asociados y un período de amortización anticipado, mientras que la auditoría específica analiza sistemas específicos o evalúa la rentabilidad del sistema de energía renovable.

Una vez que se complete la auditoría, un representante del Programa de Auditoría de Energía para la Agricultura de NYSERDA revisará la auditoría con usted y responderá cualquier pregunta general sobre el informe y las recomendaciones. El representante también ayuda a identificar incentivos financieros, reembolsos y subvenciones para apoyar el avance de cualquier proyecto.



Para obtener más información sobre las auditorías de energía de NYSERDA sin costo para las granjas del estado de Nueva York visite nyserdera.ny.gov/All-Programs/Programs/Agriculture-Energy-Audit, envíe un correo electrónico a aEEP@nyserdera.ny.gov o llame al 1-800-732-1399.

Programa para construcciones comerciales nuevas de NYSERDA

NYSERDA puede brindar apoyo técnico y financiero a los solicitantes o a sus equipos de diseño para identificar e instalar oportunidades de eficiencia energética, electrificación beneficiosa y reducción de carbono. El objetivo del programa es lograr niveles neutros de carbono en construcciones nuevas no residenciales y de uso mixto, cambios de uso y renovaciones sustanciales en edificios existentes. Un edificio neutro en carbono es aquel en el que el diseño, la construcción y las operaciones no contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero que provocan el cambio climático.

El Programa para Construcciones Comerciales Nuevas está disponible para que los clientes elegibles diseñen y construyan proyectos que alcancen los niveles de rendimiento neutros de carbono en construcciones nuevas, renovaciones sustanciales y cambios de uso para edificios comerciales, industriales e institucionales en el estado de Nueva York.

Comuníquese a través del sitio web NewConstructionProgram@nyserda.ny.gov.

Programas de servicios públicos del estado de Nueva York

Todos los clientes comerciales, incluidas las granjas lecheras, son elegibles para solicitar incentivos en su empresa de servicios públicos de electricidad propiedad de inversionistas del estado de Nueva York.

Clientes de National Grid

www.nationalgridus.com/Upstate-NY-Business/Energy-Saving-Programs/Agri-business-program

Actualice su equipo o planifique una expansión con la ayuda de nuestros incentivos para eficiencia energética y oportunidades de subvenciones. Llame al 855-236-7052 o mande un correo electrónico a energysavings@nationalgrid.com para discutir las oportunidades para su negocio agrícola.

Clientes de NYSEG and RG&E

Para obtener una lista completa de las actualizaciones elegibles, consulte nuestros catálogos de reembolsos en www.nyseg.com/cirp o en www.rge.com/cirp. Los reembolsos prescriptivos están disponibles para ventiladores de establo, equipos de preenfriamiento de leche, recuperación de calor/refrigeración de leche y bombas de vacío para extracción de leche. Llame al 888.316.8023 o mande un correo electrónico a Clenergysavings@franklinenergy.com

Orange y Rockland

www.oru.com/custom, www.oru.com/prescriptive

Reembolsos e incentivos para actualizaciones para eficiencia energética. Póngase en contacto con un representante para obtener más información. Llame al 1-877-434-4100 o mande un correo electrónico a dlenergyefficiencyprograms@coned.com.

Central Hudson

www.cenhud.com/my-energy/save-energy-money/business-incentives/

Si tiene preguntas comuníquese con nosotros a través del correo electrónico CHGEPPrograms@icfi.com o llame al 800-515-5353. El personal de nuestro programa está disponible para analizar su proyecto y ayudarlo.

ConEdison

<https://www.coned.com/en/save-money/rebates-incentives-tax-credits/rebates-incentives-tax-credits-for-commercial-industrial-buildings-customers>

El Programa de Eficiencia Energética Comercial e Industrial (C&I) de Con Edison ofrece incentivos para instalar tecnologías y equipos eléctricos y de gas de bajo consumo. La eficiencia energética puede ayudar a mejorar los resultados al reducir el consumo de energía y los costos de mantenimiento al mismo tiempo que aumenta la eficiencia operativa. Estas actualizaciones también pueden ayudar a proteger el medio ambiente. Envíe las solicitudes al correo electrónico commercial@coned.com.

Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA)

Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS)

Programa de Incentivos para Calidad Ambiental

<https://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/main/ny/programs/finacial/eqip/>

NRCS ofrece asistencia financiera y servicio técnico para ayudar a los productores agrícolas y a otros propietarios de tierras a abordar las preocupaciones sobre los recursos y a mantener las mejoras de conservación en sus tierras. La Iniciativa de Energía para Granjas del Programa de Incentivos para la Calidad Ambiental de Servicio de Conservación de Recursos Naturales (NRCS) ayuda a los agricultores y ganaderos a realizar mejoras voluntarias que pueden aumentar la eficiencia energética en la granja. Desde el inicio del programa en 2009, los agricultores de todo el país han recibido beneficios para actualización de equipos, incluidos descuentos para insumos, más productividad por unidad de energía consumida por equipos e iluminación, y reducción de contaminantes del aire y emisiones de gases de efecto invernadero a causa de la generación de energía para usos agrícolas.

Desarrollo rural

Estos programas ofrecen financiamiento para completar auditorías de energía, brindar asistencia para el desarrollo de energía renovable, realizar mejoras en la eficiencia energética e instalar sistemas de energía renovable. La sección de Desarrollo Rural tiene programas que ayudan a convertir fuentes de calefacción antiguas en tecnologías más limpias, producir biocombustibles avanzados, instalar paneles solares, construir biorrefinerías y mucho más. La sección de Desarrollo Rural del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos está a la vanguardia del financiamiento de energía renovable, y brinda opciones que incluyen subvenciones, préstamos garantizados y pagos.

Subvención para actividades de valor agregado para productores

<https://www.rd.usda.gov/programs-services/value-added-producer-grants>

Proporciona fondos de subvención para la planificación y los gastos de capital de trabajo para ayudar a los productores agrícolas a iniciar actividades de valor agregado.

Programa de Energía Rural para Estados Unidos (REAP)

La sección Desarrollo Rural proporciona subvenciones y préstamos para instalaciones de energía renovable y mejoras para lograr eficiencia energética en instalaciones o procesos existentes a través del REAP.

Contactos:

Gary Pereira	Gary.Pereira@usda.gov	Trabajo (315) 570-2233	Celular (315) 530-3433
Denise Quinn	Denise.Quinn@usda.gov	Trabajo (315) 477-6426	Celular (315) 766-0029
Susan Galster	Susan.Galster@usda.gov	Trabajo (315) 477-6430	Celular (315) 766-0066



NYSERDA

**New York State
Energy Research and
Development Authority**

17 Columbia Circle
Albany, NY 12203-6399

Línea gratuita: 866-NYSERDA
Línea local: 518-862-1090
Fax: 518-862-1091

info@nyserda.ny.gov
nyserda.ny.gov