



Incremento de la eficiencia de consumo energético para una planta de chocolates y caramelos

Juan Andrés COELLO CASSINELLI^a y Luis Daniel PRIETO^b bajo la dirección de Mayra Liuvina VEGA CHICA^c

a Ingeniero Mecánico. E-mail juan.coello@uees.edu.ec

b Ingeniero Mecánico. E-mail luis.prieto@uees.edu.ec

c PhD en Administración Estratégica de Empresas. E-mail mvegach@uees.edu.ec

SÍNTESIS:

El caso implica el análisis de consumo energético en una planta de producción de alimentos de acuerdo con el volumen de producción de productos mensuales, y determinar diferentes alternativas para disminuir el consumo de energía eléctrica siendo el de mayor impacto sobre el costo de producción y así mejorar el precio final de los productos fabricados.

DESCRIPCIÓN:

La planta de producción fabrica 670 toneladas promedio de distintos productos de chocolates y caramelos, sin embargo, se tiene un costo directo de aproximadamente \$1.400K anual que impacta al precio del producto final, ya que para los procesos de fabricación se requiere el consumo de búnker, energía eléctrica y agua de las diferentes líneas de proceso, siendo la energía eléctrica la de mayor consumo y costo unitario, por lo tanto, se tiene una oportunidad de mejora al disminuir el consumo de energía eléctrica para que este costo indirecto no impacte en el precio final del producto.

DEFINICIÓN DE LA OPORTUNIDAD:

Por medio del análisis del histórico de consumo, se pueden establecer indicadores para monitorear el comportamiento por tonelada de producción mensualmente el consumo por tonelada producida e implementar estrategias y nuevas tecnologías para disminuir el consumo de energía de la planta de producción de chocolates y confites

OBJETIVO RELEVANTE DEL NEGOCIO:

Disminuir el consumo por tonelada en un 12% de energía eléctrica para el cierre del año 2026 por medio de diferentes alternativas de modulación de consumo e implementando equipos de reducción o control de energía.

**ALTERNATIVAS
DE ANÁLISIS
ELEGIDA:**

Se analizará indicadores de consumo por tonelada producida y se realizará una proyección a futuro del consumo energético por medio de datos históricos, por medio de estos parámetros se verificarán rangos de consumo y se propondrá la implementación de una alternativa integral que garantice la disminución de consumo requerida las distintas estrategias ser comprobará la mejora de estas, también se analizará el retorno de la inversión TIR comprobando la rentabilidad de la implementación de nuevos equipos o estrategias de ahorro de energía.

1. Oportunidad o problema

1. Identificar la oportunidad/problema

La planta de producción de chocolates y confites está ubicada en la ciudad de Guayaquil, la cual produce un promedio de 670 toneladas mensuales de diferentes variedades de productos de chocolates y caramelos los cuales son exportados e importados al mercado nacional e internacional.

Para el proceso de producción de chocolates y confites se requiere el suministro de diferentes tipos de energía, como búnker para la provisión de vapor de las diferentes líneas de producción que la requieran, suministro de agua para el proceso de limpieza y elaboración de jarabes y energía eléctrica la cual se suministra a los diferentes equipos o maquinarias para la fabricación de los productos.

La planta de producción de chocolates y confites ha venido produciendo diferentes tipos de productos de chocolates y caramelos para exportación e importación durante más de 30 años, donde se tienen varias líneas de producción para fabricar las diferentes referencias de productos. En el área de chocolatería se fabrican chocolates desde el cacao en grano donde pasa por diferentes procesos, como limpieza del grano de cacao, tostación, molienda del grano, prensado para producir licor y manteca de cacao, luego pasa al área de preparación de masas donde se incluyen aditivos para luego refinar el chocolate, posteriormente pasan por las diferentes moldeadoras para producir las distintas referencias de chocolates, como son bombones, chocolates en barras, chocolates con galleta, galletas bañadas y chocolate en polvo y finalmente pasan por el proceso de empaquetado de los chocolates.

Para la fabricación de confitería empieza por la preparación de jarabe con agua y azúcar, más tarde pasan por los pre-cocinadores para calentar y preparar la masa para la fabricación de caramelos, luego pasan por mesas de enfriamiento para endurecer la masa, posteriormente pasa por troqueles o formadores de caramelos duros, blandos y chupetes, finalmente pasan por el proceso de enfriamiento a baja temperatura para formar los caramelos y el proceso de empaquetado o envasado de los mismos.

Los diferentes procesos de producción requieren de diferentes tipos de energía, como energía eléctrica, hidráulica, neumática y vapor. Luego de un análisis de costos unitarios se determina que el tipo de energía se tiene que el mayor impacto en costos de producción es la energía eléctrica, ya que por la variedad de equipos y líneas de producción estas consumen una cantidad significativa de energía que afecta al costo final del producto tanto de chocolates como confites, por lo que se requiere tener un control del consumo mensual con respecto a las toneladas planificadas durante el año 2024.

Se tiene datos históricos de consumo de energía eléctrica de la planta desde el año 2019 y control de producción mensual durante todos los años, por medio de estos datos y plan de producción anual proyectado para el 2026 se establecerá un indicador de consumo de energía eléctrica para tener un mayor y mejor entendimiento del comportamiento de consumo mensual durante el año en curso y que permita identificar oportunidades para disminuir el mismo.

El principal objetivo es decrementar el consumo de energía eléctrica que se suministran a las máquinas de fabricación de productos, con este objetivo se logrará minimizar el costo de fabricación de los chocolates y confites.

En la tabla 1 se observa el costo de producción total de producto final donde se verifica que el costo energético es de \$0,11 ctvs., y representa el 3% del valor total, pero mayor impacto de consumo energético es la energía eléctrica representando un 50% del valor total de consumo energético.

Tabla 1

Ejemplo del costo de producción mensual, donde se observa que el costo promedio de carga energética es de \$0,11 ctvs.

	AOP	MES	C.U. AOP	C.U. MES	
TON	800	627			
MP	\$1,993	\$1,936	\$2.49	\$3.09	82%
MOD	\$175	\$166	\$0.22	\$0.27	7%
MOI	\$93	\$91	\$0.12	\$0.15	4%
FABRIL	\$83	\$71	\$0.10	\$0.11	3%
OBZ	\$152	\$105	\$0.19	\$0.17	4%
			\$3.12	\$3.78	

E.E. 50%
 Búnker 35%
 Agua 15%

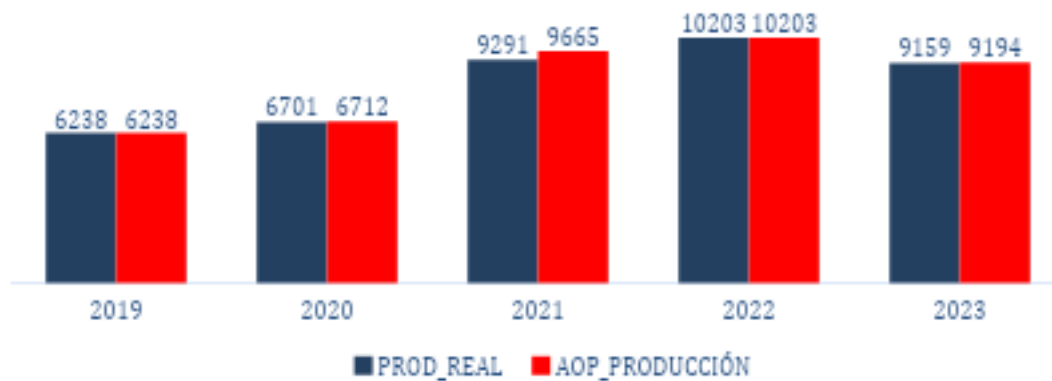
Nota: La tabla representa los distintos costos de producción, como materia prima (MP), mano de obra directa (MOD), mano de obra indirecta (MOI), consumo de energía y gasto OBZ (gasto de producción y mantenimiento), donde el consumo energético representa el 3% del valor total.

En la figura 1 se muestra la tendencia de aumento de producción desde el 2019 al 2023, donde se puede observar que después del 2020 la producción creció un 43% debido a

la instalación de nuevas líneas de fabricación de caramelos, del 2021 al 2023 la tendencia ha ido en aumento con un crecimiento promedio de 7%, se estima que para el 2024 aumente la demanda en un 29%.

Figura 1

Toneladas anuales de producción versus el plan de demanda anual del 2019 al 2023

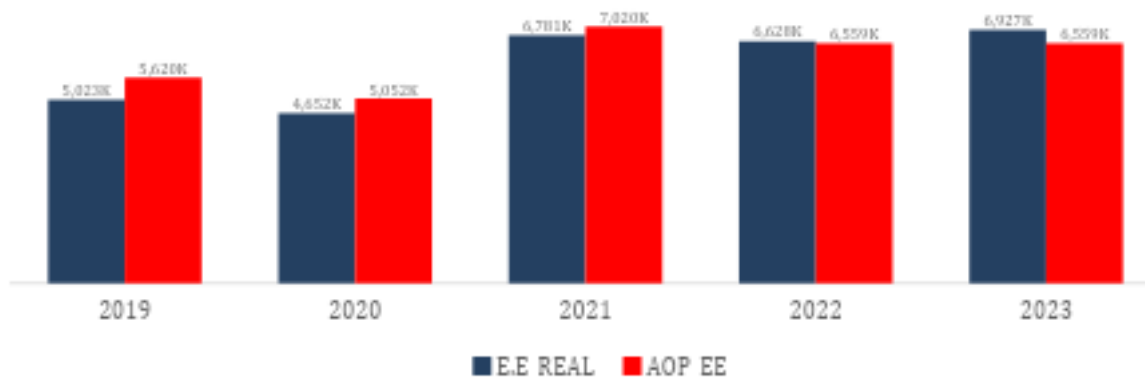


Nota: El gráfico representa las toneladas proyectadas versus las toneladas reales producidas desde el 2019 al 2023, donde se observa el aumento de producción desde el 2019 al 2023 en un 47% en los últimos 5 años.

En la figura 2 se muestra el aumento de la demanda de energía eléctrica desde el 2019 al 2023, por lo que creció un 38% en los últimos 4 años, debido a la instalación de nuevos equipos de producción e instalación de equipos auxiliares requerida para el proceso.

Figura 2

Consumo de energía eléctrica de la planta desde el 2019 al 2023.

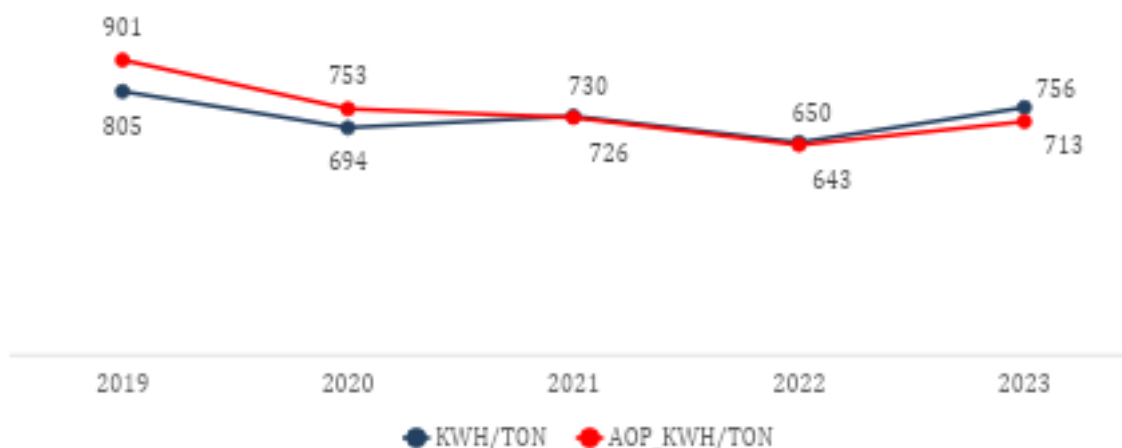


Nota: En el gráfico se observa el crecimiento de la demanda eléctrica en los últimos 5 años en kwh/h.

En la figura 3 se observa el indicador de consumo de energía eléctrica por tonelada (kwh/ton), se observa que hay un aumento del indicador a partir del 2020 y los siguientes años, por lo que no se cumple la meta con respecto a la proyección del 2020 al 2023, con una diferencia considerable en el año 2023 del 6%.

Figura 3

Indicador de energía eléctrica por tonelada desde el 2019 al 2023.



Nota: El gráfico representa el indicador de consumo de energía eléctrica vs la proyección en los últimos 5 años, donde a partir del 2020 el consumo por tonelada real es mayor que el objetivo anual. Kwh/ton – consumo real por cada tonelada producida; AOP – plan de operación anual (meta)

2. Formalizar la declaración de la O/P

El análisis a realizar y el plan de implementación asociado a este permitirá lograr la reducción de consumo de energía eléctrica lo cual impactará positivamente al costo de producción en un corto plazo. Lo último se traducirá en una mejora en el margen de ganancias o en la reducción del costo de venta, haciendo los productos más competitivos en el mercado ecuatoriano actual, a la vez que se logra adherencia con los planes estratégicos de sostenibilidad de la corporación.

3. Identificar objetivos a partir de la O/P

La misión de la compañía es fabricar productos con los mejores estándares de calidad de una manera más eficiente, por lo que para producir estos productos debemos mejorar la eficiencia de los procesos productivos de la planta, por lo tanto, este estudio se alinea a los objetivos de la empresa, implementando nuevos sistemas de ahorro que ayudarán a bajar el consumo de energía eléctrica por tonelada de producción de la fábrica.

Minimizando el consumo lograremos obtener un mayor rendimiento y mejorar el costo del producto final, dentro de las metas podremos alcanzar estándares más altos para conseguir que la planta de producción sea más eficiente en términos energéticos, implementando estrategias y sistemas de ahorro de energía que aumentarán el rendimiento de fabricación de la planta de chocolates y confites.

Objetivos:

1. Elaborar una estrategia de costo efectiva para minimizar el consumo de energía eléctrica en un 12%
2. Mejorar el costo de producción unitario, así como el margen de ganancia por cada SKU.
3. Identificar las alternativas de inversión requeridas para actualizar el parque industrial de la planta de producción hacia equipos con mayor eficiencia y buscando recuperar la inversión en menos de 4 años.
4. Lograr el aumento en la adherencia con las políticas de sostenibilidad de la organización.

4. Establecer prioridades en sus objetivos

El caso de estudio tiene las siguientes prioridades:

- Establecer estrategias de mejora en mantenimiento y producción en los diferentes procesos productivos de la planta para mejorar el rendimiento del consumo de energía eléctrica.
- Disminuir el consumo de energía eléctrica en un 12%.
- Minimizar el impacto de costo por tonelada producida de la energía eléctrica de la planta de producción.
- Implementar proyectos de mejora continua para generar ahorro de energía eléctrica.

5. Asignar indicadores de seguimiento y control para las opciones, además de los criterios o indicadores para comparar opciones

Métricas:

- Consumo de energía eléctrica mensual.
- Producción de toneladas de chocolates y confites mensual.
- Indicador de energía eléctrica por tonelada mensual dentro de 5 años.
- Valor actual neto (VAN) y retorno de la inversión (TIR).

2. Explorar, limitar y formalizar las alternativas

El aumento en los costos de energía ha llevado a las empresas a priorizar la gestión energética y la eficiencia en sus operaciones. Esto es esencial para mantener la competitividad y minimizar los costos de producción sin sacrificar la calidad de los productos o servicios. Implementar un programa de ahorro de energía puede liberar recursos económicos para otras actividades productivas y mejorar la posición competitiva de la empresa. Además, contribuye a la responsabilidad social corporativa y a los esfuerzos globales para mitigar el cambio climático. (Alcocer, 2008)

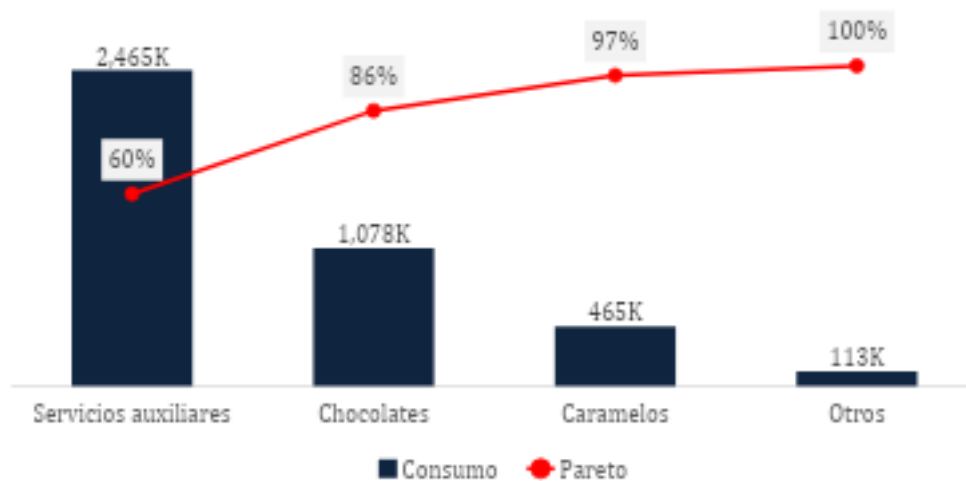
El consumo de energía para el año 2019 de Ecuador equivale a 42,564,000 BTU per cápita, siendo esta cifra más alta que la de sus vecinos inmediatos Perú y Colombia con 36,465,000 y 34,703,000 BTU per cápita, respectivamente (www.cia.gov, 2024) Siendo este un punto de partida para impulsar un uso eficiente y consciente de la energía en todas sus formas y todos sus ámbitos, sobre todo el área industrial manufacturero, el cual utiliza grandes cantidades de energías para transformar la materia prima en productos terminados destinados al consumo masivo.

A nivel de la planta de chocolates y confites, si bien existen otros rubros en los cuales se impacta el costo de producción de cada unidad, persiste el ahorro energético como una oportunidad de mejora de costos. De este gasto energético un 50% está asociado al consumo eléctrico, luego de analizar el consumo de la planta de chocolates y confites a través de un análisis de Pareto (como se observa en la fig. 4); se identificó que las áreas con mayor consumo de energía eléctrica son aquellas relacionadas a los servicios industriales, específicamente los equipos de climatización/refrigeración (HVAC) y los equipos de suministro de aire comprimido para procesos productivos (como se observa en la fig 5).

Las pérdidas de energía se dividen normalmente en técnicas y no técnicas, donde las pérdidas técnicas se dividen en fijas las referidas a la magnetización y establecimiento del campo eléctrico necesario para iniciar la generación o el trasiego de la corriente eléctrica, mientras que las pérdidas técnicas variables son las que están asociadas a aspectos ambientales (temperatura, sobrecargas y fallas) en relación directa con la gestión operativa, y las pérdidas no técnicas son parte de temas relacionados a las gestión integral de la empresa como energía eléctrica no facturada, problemas en la medición, fraude o robo. (Castro, 2022)

Figura 4

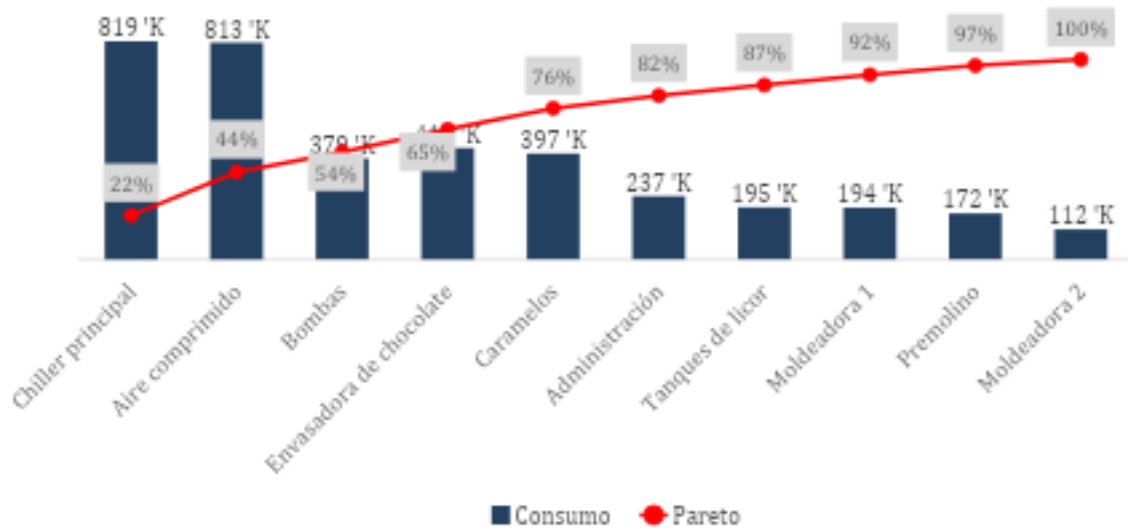
Consumo de energía eléctrica promedio por un año de las áreas



Nota: El gráfico representa un análisis de Pareto de consumos de energía promedio en un año donde se observa que el área con mayor consumo es la de servicios industriales con un promedio de consumo anual de 2465000 KWH.

Figura 5

Consumo de energía eléctrica promedio por un año de los equipos



Nota: El gráfico representa un análisis de Pareto de consumos de energía promedio en un año donde se observa que los equipos con mayor consumo de energía eléctrica son las máquinas de servicios industriales.

Asesores expertos empresariales, utilizan técnicas para incentivar al personal de las fábricas responsables de la parte técnica para la reducción de las facturas energéticas y de suministros, para plantearles retos de reducción de consumo energético incrementando sus pluses productivos. Así mismo, los empleados pueden plantear ideas para mejorar o aprovechar áreas que ellos trabajan y dominan, gracias a nuevas técnicas de mantenimiento, escuchan y buscan soluciones y mejoras a los problemas en los procesos cotidianos, recogiendo y aprovechando todo ese know how para su propio conocimiento y mejora continua. (Guía de ahorro energético, 2006)

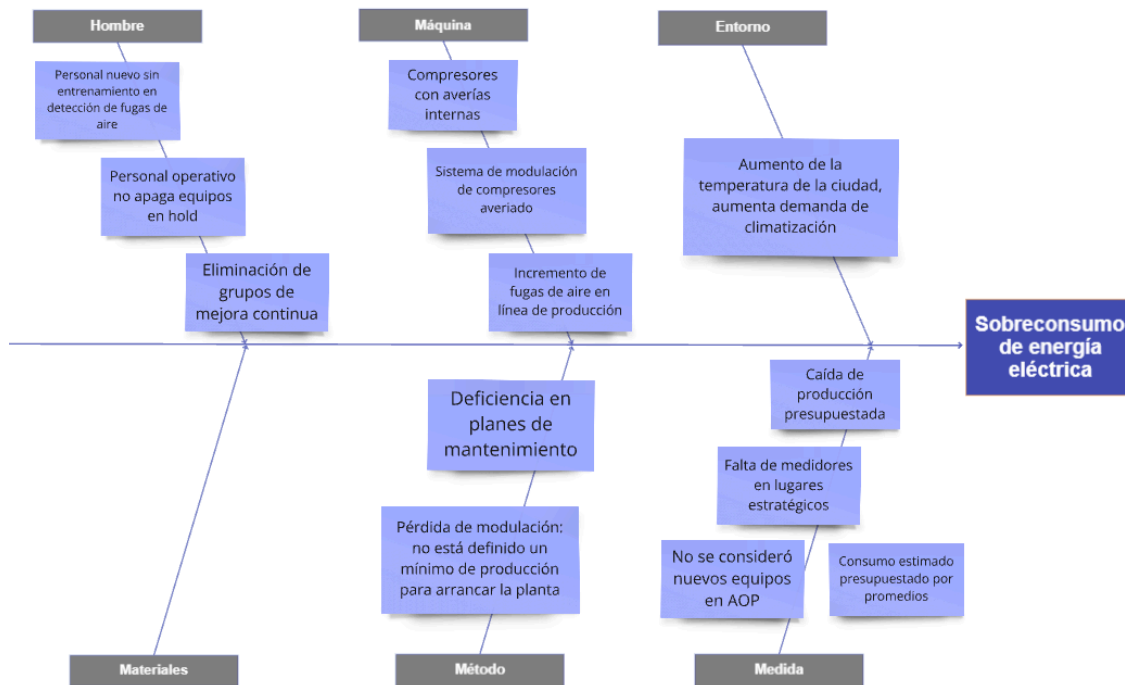
Tomando en cuenta el análisis anterior, se define que las alternativas deben enfocarse en mejorar la eficiencia a la par de disminuir las pérdidas en estos sistemas. Se define la eficiencia como “el cociente entre la energía requerida para desarrollar una actividad específica, y la cantidad de energía primaria usada para el proceso. (Claudia Sánchez, 2014).

Mientras que las pérdidas de estos sistemas hacen referencia a un desaprovechamiento o sub utilización de la energía consumida.

En la figura 6 se muestra los diferentes problemas del sobreconsumo de energía eléctrica, donde se identifican principalmente falta de capacitación del personal, problemas en la climatización de las áreas, fugas de aires en toda la planta y falta de una planificación de producción efectiva.

Figura 5

Diagrama de Ishikawa del sobreconsumo de energía eléctrica en la planta



Nota: El gráfico representa un análisis de Ishikawa donde se muestra los principales problemas detectados del sobre-consumo de energía eléctrica y con estos antecedentes poder implementar estrategias efectivas para bajar el consumo de energía eléctrica.

Revisando la literatura técnica asociada, se establecen algunas formas de aumento de eficiencia a través de controles, monitoreos y buenas prácticas operativas; tales como:

- En Sistemas HVAC: Modificación de la infraestructura, minimizando el volumen a refrigerar. Mejoramiento de la capacidad del condensador para realizar una efectiva transferencia de calor. Minimizar las pérdidas debido a malas prácticas operativas o de los usuarios en áreas climatizadas.
- En Sistemas de Aire comprimido: Garantizar una correcta modulación y configuración de los compresores de aire, el mantenimiento de cada uno de los componentes, eliminación de las pérdidas debido a fugas no controladas, reducción del uso del aire comprimido en maniobras que no lo ameritan.
- En sistemas de iluminación y alumbrado: Maximizar el uso de la iluminación natural en las áreas, utilización de sistema de alumbrados de bajo consumo.

Para lograr la eficiencia energética se debe asegurar el suministro energético necesario para cubrir los requerimientos de los usuarios mediante la diversificación de fuentes y la utilización de tecnologías limpias que garanticen la sostenibilidad, tanto medioambiental como económica. En la industria se logra optimizando los procesos industriales, aprovechando mejor el reciclaje de materiales, materias primas, implementando nuevas tecnologías, reciclando los residuos industriales y productos derivados. (Chicoma & Denisse, 2015)

Como parte del presente estudio se proponen alternativas que van desde un enfoque de ahorro por mejora de hábitos y aplicación de buenas prácticas, que condicionarían al personal operativo hacia una cultura de ahorro energético con una consecuencia directa sobre los indicadores.

Por otro lado, se propone iniciativas de proyectos de inversión, instalando equipos y/o modificando la infraestructura actual para aumentar las eficiencias de los procesos; estos deben ser, consecuentemente, evaluados desde la perspectiva de un retorno de inversión a mediano y largo plazo.

Adicionalmente, fue considerado un cambio en las estrategias de producción, las cuales pudiesen lograr ahorros de consumo efectivos y de rápida implementación.

Aterrizando estos 3 enfoques, es posible proponer 3 alternativas con un curso de acción definido:

a) Ahorros por estrategias Operativas.

Consiste en brindar al personal usuario las competencias adecuadas para la implementación de las mejores prácticas del sector, creando incentivos mediante campañas y acompañamiento; así como utilizar esto como parte de los ítems para su medición de desempeño. Este set de actividades contempla:

- Capacitación acerca del uso consciente de los recursos
- Reforzamiento de los hábitos de consumo
- Procedimientos para el uso de las áreas climatizadas
- Procedimientos para el uso correcto del aire comprimido
- Campaña de identificación y cierre de fugas de aire comprimido.
- Creación de metas por área con responsable asignado.
- Establecimiento de cultura de producción cuando los volúmenes lleguen a un mínimo establecido, garantizando la eficiencia en el uso compartido.

b) Ahorros por estrategias tecnológicas.

Consiste en utilizar al departamento de ingeniería y proyectos para abordar iniciativas de mejora de los sistemas identificados como principales consumidores de energía eléctrica, apuntando a lograr una reducción de los consumos, tales como:

- Implementación de sistemas de mejora de eficiencia de compresores (de Aire comprimido y HVAC), mediante la instalación de: Sistemas automáticos de modulación de consumo/demanda, arrancadores suaves para disminución de picos, variadores de frecuencia para regulación de velocidades, aislamiento térmicos en todas las tuberías del sistema de climatización.
- Modificación de la Infraestructura: Reducción de la altura del techado en las áreas climatizadas, seccionamiento de áreas a climatizar con control independiente, instalación de aires acondicionados tipo split en áreas administrativas y ubicaciones de áreas de almacenamiento limitado.

c) Ahorros por estrategias de planificación.

Consiste en enfocar los grandes volúmenes de producción en los meses donde el histórico de temperatura de la ciudad sean menores, tiempo en el cual se levantará el stock necesario para los meses de mayor temperatura. Con esto se logrará una mejor eficiencia en el uso del sistema de refrigeración y climatización, tomando en cuenta de que su consumo es proporcional a la temperatura del medioambiente en el cual los equipos de condensación funcionan.

Conectando las 3 estrategias principales mencionadas anteriormente, podemos obtener una disminución de la energía eléctrica del 10%, luego se realizará un análisis del retorno de la inversión y el VAN para estimar el ahorro logrado en los próximos 5 años con la implementación de nuevas tecnologías, planificación de la producción y capacitación al personal de planta.

A continuación, un resumen de los aspectos considerados al momento de analizar la viabilidad de cada alternativa, así como el impacto que pudiese tener en otras aristas del negocio:

Tabla 2

Análisis de viabilidad de cada alternativa

Alternativa	Impacto Operacional	Impacto Financiero	Impacto en la Cadena Productiva	Costos de la Implementación	Retorno de la Inversión Esperado (Tiempo)	Impacto Ambiental	Tiempo de Implementación	Impacto en la disminución del consumo	Compatibilidad con otras alternativas
1. Ahorros por estrategias operativas	Medio, ya que se migrará a las mejores prácticas operativas.	Bajo, se utilizarán los mismos recursos aprobados.	Alto, modificaría los niveles de stock si se logra producir en todas las líneas al unísono.	Bajo	Inmediato, por los niveles bajos de inversión.	Positivo: Medio	6 meses	Medio	Alta
2. Ahorros por estrategias tecnológicas	Alto, se requiere tiempo de sin operatividad para la implementación.	Alto, se requiere uso de Capex.	Bajo, es posible la implementación sin impactar la cadena.	Alto	Entre 3 a 5 años, por altos niveles de inversión.	Positivo: Alto	1 año	Alto	Alta
3. Ahorros por estrategias de Planificación	Alto, tendría que adecuarse la operación a nuevos esquemas de trabajo.	Bajo, se utilizarán los mismos recursos aprobados.	Alto, requerirá un cambio del esquema de la organización.	Bajo	de 1 a 3 años	Positivo: Alto	1 mes	Alto	Alta

Nota: la tabla representa el análisis de las tres alternativas, evaluando su impacto operacional, financiero y cadena de producción.

Se hace notar que cada alternativa tiene una ventaja competitiva sobre las demás, bien por su bajo coste o por su nivel de impacto en alguna de las aristas consideradas, siendo este el criterio utilizado para reducir las opciones de la fase de exploración inicial; además es posible estas opciones, proponen un cambio en la estrategia organizativa que desafía la forma como la organización puede aportar una solución innovadora a un problema global; no dejando de lado que cualquier ahorro energético generado; representará una disminución de emisiones contaminantes lo cual se alinearán con los objetivos corporativo de sostenibilidad.

La alta compatibilidad e independencia entre las tres alternativas, permitirá poner en consideración un catálogo de opciones en el cual se puede seleccionar sólo una o bien se pudiese encauzar la decisión por una selección múltiple de alternativas, en la cual se puedan complementar entre sí para potenciar el resultado esperado; no siendo excluyente de abordar las decisiones por etapas de ahorros crecientes.

3. Analizar y valorar las alternativas

Para analizar cada alternativa, primero se requiere proyectar el consumo normal en los próximos 7 años para verificar el retorno de la inversión de las diferentes alternativas, por lo tanto, se realizará una proyección del consumo de energía eléctrica de acuerdo con las toneladas proyectadas en los siguientes 7 años.

Por medio de los datos de consumo de energía eléctrica desde el 2021 hasta octubre del 2024 podemos observar en el anexo A los datos de consumo de energía eléctrica en kwh con respecto a las toneladas de producto final en la planta, y realizando un análisis estadístico de los datos se tiene una media de consumo de 618818 kwh, error típico de 13863 kwh, valor mínimo de 361484 kwh y valor máximo de 767656 kwh, con un coeficiente de correlación entre las toneladas fabricadas y el consumo eléctrico de un 89%, por lo que en la tabla 3 se muestra un resumen de los principales datos estadísticos. (Hernández Martín, 2012)

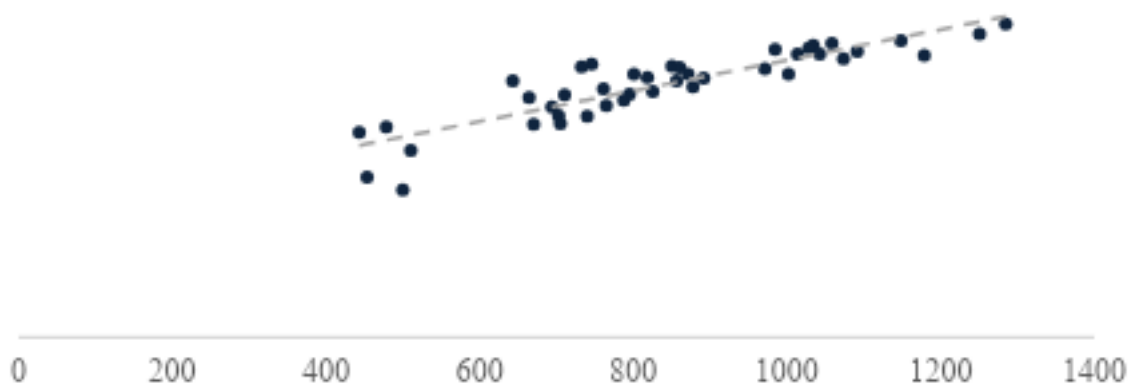
Tabla 3*Análisis estadístico de los datos de consumo de energía eléctrica del 2021 al 2024*

Estadística de datos de consumo	
Media	618818
Error típico	13863
Mediana	635825
Desviación estándar	89842
	807160807
Varianza de la muestra	8
Curtosis	0,91
Coefficiente de asimetría	-0,93
Rango	406172
Mínimo	361484
Máximo	767656
Suma	25990347
Cuenta	42
Mayor (1)	767656
Menor (1)	361484
Coefficiente de correlación	89%
Nivel de confianza (95,0%)	27997

Nota: la tabla representa el análisis estadístico del consumo eléctrico del 2021 al 2024 de los datos de consumo vs las toneladas producidas (Anexo A).

Con la correlación entre las toneladas de producción y consumo energético podemos determinar una tendencia entre los datos con un coeficiente de correlación del 89%, en la figura 6 podemos observar la línea de tendencia por medio del método de regresión lineal (Osorio, 2015), con su respectiva fórmula polinómica grado 3 con un R^2 de 0,81, por lo que representa una buena relación de datos para poder determinar la proyección en los próximos 5 a 7 años de producción.

Figura 6*Línea de tendencia entre las toneladas producidas y el consumo de energía eléctrica*



Nota: el diagrama de regresión lineal representa la línea de tendencia polinómica grado 3 con un coeficiente de determinación de 0,81.

Una vez obtenida la línea de tendencia podemos realizar una proyección más acertada de los próximos años del consumo de energía eléctrica de la planta, y a través de los datos proporcionados por el departamento de la planificación de la producción como se muestra en el anexo B donde se encuentran el plan de producción operacional tentativo para los próximos 7 años, en la tabla 4 tenemos un resumen de las toneladas proyectadas por del departamento de planificación.

Tabla 4

Plan de operación anual del 2026 al 2031.

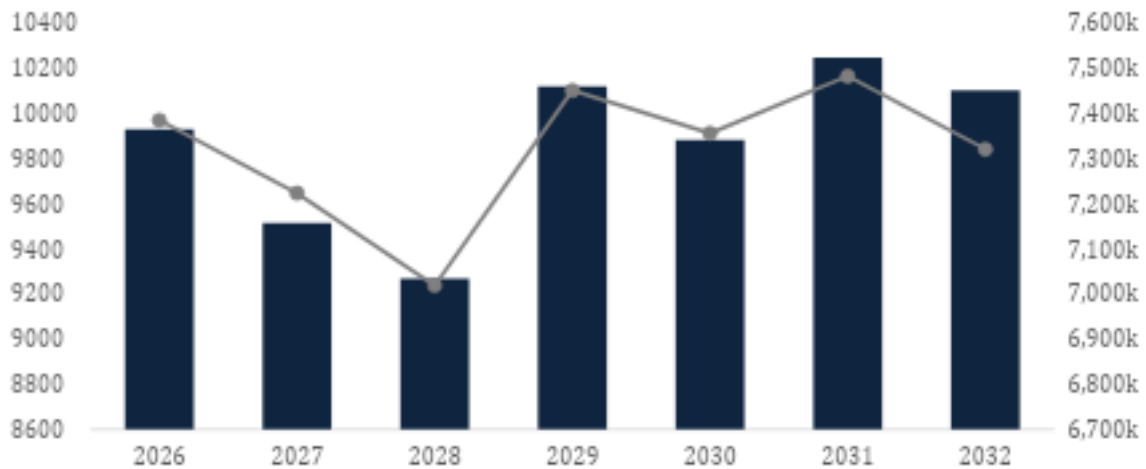
Año	Total
2026	9.930 T
2027	9.514 T
2028	9.266 T
2029	10.119 T
2030	9.880 T
2031	10.245 T
2032	10.100 T
Total	69.053 T

Nota: en la tabla se muestra el resumen de las toneladas proyectadas por el departamento de planificación de producción de acuerdo con la demanda proyectada desde el 2026 al 2032.

En función de la proyección de toneladas producidas podemos determinar la proyección del consumo eléctrico de la planta en los próximos 7 años como se muestra en la figura 7.

Figura 7

Proyección de consumo eléctrico del 2026 al 2032



Nota: la figura representa la proyección de consumo eléctrico vs las toneladas proyectadas del 2026 al 2032.

Por medio del histórico de consumo eléctrico por equipo como se muestra en el Anexo C, podemos establecer el consumo promedio de los equipos según las alternativas seleccionadas, en este caso serían el sistema HVAC con un 15%, aire comprimido con un 12% y coworking 5%. (Cruz, 2011)

En la tabla 5 se muestra la proyección de consumo anual en los próximos 7 años de estos sistemas según las alternativas tecnológicas consideradas anteriormente para el posterior análisis.

Tabla 5

Proyección de consumo eléctrico por equipos del 2026 al 2032

Año	Producción (Ton)	Proyección (KWH)	HVAC (KWH)	Aire Com. (KWH)	Coworking (KWH)
2026	9930	7.384k	1.108k	886k	369k
2027	9514	7.223k	1.083k	867k	361k
2028	9266	7.018k	1.053k	842k	351k
2029	10119	7.450k	1.117k	894k	372k
2030	9880	7.355k	1.103k	883k	368k
2031	10245	7.482k	1.122k	898k	374k

2032	10100	7.320k	1.098k	878k	366k
Total	69053	51.232k	7.685k	6.148k	2.562k

Nota: la tabla muestra el consumo proyectado de cada equipo del 2026 al 2032 para el posterior análisis de ahorro de energía eléctrica.

Para realizar el análisis financiero de las alternativas, primero se calculará el costo de capital (WACC) considerando a una empresa de alimentos, teniendo en cuenta las variables específicas del país y del mercado en el año 2023, donde el rendimiento de los bonos del tesoro a 10 años se considera en 4,5%, con un factor beta para procesamiento de alimentos de 1, una prima de riesgo del 6%. También se incluirá el riesgo país con un estimado del 8% como un estimado conservador. (Damodaran, 2023) (Bloomberg, 2023)

Entonces el costo del equity sería calculado con la siguiente fórmula:

$$R_e = R_f + \beta + CRP \text{ ec. (1)}$$

Donde:

R_f = rendimiento de bonos

β = beta apalancada

CRP =Prima de riesgo país

$$R_e = 18,5\%$$

El costo de deuda estimando una tasa impositiva del 25% y costo de deuda del 10%:

$$R_d = R_{d1}(1 - T) \text{ ec. (2)}$$

Donde:

R_d = Costo de deuda

T = Tasa impositiva corporativa

$$R_{d1} = 7,5\%$$

Por lo tanto, el peso de la estructura de capital de la empresa se financia con un 60% de equity y un 40% de la deuda, por lo que nos daría un WACC de:

$$WACC = \left(\frac{E}{100} \times R_e\right) + \left(\frac{D}{100} \times R_d\right) \text{ ec. (3)}$$

$$R_e = 18,5\%$$

$$R_d = 7,5\%$$

$$E = 60\%$$

$$D = 40\%$$

$$WACC = 14\%$$

Para la primera alternativa, se requiere la compra de un detector de fugas de aire, repuestos para cambio de componentes neumáticos a nivel de planta, capacitación para el personal técnico y operativo y campañas de identificación de fugas, esto sumaría una inversión de \$15.000, con la identificación y reparación de las fugas de aire en toda la planta se podrá reducir el consumo de energía eléctrica en los compresores de aire generando un ahorro del 20% del consumo energético (EFICIENCIA ENERGÉTICA EN SISTEMAS DE AIRE COMPRIMIDO, 2018), en el Anexo D se podrá observar el análisis financiero realizando estas reparaciones y en la tabla 6 se identifican los pros y contras implementando esta opción.

La implementación de medidas para reducir el consumo de energía en una planta industrial presenta varios beneficios y desafíos. Entre los beneficios se destacan la reducción de costos operativos, la mejora de la eficiencia energética, la promoción de una cultura de responsabilidad ambiental y la identificación y corrección de ineficiencias. Sin embargo, también existen desafíos como el costo inicial de implementación, la resistencia al cambio por parte de los empleados, el tiempo necesario para adaptarse a los nuevos procedimientos y la necesidad de un mantenimiento continuo. A pesar de estos desafíos, el análisis financiero muestra un retorno positivo con un TIR del 50%, un VAN positivo de \$10,000, un índice de rentabilidad de 1.1 y un período de recuperación de 15 meses.

Tabla 6

Alternativa 1, identificación y reparaciones de fugas de aire

PROS:	CONTRAS:
1. Reducción de costos operativos: Al disminuir el consumo de energía, se reducen los costos asociados a la	1. Costo inicial de implementación: La capacitación, creación de procedimientos y campañas pueden

<p>electricidad, lo que puede mejorar la rentabilidad de la planta.</p> <p>2. Mejora de la eficiencia energética: La capacitación y los procedimientos adecuados pueden optimizar el uso de los recursos, haciendo que la planta sea más eficiente y sostenible.</p> <p>3. Conciencia y responsabilidad ambiental: Fomentar hábitos conscientes y responsables en el uso de recursos puede contribuir a una cultura organizacional más comprometida con el medio ambiente.</p> <p>4. Identificación y corrección de ineficiencias: La campaña de identificación y cierre de fugas de aire comprimido puede ayudar a detectar y corregir problemas que de otra manera pasarían desapercibidos, mejorando la eficiencia general.</p> <p>TIR: 50%</p> <p>WACC: 14%</p> <p>VAN: Positivo (\$10k)</p> <p>IR: 1,7</p> <p>Período de recuperación: 15 meses</p> <p>Inversión: \$15K</p>	<p>requerir una inversión inicial significativa en tiempo y recursos.</p> <p>2. Resistencia al cambio: Los empleados pueden mostrar resistencia a adoptar nuevos hábitos y procedimientos, lo que puede dificultar la implementación efectiva.</p> <p>3. Tiempo de adaptación: La transición a nuevos procedimientos y hábitos puede llevar tiempo, durante el cual la eficiencia podría no mejorar inmediatamente.</p> <p>4. Mantenimiento continuo: Mantener los nuevos procedimientos y hábitos requiere un esfuerzo continuo y supervisión, lo que puede ser un desafío a largo plazo.</p>
--	--

Nota: la tabla 6 muestra la viabilidad de la alternativa 1.1

Para la alternativa 2, se requiere un presupuesto CAPEX de \$168K para la adquisición de equipos y sistemas de control de para compresores y sistemas HVAC, por lo que se considerará el suministro, fabricación, instalación y puesta en marcha de sistemas y componentes de ahorro energético, también se procederá a modificar la infraestructura de las áreas de empaquetado para ahorrar el consumo de sistemas HVAC. Implementando estos sistemas, tendremos un ahorro de consumo de energía eléctrica del 40% para el aire comprimido, 20% para el sistema de climatización de la planta y 20% coworking (climatización, 2012) (EFICIENCIA ENERGÉTICA PARA EMPRESAS QUE UTILIZAN AIRE COMPRIMIDO EN SU PROCESO DE PRODUCCIÓN, 2018).

Tabla 7

Alternativa 2, identificación y reparaciones de fugas de aire

PROS:	CONTRAS:
-------	----------

<p>1. Ahorro energético significativo: La mejora en la eficiencia de los compresores y la instalación de aislamiento térmico pueden reducir considerablemente el consumo de energía, lo que se traduce en menores costos operativos.</p> <p>2. Mejora del confort y productividad: La instalación de aires acondicionados tipo plit y la modificación de la infraestructura para optimizar la climatización pueden mejorar el confort de los empleados, lo que puede aumentar la productividad.</p> <p>3. Reducción de emisiones de carbono: Al optimizar el uso de energía, se disminuye la huella de carbono de la planta, contribuyendo a los objetivos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.</p> <p>4. Longevidad de los equipos: La instalación de aislamiento térmico y la mejora en la eficiencia de los sistemas pueden reducir el desgaste de los equipos, prolongando su vida útil y reduciendo costos de mantenimiento a largo plazo.</p> <p>TIR: 17% WACC: 14% VAN: Positivo (\$13k) IR: 1,1 Período de recuperación: 9 meses Inversión: \$167K</p>	<p>1. Inversión inicial alta: La implementación de estas mejoras requiere una inversión significativa en infraestructura, equipos y capacitación, lo que puede ser un obstáculo financiero.</p> <p>2. Interrupciones operativas: Las modificaciones en la infraestructura y la instalación de nuevos sistemas pueden causar interrupciones temporales en las operaciones de la planta.</p> <p>3. Mantenimiento y monitoreo continuo: Los nuevos sistemas y procedimientos requieren un mantenimiento y monitoreo constante para asegurar su eficiencia, lo que puede aumentar la carga de trabajo del personal.</p> <p>4. Adaptación del personal: Los empleados necesitarán tiempo y capacitación para adaptarse a los nuevos sistemas y procedimientos, lo que puede afectar la eficiencia operativa durante el período de transición.</p>
---	--

Nota: la tabla 7 muestra la viabilidad de la alternativa 2.

La implementación de sistemas de mejora de eficiencia para compresores y HVAC, junto con la instalación de aislamiento térmico y la modificación de la infraestructura, ofrece varios beneficios significativos. Estos incluyen un ahorro energético considerable que reduce los costos operativos, mejora el confort y la productividad de los empleados, disminuye la huella de carbono de la planta y prolonga la vida útil de los equipos. Estos beneficios no solo contribuyen a la sostenibilidad y eficiencia de la planta, sino que también pueden mejorar la rentabilidad a largo plazo.

Sin embargo, estas mejoras también presentan desafíos importantes. La inversión inicial requerida es alta, lo que puede ser un obstáculo financiero significativo. Además, las modificaciones pueden causar interrupciones temporales en las operaciones y requieren un mantenimiento y monitoreo continuo para asegurar su eficiencia. Los empleados también necesitarán tiempo y capacitación para adaptarse a los nuevos sistemas y procedimientos, lo que puede afectar la eficiencia operativa durante el período de transición. A pesar de estos desafíos, el análisis financiero muestra un retorno positivo con un TIR del 17%, un VAN positivo de \$13,000, un índice de rentabilidad de 1.1 y un período de recuperación de 15 meses.

Para la tercera alternativa, se debe enfocar una replanificación de las toneladas según la temperatura de la ciudad de Guayaquil, considerando que de enero a abril se tiene un promedio de temperatura de 29°C, mientras que de mayo a noviembre baja la temperatura a 26°C, por lo que la carga térmica en los sistemas de climatización HVAC van a consumir menos energía en los meses de baja temperatura mientras que en los meses de mayor temperatura van a consumir mucho más temperatura, por lo tanto moviendo las toneladas de con un punto de equilibrio mínimo de 500 ton mensuales, podemos redistribuir el plan de producción mensual para evitar el sobreconsumo de energía eléctrica en sistemas HVAC y así reducir los costos de energía eléctrica. (Kannan, 2003)

Un sistema HVAC al trabajar a más alta temperatura (29°C), la eficiencia de los equipos aumenta a medida que se incrementa la temperatura ambiente exterior. Es decir, a menor diferencia entre la temperatura exterior y la establecida por el termostato, el sistema requiere menos energía para mantener la climatización. (HVAC Systems and Equipment). Por cada grado Celsius se aumenta la temperatura de operación de un sistema de aire acondicionado, el ahorro de energía suele estar entre 3% y 5%, entonces si tenemos un rango promedio estimado de ahorro del 4% por grado al bajar la temperatura de 29°C a 26°C tendríamos un ahorro de consumo de energía eléctrica entre 9% y 15%.

En el anexo D se puede verificar el análisis financiero de la alternativa 3 considerando un costo por ajustes de producción y capacitación para el personal de producción así como el alquiler de una bodega para el almacenamiento de los productos estacionales, con un ahorro energético del 12% en los 7 siguientes años, por lo que se obtiene un TIR de 8%, un VAN negativo y no tiene un retorno de la inversión, en la tabla 8 se muestra las ventajas y desventajas de la implementación de esta opción.

Tabla 8

Alternativa 3, cambios en el plan mensual de producción

PROS:	CONTRAS:
<p>1. Ahorro energético significativo: La mejora en la eficiencia de los compresores y la instalación de aislamiento térmico pueden reducir considerablemente el consumo de energía, lo que se traduce en menores costos operativos.</p> <p>2. Mejora del confort y productividad: La instalación de aires acondicionados tipo plit y la modificación de la infraestructura para optimizar la climatización pueden mejorar el confort de los empleados, lo que puede aumentar la productividad.</p> <p>3. Reducción de emisiones de carbono: Al optimizar el uso de energía, se disminuye la huella de carbono de la planta, contribuyendo a los objetivos de sostenibilidad y responsabilidad ambiental.</p> <p>4. Longevidad de los equipos: La instalación de aislamiento térmico y la mejora en la eficiencia de los sistemas pueden reducir el desgaste de los equipos, prolongando su vida útil y reduciendo costos de mantenimiento a largo plazo.</p>	<p>1. Inversión inicial alta: La implementación de estas mejoras requiere una inversión significativa en infraestructura, equipos y capacitación, lo que puede ser un obstáculo financiero.</p> <p>2. Interrupciones operativas: Las modificaciones en la infraestructura y la instalación de nuevos sistemas pueden causar interrupciones temporales en las operaciones de la planta.</p> <p>3. Mantenimiento y monitoreo continuo: Los nuevos sistemas y procedimientos requieren un mantenimiento y monitoreo constante para asegurar su eficiencia, lo que puede aumentar la carga de trabajo del personal.</p> <p>4. Adaptación del personal: Los empleados necesitarán tiempo y capacitación para adaptarse a los nuevos sistemas y procedimientos, lo que puede afectar la eficiencia operativa durante el período de transición.</p> <p>TIR: 8% WACC: 14% VAN: Positivo (-\$1k) IR: 1,1 Período de recuperación: no tiene retorno</p>

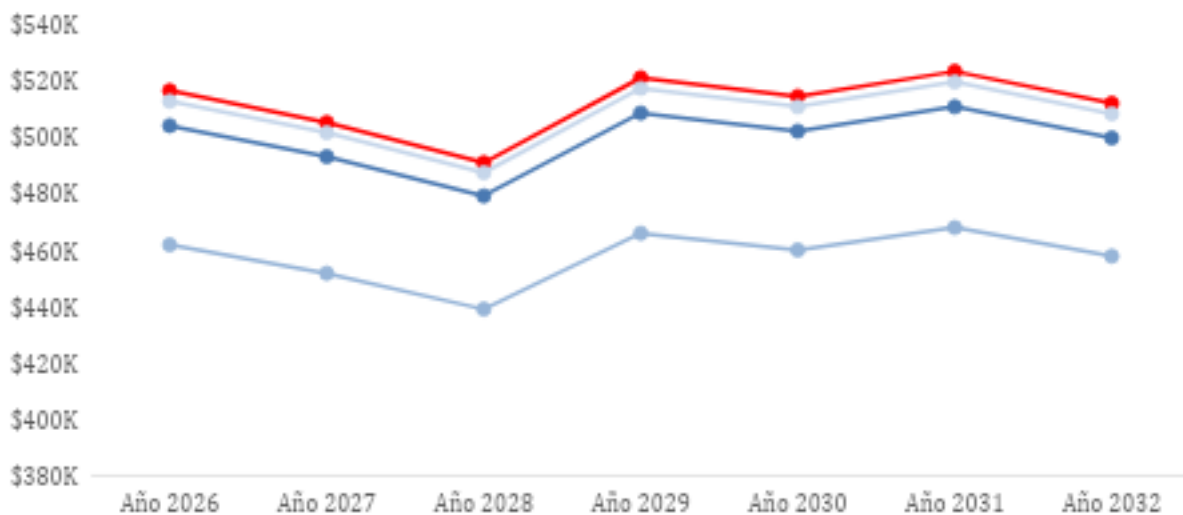
Nota: la tabla 8 muestra la viabilidad de la alternativa 3.

Una vez analizada cada alternativa, procederemos a verificar el impacto en el consumo por tonelada, el impacto en el costo y el ahorro que se proyectaría por cada opción.

En la figura 8 podemos observar el ahorro anual en los próximos 5 años de cada alternativa e incluyendo una combinación entre la alternativa 1 y 2. Como se puede observar en la figura 8 se compara con una proyección promedio de gasto de energía eléctrica de \$512K asumiendo que el costo de energía eléctrica es de 7 centavos (renovables, 2024), siendo las alternativas 1 y 2 las más viables y combinándolas generarían más ahorro de energía para la planta, por lo que con la alternativa 1 se puede generar un ahorro de \$12K y con la alternativa 2 un ahorro de \$54K cuya combinación generarían un ahorro de \$67K por lo que estas dos alternativas impactarían significativamente en la reducción de costos de consumo energético, mientras que la opción 3 no tendrían un impacto significativo en el costo de energía.

Figura 8

Proyección de costos de energía eléctrica del 2026 al 2032



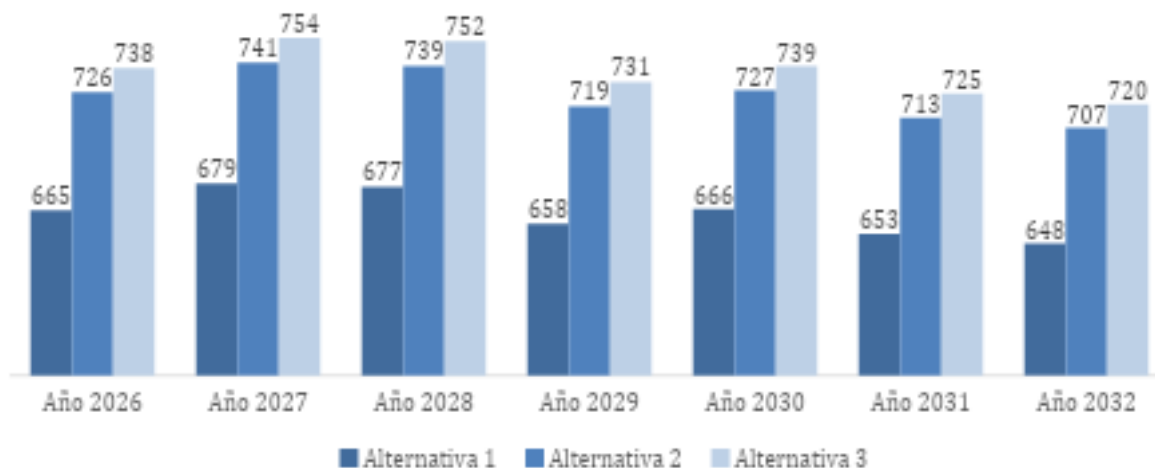
Nota: la figura representa la proyección de ahorro de costos de energía eléctrica comparada con la proyección normal de gasto de energía eléctrica.

Analizándola desde una perspectiva de consumo por tonelada, podemos afirmar que las alternativas 1 y 2 son las más viables y tendrían un impacto positivo en los indicadores del área de mantenimiento, ya que tendríamos un promedio de consumo por tonelada con la alternativa 1 de 724 kwh/ton de un consumo proyectado de 742 kwh/ton con una reducción de consumo del 3%, mientras que la opción 1 tendría un impacto en el indicador con un consumo promedio de 664 kwh/ton con una reducción de consumo del 12%, mientras que

la alternativa 3 solo tendría un reducción del 1% con un consumo por tonelada de 737 kwh/ton, en la figura 9 podemos observar el consumo por tonelada de las 3 opciones.

Figura 9

Proyección de consumo por tonelada de energía eléctrica de las 3 alternativas



Nota: la figura 9 representa el indicador de consumo por tonelada de energía eléctrica de las 3 alternativas, siendo las más viables la 1 y la 2.

Comparando las tres alternativas y la combinación de las opciones 1 y 2, tenemos el siguiente resumen con las métricas más significativas para la selección de las alternativas, en la tabla 9 podemos observar la comparación de estas alternativas, donde la opción 1 y 2 son las más viables ya que tienen mayor ahorro, bajo consumo por tonelada, reducción de costos significativo y período de recuperación aceptable.

Tabla 9

Comparación de alternativas

	Inversión	Ahorro promedio anual	Consumo por tonelada (kwh/ton)	Reducción de energía eléctrica	Reducción de costo	TIR	VAN	Período de recuperación
Alternativa 1	\$15K	\$12K	724	3%	1%	50%	\$10K	15
Alternativa 2	\$168K	\$55K	664	12%	5%	17%	\$13K	9

Alternativa 3	\$5K	\$4K	737	1%	0,4%	8%	-\$1	-
Alternativa 1						22	\$35	
y 2	\$183K	\$67K	646	13%	6%	%	K	12

Nota: la tabla 9 muestra la comparación entre las tres alternativas.

Por lo tanto, seleccionando la alternativa 1 y 2 con una inversión de \$183K obtendríamos una reducción de \$67K anual, apuntando con indicadores de consumo por tonelada bajos con respecto a los años anteriores de un promedio de 646 kwh/ton por lo que obtendríamos una reducción del 13% en energía eléctrica, una reducción en el gasto total de energía del 6% y un retorno de la inversión de 12 meses, el costo que aportaríamos para reducir el costo es de

4. Evaluar riesgos de la alternativa seleccionada

Según el análisis anterior, las tres alternativas presentan sus ventajas y desventajas al momento de implementarlo, pero la alternativa 1 y 2 son las más viables ya que representan una mayor captación de ahorro para la planta industrial. La alternativa 3 no es viable por razones logísticas y demanda y con métricas financieras negativas.

Tabla 10

Costo de implementación de alternativas

OPCIÓN	INVERSIÓN	TIR	WACC	VAN	IR	PR
N	N					
1	\$15K	50%	14%	\$10K	1,1	15 meses
2	\$167K	17%	14%	\$13K	1,1	9 meses
3	\$5K	8%	14%	-\$1K	0,8	-

Nota: la tabla 10 muestra el resumen de métricas financieras de las 3 alternativas.

Para realizar un análisis de riesgo se va a verificar los posibles riesgos más críticos asociados a las 2 alternativas seleccionadas, para esto se elaboró la tabla 11 donde podemos observar el riesgo, impacto. Probabilidad, plan de acción y puntaje.

Tabla 11

Riesgos y plan de mitigación

Riesgo	Gravedad	Probabilidad	Puntaje	Plan de mitigación
	d	d	e	

Resistencia al cambio por parte del personal operativo al aplicar nuevos procedimientos	Aceptable	Probable	4	Capacitar y sensibilizar al personal sobre los beneficios de las nuevas estrategias energéticas, que cumplen con la visión o estrategia del corporativo
Falta de apoyo y compromiso gerencial de todas las áreas de la organización.	Intolerable	Posible	15	Cronograma de reuniones mensuales con todos los directivos y gerente de la organización para evaluar los avances de la implementación.
Subestimación de costos de implementación	Aceptable	Posible	3	Realizar un levantamiento previo y , paralelamente, mantener una provisión para imprevisto entre un 10%-15%
Falta de adherencia a las nuevas políticas de ahorro	Indeseable	Posible	12	Ronda de capacitaciones y desarrollo junto a RRHH de un plan de incentivos.
Falta de control para garantizar el cumplimiento	Intolerable	Posible	15	Incluir el desempeño de estas actividades en la medición de desempeño de los mandos medios y operativos de la organización
Agotamiento acelerado de stock de repuestos	Tolerable	Probable	12	Con el levantamiento realizado, se debe realizar oportunamente la proyección de repuestos a utilizar y la subsecuente redefinición de máximos y mínimos.
Inexperiencia en la ejecución de los correctivos por parte del personal operativo generando accidentes.	Intolerable	Posible	15	Cada área productiva contará con el acompañamiento de un "padrino" del área de mantenimiento para guía, asesoría y evaluación de riesgos.
Retraso en la adquisición del equipo de detección de fugas	Indeseable	Posible	12	Fijación de contratos de suministro con plan de multas por retrasos al proveedor.
Falta de disponibilidad de parada planta para realizar una inspección profunda (Inspecciones y correcciones con equipos fuera de servicio)	Indeseable	Probable	16	Establecer un plan de intervenciones anuales y compartirlo con operaciones para ajuste mensual de fechas.

Fallas en el sistema HVAC y aire comprimido durante la implementación	Intolerable	Posible	15	Se generará el alquiler de equipos compresores hasta tanto el sistema esté implementado al 100%. Con respecto al sistema de HVAC se realizará la implementación en el mes proyectado con menor temperatura del año para reducir el impacto de un posible fallo.
Subestimación de costos de implementación	Indeseable	Posible	12	Gestionar con el departamento de compra la apertura de licitaciones abiertas para contar con costos reales al momento de iniciar las contrataciones.
Interrupciones operativas extendidas durante la instalación	Intolerable	Posible	15	Establecer un plan de intervenciones anuales y compartirlo con operaciones para ajuste mensual de fechas.
Dificultad para realizar las modificaciones en la infraestructura sin afectar la producción	Indeseable	Posible	12	Gestion de métodos constructivo de bajo impacto (Ej: Alpinismo Industrial)
Retrasos en el suministro de los equipos	Indeseable	Posible	12	Fijación de contratos de suministro con plan de multas por retrasos al proveedor.
Limitaciones de repuestos disponibles en el mercado nacional	Indeseable	Posible	12	Solicitar al proveedor seleccionado su "spare part list" y adquirir aquellos repuestos críticos para el funcionamiento de los sistemas. Solicitar listado de equipos similares en la ciudad/país para generar una red de soporte referente a repuestos.
Eficiencia de equipos ahorradores, por debajo de lo garantizado por los fabricantes.	Intolerable	Posible	15	Gestionar con compras un plan de mitigación al momento de elaborar la licitación, en el cual se contemple la retención de pagos hasta tanto no se garantice el ahorro proyectado aprobado entre las partes.

Nota: la tabla 11 muestra 16 potenciales riesgos al implementar las 2 opciones seleccionadas.

Tabla 12

Análisis de riesgos de alternativas

- Inexperiencia en la ejecución de mantenimiento correctivos junto con la falta de experiencia o capacitación puede aumentar el riesgo de accidentes laborales o daños en los equipos, pero asignando un líder para cada equipo actuará como guía y asesor tanto para el personal operativo como técnicos supervisando las actividades correctivas, brindará retroalimentación inmediata y garantizará la aplicación de los procedimientos establecidos.
- La falta de disponibilidad de parada planta para inspecciones profundas puede imposibilitar a realizar paradas de equipos programadas para inspecciones profundas y correcciones de equipos fuera de servicio puede generar fallos acumulados que afecten la productividad, sin embargo, diseñando un plan de intervenciones anuales, comunicando con suficiente antelación se puede mitigar este riesgo.
- Fallas en el sistema HVAC y aire comprimido durante la implementación provocaría fallos en los sistemas críticos de climatización o aire comprimido durante la fase de implementación pueden interrumpir la continuidad de las operaciones claves, aumento inesperado de costos, así como la reducción de la productividad, no obstante, alquilando equipos compresores temporales e implementar el sistema HVAC en el periodo del año con menor demanda de climatización para mitigar el impacto de posibles interrupciones.
- Interrupciones operativas extendidas durante la instalación de los nuevos sistemas pueden impactar negativamente en la producción y aumentar los costos asociados a retrasos y recursos ociosos, pese a lo cual, estableciendo un plan de intervenciones anuales detallado con cronogramas realiza y coordinación con el área de operaciones puede mitigar este riesgo, se debe garantizar alternativas para mitigar los efectos de las interrupciones, como el uso de equipos temporales o la redistribución del trabajo.
- La eficiencia de equipos ahorradores por debajo de lo garantizado por los fabricantes puede afectar al rendimiento de los equipos, ya que puede ser inferior a lo proyectado por lo que afectará los objetivos de ahorro energético y retorno de inversión, esto generará desconfianza en las decisiones estratégicas y posibles conflictos con los proveedores, pero estableciendo en los contratos de adquisición una cláusula de retención de pagos que se haga efectiva hasta que los equipos alcancen los niveles de eficiencia garantizados se puede mitigar este riesgo, adicionalmente, se debe desarrollar un plan de validación y monitoreo del desempeño de los equipos, que incluya pruebas de rendimiento bajo condiciones reales.

5. Implementación del Plan

Para lograr el ahorro energético proyectado para el año 2025; podemos resumir que se debe realizar una importante inversión en equipamiento de gestión de consumos; pero esto deberá integrarse con acciones a nivel operativo capaces de generar una cultura de control y de eficiencia en el consumo; requiriendo todo esto una planificación exhaustiva.

Para la implementación del proyecto se han definido 4 fases y 10 Hitos:

Tabla 13

Fases del proyecto

Fase	% ponderado de Avance	# de Hitos	Inversión (\$) + 10% (Imprevistos)
1	30%	2	55,1 K
2	30%	2	16,5 k K
3	30%	5	128,59 K
4	10%	1	0,00 K
Cierre Proyecto	100%	10	200,1 K

Nota: la tabla 13 muestra las fases del proyecto y la ponderación del avance según el hito o fase terminada.

Fase 1: Arranque De Estrategias Tecnológicas

En esta fase inicial la Gerencia General junto con la Gerencia de Proyectos da paso a la gestión de planificación y definición del alcance del proyecto para que este sea presentado ante el departamento financiero de la organización. Con esto se busca la obtención de los recursos económicos necesario a través de la habilitación de Capex. Adicional a esto se debe trabajar de la mano con la Gerencia de Compras para generar las licitaciones y contrataciones necesarias, de forma tal de asegurar las garantías del caso en cuanto a tiempo, calidad y costo de la inversión.

Tabla 14

Arranque de las Estrategias Tecnológicas:

Resultado	Duración	Persona responsable
<ul style="list-style-type: none"> ● Habilitación de los Capex necesarios para la implementación. ● Obtener los recursos financieros para la ejecución. ● Generación de Bases de Licitación ● Contratación de Bienes y Servicios asociados a los proyectos. 	5 meses	<ul style="list-style-type: none"> ● Gerente de la Planta ● Gerente de Proyectos ● Gerente Financiero ● Gerente de Compras

Nota: la tabla 14 el proceso para el arranque de estrategias tecnológicas

- **Recursos necesarios**
 - Anticipo del 30% del costo de los bienes y servicios a licitar.
 - Contratación de contratistas, proveedores y personal necesario para la instalación y puesta en marcha.
 - Personal Técnico: jefe de ingeniería (proveedor) y Gerente de Proyecto, quienes validarán la adquisición de recursos técnicos para el equipamiento de la planta.
- **Hitos:**
 1. Kick-off de todo el proyecto
 2. Contratación de todos los sistemas de ahorro de energía a implementar.

Fase 2: Arranque E Implementación Del Soporte Operativo

Una vez que se tengan los recursos habilitados, las licitaciones asignadas y el proceso de contratación y compras concretado; se debe tener en cuenta de que parte el equipamiento y materiales serán suministrados con una ingeniería previa y bajo régimen de importación, es decir que se tomará un tiempo hasta ya contar con los equipos instalados y las adecuaciones realizadas, razón por la cual se activará un plan de acción operativo enfocado en que los usuarios sean responsables de lograr una reducción del consumo y del desperdicio energético de la planta; así como a la vez que se va trabajando en un cambio cultural mediante la formación y capacitación.

Tabla 14

Arranque E Implementación Del Soporte Operativo

Resultado	Duración	Persona responsable
<ul style="list-style-type: none"> ● Adquisición de equipo de detección de fugas mediante ultrasonido ● Establecimiento de procedimientos sobre el correcto uso de equipos ● Determinación de fajas de operación por cada equipo consumidor. ● Desarrollo de Metas de ahorro energético ● Lanzamiento de campaña “Día del Consumo eficiente” ● Establecimiento del “Comité de Eficiencia Energética” 	9 semanas	<ul style="list-style-type: none"> ● Gerente de Planta ● Jefe de Mantenimiento ● Jefe de Producción ● Jefe de compras

Nota: la tabla 14 muestra el resultado esperado, duración y responsables para el arranque e implementación del soporte operativo.

- **Recursos necesarios**
 - Pago del 100% del equipo de detección de fugas mediante ultrasonido.
 - Acompañamiento de personal de Recursos Humanos para la documentación y registro de las metas de ahorro por área, así como su memoria de cálculo.
 - Abastecimiento del stock de repuestos necesarios para la corrección de fugas de aire comprimido.
 - Abastecimiento de Focos ahorradores para instalación masiva.
 - Disponibilidad de un día con planta fuera de servicio para ejecución de la campaña de consumo eficiente.
 - Disponibilidad de personal operativo y de mantenimiento para la ejecución de la campaña
 - Disponibilidad del personal seleccionado para confirmar el “Comité de Eficiencia Energética.
 - Gestión del Cambio: Es importante en esta fase desarrollar, con el acompañamiento de recursos humanos, un adecuado programa de incentivos para que todo el personal acompañe y se adhiera a las nuevas políticas y procedimientos de consumo eficiente. Dentro de las cuales se sugieren:

- Establecer un operador responsable del ahorro por cada área productiva
- Estos formaran parte del “ Comité de Eficiencia Energética” y tendrán voz y voto dentro de las decisiones del comité.
- Se premiaran a las áreas que logren disminuir el consumo por toneladas producidas. Se recomiendan incentivos primariamente de salario emocional (Cursos, días de vacaciones adicionales, premios alusivos al ahorro energético en sus hogares) y al área que logre el mayor ahorro energético al final del año, reconocerle con un premio de relevancia para los colaboradores y su familia (Ej: Un viaje a un destino ecológico que promueva el ahorro y cuidado por los recursos y donde puedan evidenciar que tan posible es integrarnos con tecnologías verdes. Se recomienda altamente tomar en consideración a las Islas Galápagos, al ser un baluarte del país en este sentido así como referencia a nivel internacional)

- **Hitos:**

3. Lanzamiento de Campaña "Día del Consumo Eficiente
4. Establecimiento de un "Comité de Eficiencia Energética

Fase 3: Implementación De Estrategias Tecnológicas

Dentro de esta fase se empezará a ejecutar la instalación de equipamiento presente en el mercado local y las adecuaciones de la infraestructura, tiempo durante el cual se espera el suministro del equipamiento y materiales importados para, consecuentemente, proceder con la instalación de los sistemas de modulación de consumo para los compresores de HVAC, así como los de aire comprimido. En esta etapa la planificación debe ser compartida y revisada constantemente con el jefe de Producción para evitar afectar la operatividad de la planta y sus metas productivas.

Tabla 15

Implementación De Estrategias Tecnológicas

Resultado	Duración	Persona responsable
<ul style="list-style-type: none"> ● Instalación de sistemas ahorradores de energía en HVAC y Aire comprimido. ● Seccionamiento de áreas a climatizar con la instalación de unidades de bajo tonelaje. ● Instalación de arrancadores suaves en los motores identificado como de alto consumo en la planta. ● Adecuación de la infraestructura (Reducción de altura piso- techo) 	15 semanas	<ul style="list-style-type: none"> ● Gerente de Proyectos ● Jefe de Producción ● Jefe de Mantenimiento

Nota: la tabla 15 muestra el resultado esperado, duración y responsables al implementar las estrategias tecnológicas.

- **Recursos necesarios**
 - Pago del 70% remanente del costo de los bienes y servicios contratados en la etapa 1.
 - Contratación de contratistas, proveedores y personal necesario para la construcción y operación.
 - Personal Técnico: jefe de ingeniería (proveedor) y Gerente de Proyecto, quienes validarán la adquisición de recursos técnicos para el equipamiento de la planta.
 - Disponibilidad de ciertas áreas/equipos para intervenciones fuera de servicio.

- **Hitos:**
 5. Ejecución de la modificación de la altura de los galpones: Reducción de la altura piso-techo
 6. Instalación de aires acondicionados tipo split para seccionamiento de áreas
 7. Instalación del 100% de arrancadores suaves para motores de alto consumo/frecuencia de encendido.
 8. HVAC: Instalación y Puesta en Marcha del Sistema automático de modulación de consumo/demanda
 9. Aire comprimido: Instalación y Puesta en Marcha del Sistema automático de modulación de consumo/demanda

Fase 4: Evaluación De Resultados

En esta fase se pretende evaluar el desempeño de las fases previas, así como el ahorro real generado, usando esto como input para revisar el ahorro real corresponde con lo proyecta y, caso contrario, crear un plan de acción que pueda corregir las desviaciones

planteadas. Esta fase debe ser liderada por el Gerente de Planta, así como por el “Comité de Eficiencia Energética” de la planta (Creado en la etapa 2). Contempla la creación de un acta formal para determinar la eficacia de las acciones emprendidas.

Tabla 16

Evaluación De Resultados

Resultado	Duración	Persona responsable
<ul style="list-style-type: none"> ● Informe de eficacia de la Fase 2 ● Informe de Eficacia de la Fase 3 ● Informe de desempeño de cada uno de los equipos instalados ● Reporte totalizado de Kwh ahorrados real. ● Nuevo proyectado de ahorro para los próximos años. ● Cuantificación de la desviación del ahorro estimado versus el real (de existir) ● Generación de un Plan de Acción 	<ul style="list-style-type: none"> ● 9 semanas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Gerente de Planta ● Comité de Eficiencia Energética

Nota: la tabla 16 muestra el resultado esperado, duración y responsables para la evaluación de resultados.

- **Recursos necesarios**
 - Disponibilidad del analista de datos de la planta.
 - Datos medidos de los últimos meses (Volúmenes de Producción, Consumo en Kwh) - Segmentados por áreas.
 - Disponibilidad del Comité de Eficiencia Energética
- **Nivel esperado de beneficios**

Ahorros esperados de \$35k en el primer año y del año 2 en adelante de 70k/año.
- **Hitos:**
 - 10. Elaboración de Acta de Evaluación de desempeños de las opciones, así como proyección real ajustada de ahorros para los próximos 7 años. Generación de Plan de Acción.

Cronograma de Implementación.

En esta sección se muestra la ruta de actividades generales (hitos principales) que se gestionarán para la implementación del proyecto, resumida en 4 fases. Se han establecido 10 hitos para todo el proyecto.

Tabla 17
Cronograma general de implementación.

Proyecto de Ahorro Energético en Planta Industrial

Nombre de la compañía: PLANTA DE CHOLOCALES Y CAMELOS
 Responsable del proyecto GERENTE PLANTA

Inicio del proyecto: lu., 1/6/2025
 Hitos: X

TAREA	ASIGNADO A	RECURSOS	INICIO	FIN	DURACIÓN (SEMANAS)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
FASE 1: ARRANQUE DE ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS												
Kick-off: FASE 1	Gerente de Planta	H.H	1-1-25	15-1-25	2	X						
Aseguramiento de Recursos Financieros: Obtener la validación del departamento financiero para activación de Capex y recursos económicos para la implementación de Proyectos de Ahorro Energético. Definir flujo de caja del proyecto.	Gerente de Planta	H.H	13-1-25	16-1-25	3							
Definición de Bases de Licitación (Pliegos) , asignación de licitación y contratación para el suministro e instalación de materiales y servicios de instalación asociados a los proyectos de ahorro energético:	Gerente de Proyectos/Compras	H.H	20-1-25	31-1-25	2							
- Aire comprimido: Sistemas automáticos de modulación de consumo/demanda	Gerente de Proyectos/Compras	H.H	20-1-25	31-1-25	2							
- HVAC: Sistemas automáticos de modulación de consumo/demanda	Gerente de Proyectos/Compras	H.H	20-1-25	31-1-25	2							
- Modificación del altura de los galpones: Reducción del altura piso-techo	Gerente de Proyectos/Compras	H.H	3-2-25	5-2-25	1							
- Adquisición de aires acondicionados tipo split para seccionamiento de áreas	Gerente de Proyectos/Compras	H.H	3-2-25	5-2-25	1							
- Compra de arrancadores suaves para toda la planta	Gerente de Proyectos/Compras	H.H	3-2-25	5-2-25	1				X			
Contratación, Compra y suministro de los sistemas/equipos de ahorro energético:												
- Aire comprimido: Sistemas automáticos de modulación de consumo/demanda	Gerente de Proyectos/Compras	\$	10-2-25	15-7-25	21							
- HVAC: Sistemas automáticos de modulación de consumo/demanda	Gerente de Proyectos/Compras	\$	10-2-25	30-6-25	19							
- Modificación del altura de los galpones: Reducción del altura piso-techo	Gerente de Proyectos/Compras	\$	10-2-25	15-6-25	17							
- Adquisición de aires acondicionados tipo split para seccionamiento de áreas	Gerente de Proyectos/Compras	\$	24-2-25	15-4-25	7							
- Compra de arrancadores suaves para toda la planta	Gerente de Proyectos/Compras	\$	24-2-25	15-4-25	7							

Proyecto de Ahorro Energético en Planta Industrial

Nombre de la compañía: PLANTA DE CHOLOCALES Y CAMELOS
 Responsable del proyecto GERENTE PLANTA

Inicio del proyecto: lu., 1/6/2025
 Hitos: X

TAREA	ASIGNADO A	RECURSOS	INICIO	FIN	DURACIÓN (SEMANAS)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
FASE 2: ARRANQUE E IMPLEMENTACIÓN DEL SOPORTE OPERATIVO															
Kick-off: FASE 2	Gerente de Planta	H.H	3-2-25	7-2-25	1										
Aseguramiento de Recursos Financieros: Obtener la validación del departamento financiero para activación de Capex y recursos económicos. Definir flujo de caja del proyecto.	Gerente de Planta	S	3-2-25	7-2-25	1										
Definición del Plan Anual de Capacitaciones con enfoque a estrategias operativas para eficiencia en el consumo	Jefe de Mantenimiento/Producción	H.H	14-2-25	21-2-25	1										
Adquisición del equipo de Detección de Fugas y entrenamiento del personal.	Jefe de Mantenimiento	S	14-2-25	21-2-25	1										
Determinación y Rotulado de Faja de operaciones en todos los equipos consumidores de la planta	Jefe de Mantenimiento	Consultor Jr.	14-2-25	28-2-25	3										
Desarrollo de procedimiento de correcto uso para cada uno de los equipos consumidores de la planta.	Jefe de Mantenimiento	Consultor Jr.	14-2-25	7-3-25	4										
Ejecución de las capacitaciones de los nuevos procedimientos y de concientización.	Jefe de Producción	Consultor Jr.	24-2-25	21-3-25	4										
Lanzamiento de Campaña "Día del Consumo Eficiente" - Dinámica de cierre de fugas por áreas/instalación masiva de focos ahorradores y premiación del área "Champion" del año.	Gerente de Planta	H.H	21-3-25	21-3-25	1				X						
Rutina de Inspección Mensual para detección y cierre de fugas.	Jefe de Mantenimiento	H.H	21-3-25	15-12-25	10										
Creación de Metas por áreas consumidoras y asignación de responsables.	Jefe de Producción	H.H	21-3-25	31-3-25	2										
Definición de meta de "Volumen Mínimo de Producción" y seguimiento mensual en las reuniones de planificación de la producción	Gerente de Planta	H.H	21-3-25	28-3-25	1										
Establecimiento de un "Comité de Eficiencia Energética" para evaluación mensual de los indicadores y seguimiento en la ejecución de acciones.	Gerente de Planta	H.H	21-3-25	28-3-25	1				X						

Proyecto de Ahorro Energético en Planta Industrial

Nombre de la compañía: PLANTA DE CHOLOCALES Y CAMELOS
 Responsable del proyecto GERENTE PLANTA

Inicio del proyecto: lu., 1/6/2025
 Hitos: X

TAREA	ASIGNADO A	RECURSOS	INICIO	FIN	DURACIÓN (SEMANAS)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Kick-off: FASE 3												
Ejecución de la modificación del altura de los galpones: Reducción del altura piso-techo	Jefe de Mantenimiento	S	28-4-25	23-5-25	4							X
Instalación de aires acondicionados tipo split para seccionamiento de áreas	Jefe de Mantenimiento	S	29-4-25	9-5-25	2					X		
Instalación progresiva de arrancadores suaves para motores de alto consumo/frecuencia de encendido.	Jefe de Mantenimiento	S	7-4-25	15-7-25	6							X
HVAC: Instalación y Puesta en Marcha del Sistema automático de modulación de consumo/demanda	Jefe de Mantenimiento	S	1-7-25	21-7-25	3							X
Aire comprimido: Instalación y Puesta en Marcha del Sistema automático de modulación de consumo/demanda	Jefe de Mantenimiento	S	21-7-25	31-7-25	2							X

Proyecto de Ahorro Energético en Planta Industrial

Nombre de la compañía: PLANTA DE CHOLOCALES Y CARAMELOS
 Responsable del proyecto GERENTE PLANTA

Inicio del proyecto:
 Hitos:

TAREA	ASIGNADO A	RECURSOS	INICIO	FIN	DURACIÓN (SEMANAS)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
FASE 4: EVALUACIÓN DE RESULTADOS														
Kick-off: FASE 4	Gerente de Planta	H.H	28-7-25	31-7-25	1									
Revisión de Resultados obtenidos por la FASE 2	Comité de Eficiencia Energética	H.H	28-7-25	31-7-25	1									
Revisión de Resultados obtenidos por cada uno de los sistemas de la FASE 3	Comité de Eficiencia Energética	H.H	25-8-25	29-8-25	1									
Elaboración de Acta de Evaluación de desempeños de las opciones, así como proyección real ajustada de ahorros para los próximos 7 años. Generación de Plan de Acción.	Comité de Eficiencia Energética	H.H	22-9-25	30-9-25	1									X

6. Recomendaciones y Conclusiones

Recomendaciones

- Dentro de la alternativa 1, se consideraron una serie de Estrategias operativas que si bien no es la opción que genera mayor ahorro (173000 kwh anuales = \$12K por año) es ampliamente recomendada su implementación y exploración ya que la inversión a realizar es mucho más modesta que sus contrapartes y con un riesgo tolerable y mitigable sin mucho esfuerzo o inversión adicional. Adicionalmente posee la característica de impulsar un cambio cultural dentro de la organización lo cual permitiría ver otras oportunidades de mejora a futuro.
- Dentro de la alternativa 2, se encuentran desafíos que requiere una cantidad importante de recursos humanos y económicos; sin embargo, es la opción recomendada ya que permite capitalizar rápida y consistentemente un ahorro importante de energía eléctrica (772000 KWH = \$56K promedio por año). Los riesgos son tolerables luego de un certero plan de mitigación, el cual requiere sinergia entre las distintas gerencias de la organización y un importante enfoque al marco legal de las contrataciones asociadas; así como una evaluación exhaustiva de proveedores/contratistas a participar en esta iniciativa.
- La alternativa 3 no es viable desde un punto de vista técnico-financiero debido a la incertidumbre en el retorno de la inversión y los riesgos elevados. Si se decide profundizar en esta opción, debe abordarse desde un enfoque comercial con herramientas especializadas.
- Combinación de Alternativas: se recomienda combinar las alternativas 1 y 2. Mientras la alternativa 2 se implementa y gestiona, la alternativa 1 puede generar beneficios inmediatos y preparar al personal para adoptar prácticas de ahorro energético más efectivas.
- Exploración de Energías Renovables: Una vez optimizado el uso de los recursos energéticos, se recomienda explorar opciones para generar energía limpia, como paneles fotovoltaicos o pequeños sistemas hidroeléctricos. Esto podría ser factible dado el contexto estratégico de las instalaciones y su proximidad a recursos naturales

Conclusiones

- La alternativa 1 debe implementarse como un complemento esencial de cualquier estrategia seleccionada. Esto facilitará futuras iniciativas asociadas a la eficiencia de recursos energéticos y preparará a la organización para cambios sostenibles.
- La alternativa 2 es la más adecuada para alcanzar los objetivos estratégicos de la organización. Ofrece el mayor retorno de inversión en el menor tiempo posible,

pero su éxito dependerá del apoyo integral de la alta gerencia y de una colaboración interdisciplinaria.

- La alternativa 3 no es recomendable debido a su baja viabilidad económica y a la falta de garantías de un retorno financiero dentro de un plazo razonable.
- La implementación de las estrategias propuestas no solo asegura mejoras en los costos operativos, sino que también fortalece la competitividad y sostenibilidad de la planta a largo plazo, posicionándola como un referente en eficiencia energética. El proyecto, en general, se alinea con los objetivos estratégicos de sostenibilidad organizacional y reducción de costos. Además, contribuye al cumplimiento de políticas nacionales relacionadas con la eficiencia energética, las cuales se ha reforzado por la crisis energética que atraviesa el país al momento de la realización del presente estudio.
- Proyección de Beneficios a largo plazo, la combinación de ambas estrategias busca lograr una cultura de ahorro sustentable, es decir, al trabajar nombre la cultura organizacional y mejorando la infraestructura, se brindan las condiciones necesarias para iniciar un círculo virtuoso cuya finalidad será la disminución del costo de la energía por tonelada producida, bajando a su vez el costo total por tonelada producida. A un mediano plazo el proyecto es capaz de generar una rápida tasa de retorno y de permitir ir al mercado con un producto a un mejor precio para el consumidor, aumentando el volumen de ventas a un mediano plazo. Otro escenario posible es utilizar el ímpetu de este proyecto de ahorro para financiar la generación de energía verde y seguir impulsando los objetivos de sostenibilidad de la organización.
- Próximos Pasos, tras la implementación debe respaldar al recién creado “Comité de eficiencia” de la planta, este será el Grupo de Mejora enfocada, encargado de mantener el control en las mediciones y el análisis de datos de forma mensual. El mismo debe contar con recursos propios y una designación formal con funciones y responsabilidades claras y definidas. La disciplina de este comité será clave para mantener la mejora continua en el ahorro energético. Este mismo comité debe sugerir los Capex relacionados con el ahorro energético para los próximos 3 años (2027,2028,2029) y deberá ser presidido por el Gerente de la Planta, asesorado por el Gerente de Proyectos y el Gerente de Mantenimiento. El equipo deberá ser completado por los operadores designados por cada área. La campaña del “ Día de la eficiencia Energética” debe realizarse al menos una vez al año y definir un fecha para su realización, idealmente la misma fecha en cada año para no cambiar las tendencias de consumo de forma no representativa para realizar un correcto análisis de datos. Adicionalmente, es posible que al analizar los datos de consumo de la planta, luego de la implementación, el diagrama de Pareto sea ajustados y surjan nuevos equipos como principales consumidores, tan pronto culmine la implementación esto debe analizarse ya

que acá se encuentran las nuevas oportunidades de mejora del proceso de eficiencia energética dentro de la planta.

Referencias

1. A., I. F. (2018). Eficiencia energética en sistemas de aire comprimido. *Fluid & Pipe Ingeniería*.
2. Alcocer, A. A. (2008). Análisis metodológico para el ahorro. *Fluid & Pipe Ingeniería*, 161.
3. Alanis Espinosa, B., & Ortega, V. (2018). Eficiencia energética para empresas que utilizan aire comprimido en su proceso de producción. Toluca: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey.
4. Castro, J. M. (2022). Las pérdidas de energía eléctrica: Un reto de sostenibilidad y de gestión integral para las empresas de energía eléctrica, 3.
5. Chicoma, T., & Denisse, E. (2015). Ahorro de energía eléctrica en una industria cervecera como estrategia de excelencia operativa. 101.
6. Sánchez, C., & Fernández, H. (2014). Eficiencia energética: Desarrollo tecnológico e innovación empresarial, 5.
7. Guía de ahorro energético. (2006). En *Instalaciones industriales* (p. 266). Madrid: Confederación Empresarial de Madrid - CEOE.
8. Hernández Martín, Z. (2012). *Métodos de análisis de datos: Apuntes*. Universidad de la Rioja.
9. Osorio, R. O. (2015). *Análisis de regresión aplicado*. Juárez: Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
10. Asociación Técnica Española de Climatización y Refrigeración (ATECYR). (2012). *HVAC Systems and Equipment*. Madrid: Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.
11. Cruz, L. B. (2011). Automatización del sistema de aire comprimido para ahorro de energía. Guatemala: Universidad de San Carlos Guatemala.
12. Martín, Z. H. (2012). *Métodos de análisis de datos: Apuntes*. Universidad de la Rioja.
13. Renovables, A. d. (2024). *Pliego tarifario del servicio público de energía eléctrica*. Quito.
13. Bloomberg. (2023). *US 10 Year Treasury Yield*. Recuperado de Bloomberg. 15. Damodaran. (2023). Country risk premiums. Stern School of Business. Recuperado de <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>

14. Damodaran online. (2023). Total beta by industry sector. Recuperado de <https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/>
15. [www.cia.gov](https://cia.gov). (2024, abril). *The CIA World Factbook: Electricity*. Recuperado de <https://cia.gov/the-world-factbook/field/electricity>

ANEXO A

Me s	Chocolates	Caramelo s	Otros	Total	KWH	Año
sep	771	415	99	1285	767656	2021
oct	717	422	111	1251	742974	2021
ago	653	427	68	1148	727109	2021
sep	696	277	85	1059	720113	2023
oct	727	224	83	1034	714388	2023
nov	644	278	107	1029	708049	2021
ago	634	261	90	985	704337	2022
sep	693	312	86	1091	700742	2024
ago	627	302	85	1014	694241	2024
oct	781	262	0	1043	692795	2022
sep	777	344	57	1179	689985	2022
nov	781	223	70	1074	681366	2023
ma y	486	216	44	746	669433	2024
jul	602	189	59	850	663792	2021
ma y	507	178	47	733	662549	2021
mar	595	191	75	860	660084	2022
jul	705	214	53	971	658172	2023
ene	617	208	46	871	645135	2024
jul	478	274	49	801	644606	2024
jul	610	287	105	1002	644435	2022
mar	587	175	56	818	636435	2023
nov	730	106	56	892	635215	2022
ma y	489	112	42	643	628679	2023
jun	550	228	78	856	627955	2024
feb	584	267	28	878	613975	2024
jun	587	123	51	761	608930	2023
abr	513	238	75	825	601642	2022
dic	561	234	0	795	594608	2023
ma y	458	200	53	711	594013	2022
abr	461	182	22	664	586255	2021

feb	530	206	52	788	581016	2022
mar	501	223	41	765	567149	2024
jun	560	81	53	694	563363	2021
feb	609	65	29	703	542864	2023
abr	559	160	21	740	540470	2023
mar	564	117	24	705	523823	2021
ene	515	106	49	670	521960	2022
ene	417	0	62	479	515502	2023
feb	378	40	25	443	502092	2021
ene	492	0	19	510	458288	2021
abr	326	127	0	454	392666	2024
dic	425	42	33	500	361484	2022

Datos de consumo de energía eléctrica mensual de la planta vs toneladas producidas.

ANEXO B

Mes	Chocolates	Caramelos	Otros	Total	Año	Proyección (Kwh)
ene	491	102	47	640	2026	545336
feb	506	196	50	752	2026	595359
mar	568	182	72	821	2026	621843
abr	490	227	71	788	2026	609506
may	437	191	50	678	2026	563573
jun	632	208	65	905	2026	650146
jul	582	274	101	957	2026	665603
ago	605	249	86	940	2026	660713
sep	742	329	54	1125	2026	709134
oct	746	250	0	995	2026	676515
nov	697	101	53	851	2026	632392
dic	405	41	31	477	2026	453989
ene	394	0	58	452	2027	437764
feb	576	62	27	664	2027	557152
mar	555	165	53	774	2027	604042
abr	529	151	19	700	2027	573202
may	463	106	39	608	2027	529312
jun	555	116	49	720	2027	581904
jul	667	202	50	918	2027	654211
ago	621	233	78	932	2027	658363
sep	658	262	81	1001	2027	678008
oct	687	212	79	978	2027	671686
nov	738	211	66	1015	2027	681834
dic	531	221	0	752	2027	595250

ene	447	0	17	464	2028	445403
feb	344	36	23	403	2028	403609
mar	513	106	22	641	2028	545898
abr	419	165	20	604	2028	527226
may	461	162	43	666	2028	557867
jun	509	74	48	631	2028	540968
jul	547	172	54	773	2028	603745
ago	594	388	62	1044	2028	689393
sep	701	377	90	1168	2028	718894
oct	652	384	101	1137	2028	711879
nov	585	253	97	935	2028	659260
dic	528	188	84	800	2028	614066
ene	501	104	48	652	2029	551245
feb	516	200	51	766	2029	601093
mar	578	185	73	837	2029	627409
abr	499	231	72	803	2029	615157
may	445	195	51	691	2029	569441
jun	644	212	66	923	2029	655486
jul	593	279	102	975	2029	670810
ago	616	254	87	958	2029	665962
sep	756	335	55	1147	2029	714060
oct	760	255	0	1014	2029	681632
nov	710	103	54	867	2029	637878
dic	413	41	32	486	2029	459759
ene	409	0	61	470	2030	449177
feb	598	64	28	690	2030	568908
mar	577	172	55	804	2030	615377
abr	549	157	20	727	2030	584851
may	480	110	41	631	2030	541160
jun	576	121	51	747	2030	593479
jul	692	210	52	954	2030	664777
ago	644	242	81	968	2030	668858
sep	684	272	84	1039	2030	688178
oct	714	220	82	1015	2030	681957
nov	766	219	69	1054	2030	691946
dic	551	230	0	781	2030	606689
ene	424	0	63	487	2031	460279
feb	620	66	30	716	2031	580166
mar	598	178	57	833	2031	626159
abr	570	163	21	753	2031	595981
may	498	114	42	655	2031	552554

jun	597	125	52	775	2031	604523
jul	718	218	53	989	2031	674788
ago	668	251	84	1004	2031	678802
sep	709	282	87	1078	2031	697841
oct	740	228	85	1053	2031	691702
nov	795	227	71	1093	2031	701564
dic	571	238	0	809	2031	617583
ene	487	0	19	506	2032	471783
feb	375	39	25	439	2032	428938
mar	559	116	24	699	2032	572776
abr	457	180	22	658	2032	554251
may	502	177	47	726	2032	584588
jun	555	81	52	688	2032	567896
jul	596	187	59	843	2032	629416
ago	647	423	68	1138	2032	712099
sep	764	411	98	1273	2032	741548
oct	711	419	110	1239	2032	734408
nov	638	276	106	1019	2032	682931
dic	576	205	92	872	2032	639409

Datos proyectados de plan anual de operación de la planta del 2026 al 2032

ANEXO C

Equipo	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Promedio	%
ENVASADORA DE CHOCOLATE	16611	15884	18925	13377	13616	16262	15165	13132	18018	20643	23222	14901	16646	3%
ADMINISTRATIVO	19373	19205	21684	17187	21968	21529	20019	20661	20271	18832	18021	17984	19728	3%
AIRE COMPRIMIDO	53600	52000	67900	50839	59961	56000	69600	84700	86700	89000	74200	68700	67767	12%
MOLIENDA	6436	5573	4892	5285	6489	6992	6189	6879	6039	6821	6430	5486	6126	1%
CHILLER PRINCIPAL	76393	90073	91523	8539	16276	69390	81000	85733	88867	69400	79500	62121	68235	12%
PREMOLINO	15596	16644	11493	14386	18384	19565	15048	15772	11301	13210	11890	8610	14325	2%
UMA ENVASADORA	17466	16829	18614	15609	19915	17943	16175	18182	20320	20090	17769	17830	18062	3%
PULVERIZACIÓN	2822	8038	5411	2734	2249	7604	4155	9352	9496	10189	10189	8232	6706	1%
BOMBAS	4667	4320	4783	3850	8412	47400	50782	52144	51678	51806	49598	49696	31595	5%
MOLDEADORA 1	15740	15580	17303	12452	2278	18705	18880	18630	19420	20720	18870	15370	16162	3%
BISCOCHOS	11340	4740	10370	2131	772	8546	9440	13299	13021	13510	10835	1610	8301	1%
CARAMELOS 1	5870	16590	5234	2125	3828	22520	27940	30580	28730	24340	27110	27950	18568	3%
CARAMELOS 2	301	1265	4100	257	123	140	102	13	14	4	23	33	531	0%
CARAMELOS 3	1450	3660	8380	4078	705	3979	6250	6450	6330	8510	5972	6110	5156	1%
CARAMELOS 4	2112	15910	23090	18862	3090	11709	12120	29280	21650	15260	11565	9230	14490	3%
TANQUES DE LICOR	0	0	0	20377	4932	27095	27290	26241	26859	23963	25120	13152	16252	3%
REPOSTERÍA	760	345	782	293	1032	1470	1571	2263	2028	1967	1266	3	1148	0%
MOLDEADORA 2	4182	3333	4074	1292	2885	2742	2937	4237	1772	2987	2390	3338	3014	1%
MOLDEADORA 3	718	187	249	1691	1136	1571	1200	1790	2100	1440	1686	1910	1307	0%
REFINADORES	7978	5634	7221	4480	5655	12050	9620	11440	12400	13045	12800	9360	9307	2%
	18364	18216	24317	28750	37782	18093	20354	25367	21218	25212	22321	22066		
OTROS	6	5	9	5	0	0	4	3	4	6	4	1	235054	41%

Consumo promedio por equipo mensuales del 2021 al 2024

ANEXO D

Alternativa #1	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	
Reparaciones a nivel de planta	\$ -15.000				
Total Inversión Fija	\$ -15.000				
			5%	5%	Inflación
Ingreso					
Ahorro de energía		\$ 12.405	\$ 12.741	\$ 12.380	
Depreciación (-)					
Utilidad antes de impuesto		\$ 12.405	\$ 12.741	\$ 12.380	
		\$			
Impuesto (15%)		-1.861	\$ -1.911	\$ -1.857	
Utilidad neta		\$ 10.545	\$ 10.830	\$ 10.523	
		\$	\$	\$	
Depreciación (+)		-	-	-	
Flujo operativo		\$ 10.545	\$ 10.830	\$ 10.523	
		\$			
Flujo efectivo del proyecto	-15.000	\$ 10.545	\$ 10.830	\$ 10.523	
		Ahorro proyectado	177219	173345	168437
TIR	50%	Tasa interna de retorno mayor que WACC genera valor			
WACC	14%				

VAN	\$	9.686	VAN positivo genera valor en la implantación del proyecto
IR		1,65	Un índice de rentabilidad mayor a 1 genera valor
PR		1,25	Con un período de retorno menor genera valor el proyecto

Ahorro Proyectado del 2026 al 2032

Año	Aire Com. (KWH)
2026	177k
2027	173k
2028	168k
2029	179k
2030	177k
2031	180k
2032	176k
Total	1.230k

Alternativa #2

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
	\$					
Obra civil	-1.200					
	\$					
Sistema de control centralizado HVAC	-10.000					
	\$					
Sistema de control centralizado Neumático	-7.000					
	\$					
Compresor Inverter 100 hp	-75.000					
	\$					
Instalaciones neumáticas y eléctricas	-5.000					
	\$					
Puesta en marcha	-1.500					
	\$					
Instalación de aislamiento térmico	-2.000					
Modificación de infraestructura de paredes de caramelos	-20.000					
	\$					
Instalación de techo	-43.290					
	\$					
Instalación de A/C en coworking	-2.500					
	\$					
Total Inversión Fija	-167.490					
Ingreso						
		\$	\$	\$	\$	\$
Ahorro de energía		54.790	56.272	54.679	58.042	57.306
		\$	\$	\$	\$	\$
Depreciación (-)		-33.498	-33.498	-33.498	-33.498	-33.498

	\$	\$	\$	\$	\$
Utilidad antes de impuesto	21.292	22.774	21.181	24.544	23.808
	\$	\$	\$	\$	\$
Impuesto (15%)	-3.194	-3.416	-3.177	-3.682	-3.571
	\$	\$	\$	\$	\$
Utilidad neta	18.098	19.358	18.004	20.863	20.236
	\$	\$	\$	\$	\$
Depreciación (+)	33.498	33.498	33.498	33.498	33.498
	\$	\$	\$	\$	\$
Flujo operativo	51.596	52.856	51.502	54.361	53.734
	\$	\$	\$	\$	\$
Flujo efectivo del proyecto	-167.490	51.596	52.856	51.502	54.361

Ahorro proyectado 782715 765609 743930 789693 779668

TIR	17%	Tasa interna de retorno mayor que WACC genera valor
WACC	14%	
VAN	\$ 13.297	VAN positivo genera valor en la implementación del proyecto
IR	1,08	Un índice de rentabilidad mayor a 1 genera valor
PR	0,73	Con un período de retorno menor genera valor el proyecto

Proyección de ahorro eléctrico del 2026 al 2032

Año	HVAC(KWH)	Aire Com. (KWH)	Coworking (KWH)	Total
2026	443k	266k	74k	783k

2027	433k	260k	72k	766k
2028	421k	253k	70k	744k
2029	447k	268k	74k	790k
2030	441k	265k	74k	780k
2031	449k	269k	75k	793k
2032	439k	264k	73k	776k
Total	3.074k	1.844k	512k	5.431k

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7
Alternativa #3								
Ajustes de producción y capacitación del personal	\$ -5.000							
Total Inversión Fija	\$ -5.000							
Ingreso								
Ahorro de energía		\$ 3.722	\$ 3.822	\$ 3.714	\$ 3.943	\$ 3.892	\$ 3.959	\$ 3.874

	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
Egreso	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000	-3.000
Utilidad antes de impuesto	\$ 722	\$ 822	\$ 714	\$ 943	\$ 892	\$ 959	\$ 874
Impuesto (15%)	\$ 108	\$ 123	\$ 107	\$ 141	\$ 134	\$ 144	\$ 131
Utilidad neta	\$ 830	\$ 946	\$ 821	\$ 1.084	\$ 1.026	\$ 1.103	\$ 1.005
Flujo operativo	\$ 830	\$ 946	\$ 821	\$ 1.084	\$ 1.026	\$ 1.103	\$ 1.005
Flujo efectivo del proyecto	\$ -5.000	\$ 830	\$ 946	\$ 821	\$ 1.084	\$ 1.026	\$ 1.103
Ahorro proyectado	53166	52004	50531	53640	52959	53870	52704

TIR	8%	Tasa interna de retorno mayor que WACC genera valor
WACC	14%	Costo de capital
C		
VAN	\$ -911	VAN positivo genera valor en la implementación del proyecto
IR	0,82	Un índice de rentabilidad mayor a 1 genera valor
PR	-0,31	Con un período de retorno menor genera valor el proyecto

Alternativa 1 y 2

Año 0 Año 1 Año 2 Año 3 Año 4 Año 5

	\$
Obra civil	-1.200
	\$
Sistema de control centralizado HVAC	-10.000
	\$
Sistema de control centralizado Neumático	-7.000
	\$
Compresor Inverter 100 hp	-75.000
	\$
Instalaciones neumáticas y eléctricas	-5.000
	\$
Puesta en marcha	-1.500
	\$
Instalación de aislamiento térmico	-2.000
Modificación de infraestructura de paredes de caramelos	\$
	-20.000
	\$
Instalación de techo	-43.290
	\$
Instalación de A/C en coworking	-2.500
	\$
Reparaciones a nivel de planta	-15.000
	\$
Total Inversión Fija	-182.490

Ingreso

	\$	\$	\$	\$	\$
Ahorro de energía	67.195	69.013	67.059	71.184	70.280
	\$	\$	\$	\$	\$
Depreciación (-)	-33.498	-33.498	-33.498	-33.498	-33.498

Utilidad antes de impuesto		\$	\$	\$	\$	\$
		33.697	35.515	33.561	37.686	36.782
Impuesto (15%)		\$	\$	\$	\$	\$
		-5.055	-5.327	-5.034	-5.653	-5.517
Utilidad neta		\$	\$	\$	\$	\$
		28.643	30.188	28.527	32.033	31.265
Depreciación (+)		\$	\$	\$	\$	\$
		33.498	33.498	33.498	33.498	33.498
Flujo operativo		\$	\$	\$	\$	\$
		62.141	63.686	62.025	65.531	64.763
Flujo efectivo del proyecto	\$	\$	\$	\$	\$	\$
	-182.490	62.141	63.686	62.025	65.531	64.763

Ahorro proyectado 1	177219	173345	168437	178798	176529
Ahorro proyectado 2	782715	765609	743930	789693	779668

TIR	22%	Tasa interna de retorno mayor que WACC genera valor
WACC	14%	Costo de capital
VAN	\$ 35.324	VAN positivo genera valor en la implementación del proyecto
IR	1,19	Un índice de rentabilidad mayor a 1 genera valor
PR	1,03	Con un período de retorno menor genera valor el proyecto

ANEXO E

NOMBRE					OBJETIVO					
	PRE-MITIGACIÓN	GRAVEDAD DEL RIESGO	PROBABILIDAD DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO	DEPARTAMENTO / UBICACIÓN	MITIGACIONES / ADVERTENCIAS / REMEDIOS	POST-MITIGACIÓN			
							GRAVEDAD DEL RIESGO	PROBABILIDAD DE RIESGO	NIVEL DE RIESGO	¿ACEPTABLE PRO CEDER?
Etap 1 (EOPS)	Resistencia al cambio por parte del personal operativo al aplicar nuevos procedimientos	ACEPTABLE	PROBABLE	MEDIO	PRODUCCIÓN	Capacitar y sensibilizar al personal sobre los beneficios de las nuevas estrategias energéticas, que cumplan con la visión o estrategia del corporativo	ACEPTABLE	POSIBLE	BAJO	SI
Etap 1 (EOPS)	Falta de apoyo y compromiso gerencial de todas las áreas de la organización.	INTOLERABLE	POSIBLE	MEDIO	LIDERAZGO	Cronograma de reuniones mensuales con todos los directivos y gerente de la organización para evaluar los avances de la implementación.	TD LERABLE	IMPROBABLE	BAJO	SI
Etap 1 (EOPS)	Subestimación de costos de implementación	ACEPTABLE	POSIBLE	BAJO	MANTENIMIENTO	Realizar un levantamiento previo y, paralelamente, mantener una proyección de los costos. A más un 10%.	ACEPTABLE	IMPROBABLE	BAJO	SI
Etap 1 (EOPS)	Falta de adherencia a las nuevas políticas de ahorro	INDESEABLE	POSIBLE	MEDIO	LIDERAZGO	Ronda de capacitaciones y desarrollo junto a RRHH de un plan de incentivos	TD LERABLE	POSIBLE	BAJO	SI
Etap 1 (EOPS)	Falta de control para garantizar el cumplimiento	INTOLERABLE	POSIBLE	ALTO	LIDERAZGO	Incluir el desempeño de estas actividades en la medición de desempeño de los mandos medios. Con el levantamiento realizado, se debe realizar oportunamente la provisión de insumos a utilizar.	TD LERABLE	IMPROBABLE	BAJO	SI
Etap 1 (EOPS)	Agotamiento acelerado de stock de repuestos	TD LERABLE	PROBABLE	MEDIO	ALMACENES	Cada área productiva contará con el acompañamiento de un "padrino" del área de mantenimiento para guía, asesoría y evaluación de riesgos.	ACEPTABLE	IMPROBABLE	BAJO	SI
Etap 1 (EOPS)	Inexperiencia en la ejecución de los correctivos por parte del personal operativo generando accidentes	INTOLERABLE	POSIBLE	ALTO	MANTENIMIENTO	Fijación de contratos de suministro con plan de multas por retrasos al proveedor.	TD LERABLE	POSIBLE	MEDIO	SI
Etap 1 (EOPS)	Retraso en la adquisición del equipo de detección de fugas	INDESEABLE	POSIBLE	MEDIO	COMPRAS	Establecer un plan de intervenciones anuales y compartido con operaciones para ajuste mensual de fechas.	TD LERABLE	IMPROBABLE	BAJO	SI
Etap 1 (EOPS)	Falta de disponibilidad de parada planta para realizar una inspección profunda (inspecciones y correcciones con equipos fuera de servicio)	INDESEABLE	PROBABLE	ALTO	PRODUCCIÓN	Se generará el alquiler de equipos compresores hasta tanto el sistema esté implementado al 100%. Con respecto al sistema de HVAC se realizará la implementación en el mes proyectado con menor temperatura del año para reducir el impacto de un posible fallo.	TD LERABLE	POSIBLE	MEDIO	SI
ETAPA 2 (CAPEX)	Fallas en el sistema HVAC y aire comprimido durante la implementación	INTOLERABLE	POSIBLE	EXTRORDINARIO	MANTENIMIENTO	Coordinar con el departamento de compra la apertura de licitaciones al menos para contar con costos reales al momento de iniciar las contrataciones.	ACEPTABLE	IMPROBABLE	MEDIO	SI
ETAPA 2 (CAPEX)	Subestimación de costos de implementación	INDESEABLE	POSIBLE	ALTO	COMPRAS	Establecer un plan de intervenciones anuales y compartido con operaciones para ajuste mensual de fechas.	TD LERABLE	POSIBLE	MEDIO	SI
ETAPA 2 (CAPEX)	Interrupciones operativas extendidas durante la instalación	INTOLERABLE	POSIBLE	ALTO	PRODUCCIÓN	Definición de métodos constructivos de bajo impacto (Ej Alpinismo Industrial)	TD LERABLE	POSIBLE	MEDIO	SI
ETAPA 2 (CAPEX)	Dificultad para realizar las modificaciones en la infraestructura sin afectar la producción	INDESEABLE	POSIBLE	ALTO	MANTENIMIENTO	Fijación de contratos de suministro con plan de multas por retrasos al proveedor.	TD LERABLE	IMPROBABLE	BAJO	SI
ETAPA 2 (CAPEX)	Retrasos en el suministro de los equipos	INDESEABLE	POSIBLE	MEDIO	COMPRAS	Solicitar al proveedor seleccionado su "part list" y adquirir aquellos requeridos antes de iniciar el trabajo.	TD LERABLE	POSIBLE	BAJO	SI
ETAPA 2 (CAPEX)	Limitaciones de repuestos disponibles en el mercado nacional	INDESEABLE	POSIBLE	MEDIO	COMPRAS	Coordinar con compra un plan de mitigación al momento de elaborar la licitación, en el cual se contemple la retención de pagos hasta tanto no se garantice el ahorro proyectado aprobado entre las partes.	TD LERABLE	POSIBLE	MEDIO	SI
ETAPA 2 (CAPEX)	Eficiencia de equipos ahorradores, por debajo de lo garantizado por los fabricantes.	INTOLERABLE	POSIBLE	EXTRORDINARIO	MANTENIMIENTO		TD LERABLE	POSIBLE	MEDIO	SI

Matriz de análisis de riesgo y mitigación