

# Antes de comenzar nuestra sesión ...



INSTITUTO DE  
CAPACITACIÓN  
E INVESTIGACIÓN  
DEL PLÁSTICO Y  
DEL CAUCHO



Ubícate en un  
lugar cómodo



Prepárate un café  
o tu bebida favorita



Alista lápiz y papel  
para tomar nota

# Durante la sesión ...



Interactuar con los docentes y  
demás participantes del curso  
a través del chat



Q&A

Dejar tus preguntas haciendo  
clic en el botón Q&A (Preguntas y  
Respuestas).



No grabar la sesión.  
Recuerda que no está  
permitido

# Programa de Formación: “Fortalecimiento de las capacidades técnicas de los transformadores de residuos de PET”



ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS  
PARA EL DESARROLLO INDUSTRIAL



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Confederación Suiza

Departamento Federal de Economía,  
Formación e Investigación DEFI  
Secretaría de Estado para Asuntos Económicos SECO



Ministerio de  
**Comercio, Industria  
y Turismo**





INSTITUTO DE  
CAPACITACIÓN  
E INVESTIGACIÓN  
DEL PLÁSTICO Y  
DEL CAUCHO



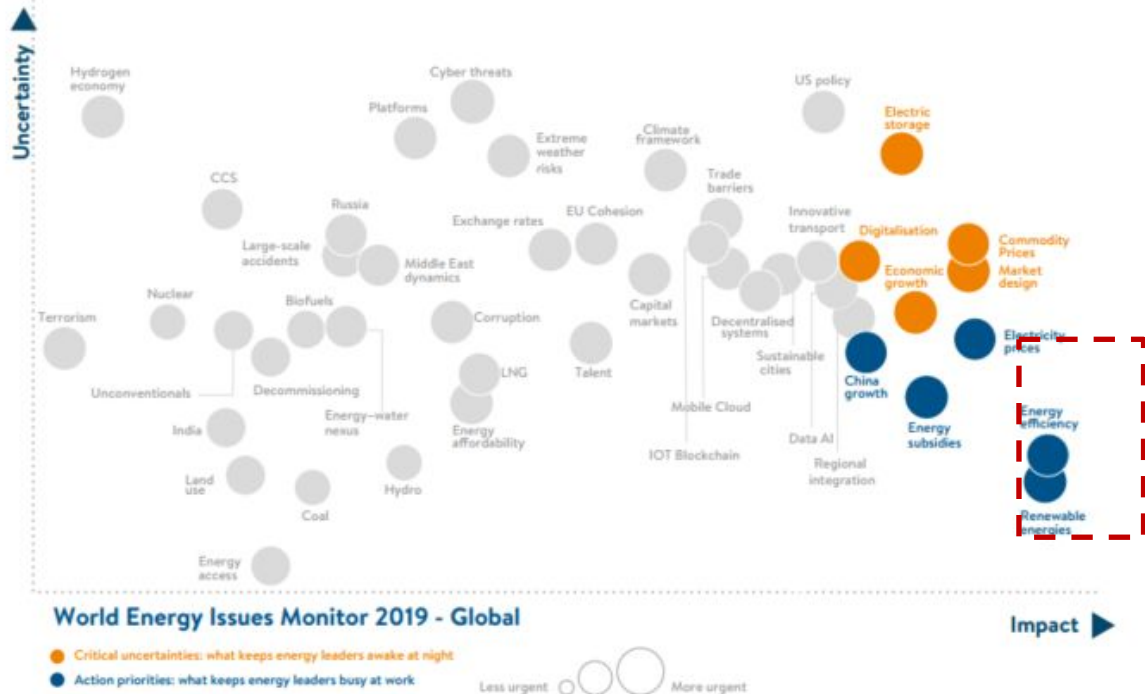
# Eficiencia energética en los procesos de transformación del plástico

---

I.Q Nicolás Muñoz

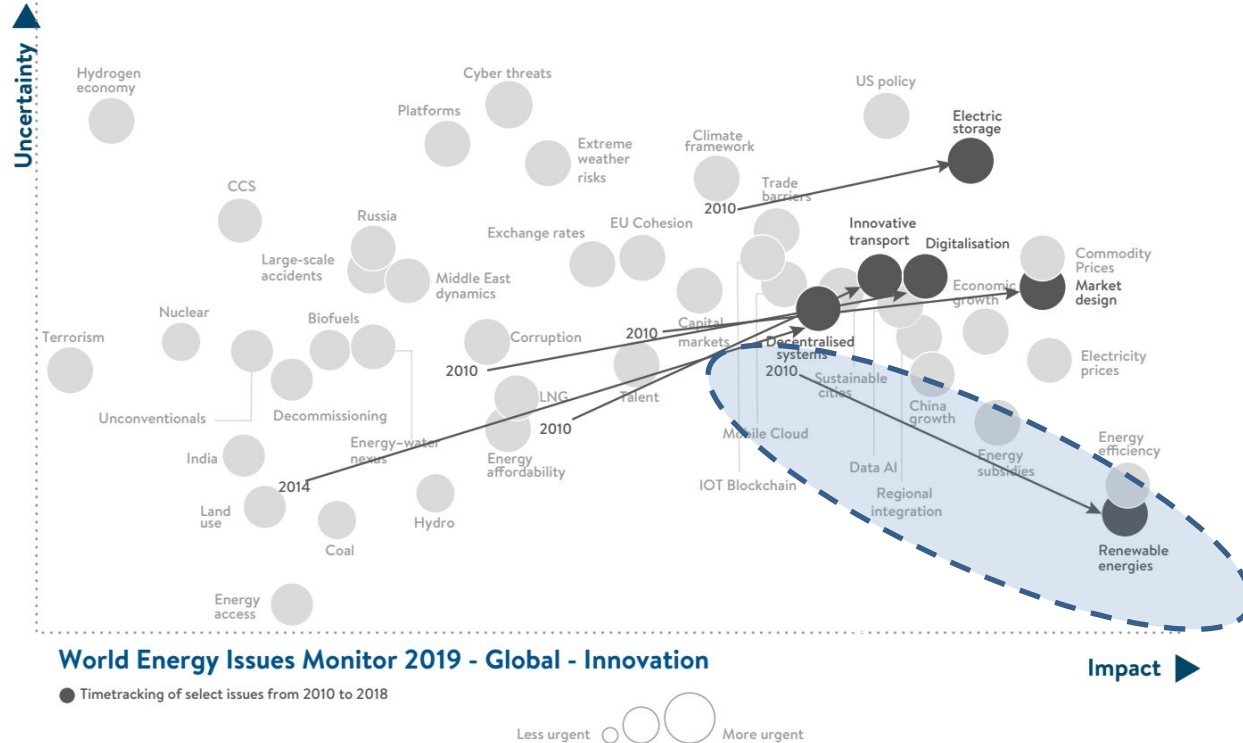


- Investigador Consultor del ICIPC.
- Ingeniero Químico de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín.
- Maestrando en Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana sede Medellín.
- Conocimiento en procesamiento de materiales.
- Coordinador del cluster de innovación en moda sostenible.
- Participante en proyectos de circularidad, reciclaje, biocompuestos y eficiencia energética.



La eficiencia energética y las energías renovables con los factores de mayor impacto y menor incertidumbre

# Cambios en la dinámica energética global



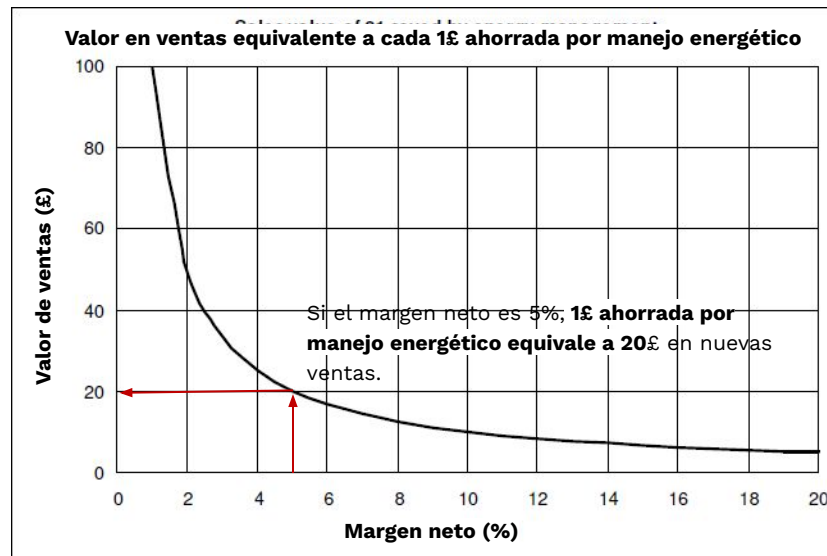
- La eficiencia energética y las energías renovables se consolidaron en los último 10 años

Los costos de energía pueden fácilmente alcanzar el **8% de la facturación.**

¿Qué haría su empresa para obtener nuevos negocios que aumenten la facturación y las ganancias en un 30% si supiera que:

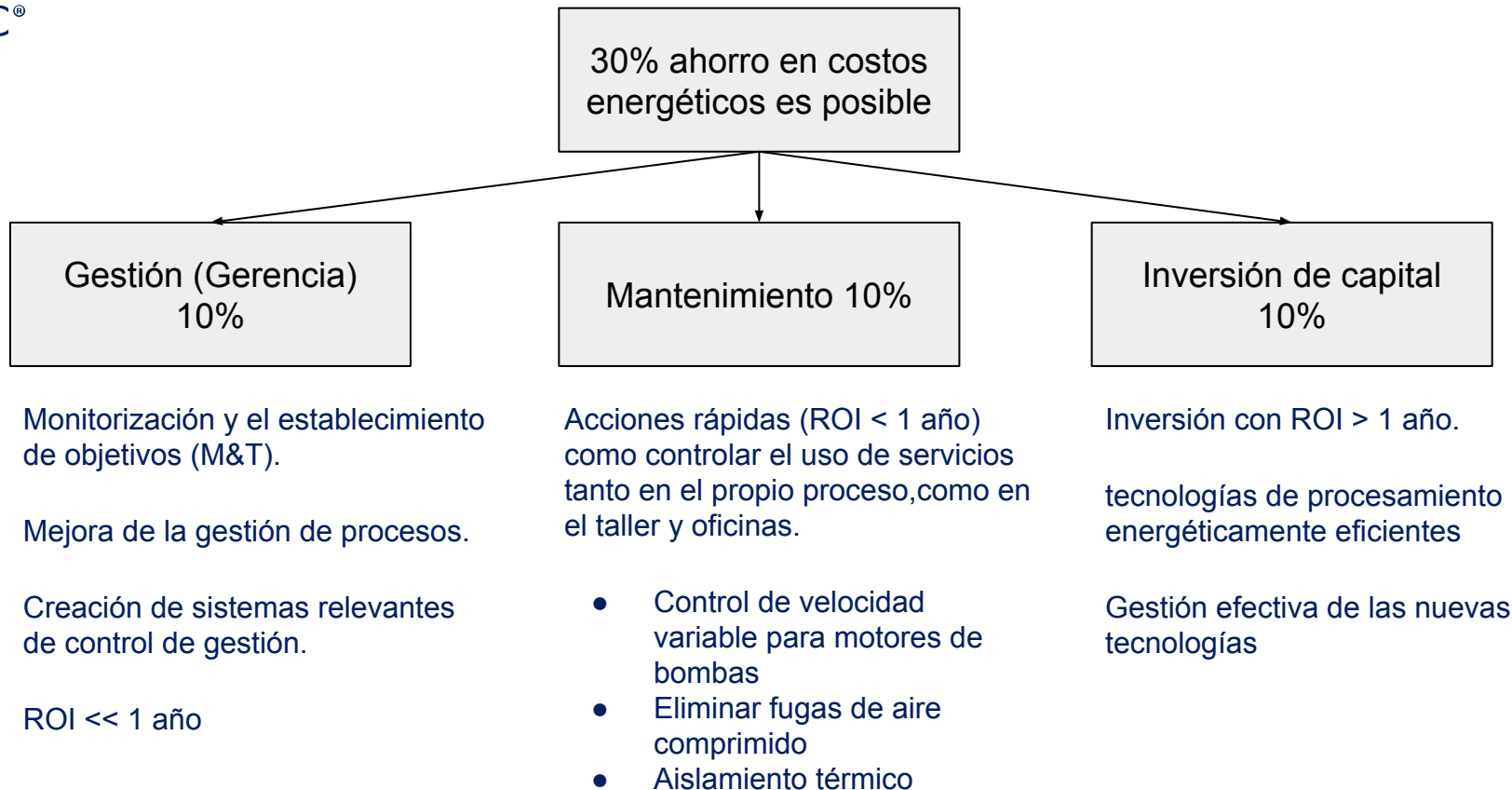
- Sus competidores no podrían impedirle conseguir el negocio.
- El negocio está efectivamente garantizado.
- El negocio requeriría solo esfuerzo interno.
- El negocio tiene un bajo riesgo y un retorno de inversión de 6 a 9 meses.
- El negocio continuaría en el futuro y probablemente aumentaría su valor.
- El negocio lo haría lucir bien ante sus partes interesadas y la comunidad.

Los posibles ahorros de una buena gestión energética son del orden del **30% del gasto energético actual** para la mayoría de los sitios de **procesamiento de plásticos.**



Reducir costos en energía es equivalente a incrementar las ventas. ¡Sin la incertidumbre!

# ¿De dónde sale ese posible 30% de ahorro?





# Contribución de la eficiencia energética en tres aspectos principales de la industria sostenible

- Los costos de energía
- Costos de recursos
- Internalización de costos (por ejemplo, sistema de comercio de emisiones - ETS)

## Aspectos económicos

- Riesgo de costo de responsabilidad futura
- Productividad de recursos



- Emisiones de CO2 (huella de carbono)
- Escasez de recursos
- Otras emisiones

## Aspectos ambientales

- Influencia en los clientes y la fuerza laboral (“conciencia energética”)
- Garantizar la seguridad de los recursos y la energía y un entorno intacto para las generaciones futuras.
- Interacción con actores políticos y de la empresa.
- Imagen en la sociedad

## Aspectos sociales

# Eficiencia energética

Reducción de las pérdidas de energía

Aprovechamiento de la energía perdida

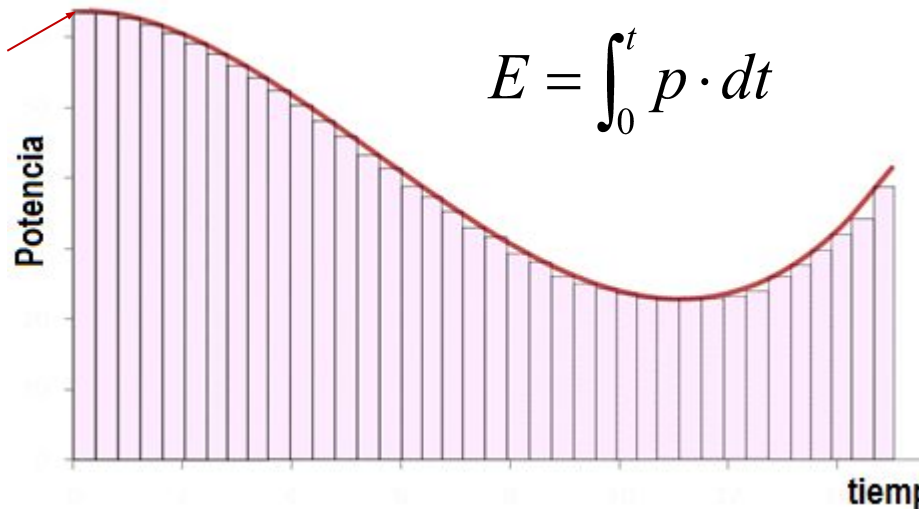
# Conceptos sobre Consumo de Energía Específico

**Demanda (p):** Se entiende por demanda eléctrica la cantidad de **potencia eléctrica** que una serie de consumidores necesitan para abastecer sus necesidades. Se mide en unidades de Potencia: Trabajo (o energía) realizado por unidad de tiempo:  $J/s = W$ . Se mide unidades de potencia = W, kW, hp.

**Consumo (E):** Es la cantidad de **energía** utilizada en un período determinado (un día, una hora, un mes) [kWh, Joules (J), kJ].



Demanda,  $p(t)$

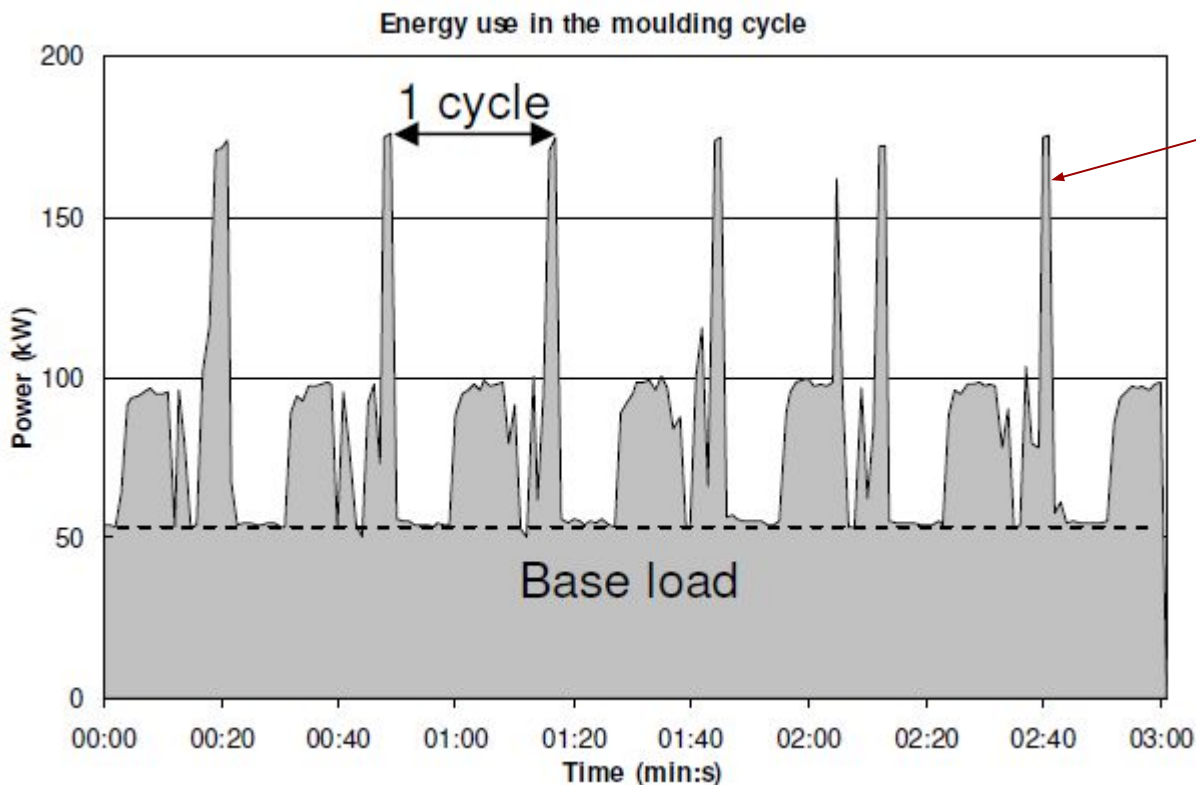


¡Unidades de consumo (E) son de energía!

$$1 \text{ kWh} = 1 \text{ kW} \cdot \text{h} =$$

$$1 \text{ [kJ/s]} \cdot 1 \text{ [h]} \cdot 3600 \text{ [s/h]} =$$

$$3600 \text{ kJ}$$



Demanda máxima (kW): Picos de requerimiento de potencia instantánea de los equipos.

En el caso de plantas con múltiples máquinas, debe hacerse un plan de arranque de la maquinaria para reducir el pico de demanda

Consumo específico de energía, también conocido como consumo por unidad de producto, que indica la cantidad de energía consumida para producir una unidad de producto:

$$\text{CEE o SEC} = \frac{\text{Consumo final de Energía (UE)}}{\text{Total de Unidades Producidas (UF)}}$$

UE: Consumo (kWh, Cal, Joule)

UF: Unidades Físicas (unidades o masa)

“La mayoría de las empresas adoptan un enfoque simple para la eficiencia energética y calculan un único consumo de energía específico (SEC) en términos de "kWh/kg" cada mes como método de evaluación. Lo calculan a partir de los kilogramos procesados en el mes y simplemente lo dividen por los kWh utilizados en el mes. Esto proporciona una buena idea del desempeño energético, pero puede ser engañoso si los volúmenes de producción cambian significativamente durante el período.”

Robin Kent, 2019.

# ¿ES POSIBLE LOGRAR EL USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA!

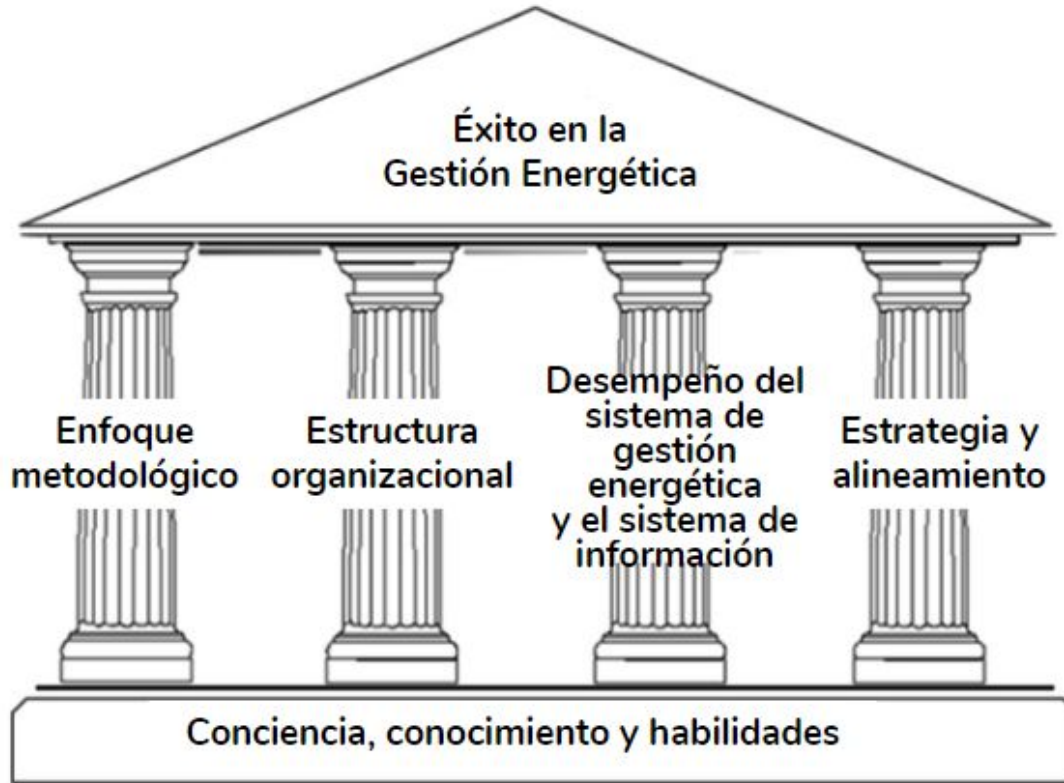
Tu y tu empresa lo pueden lograr



# Beneficios de la administración de la energía



# Dimensiones de un modelo maduro de gestión energética



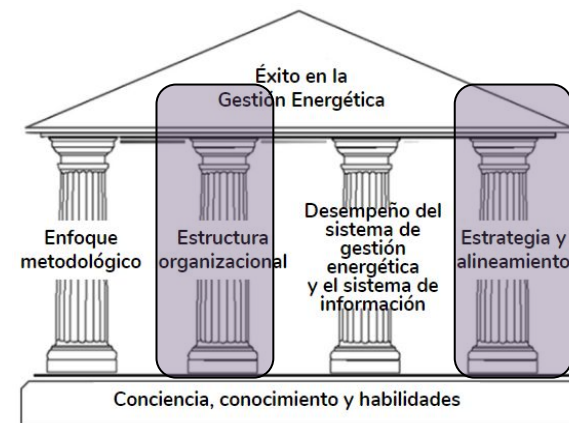
# Algunas recomendaciones para tener éxito en EE

# Lograr el compromiso de la alta dirección

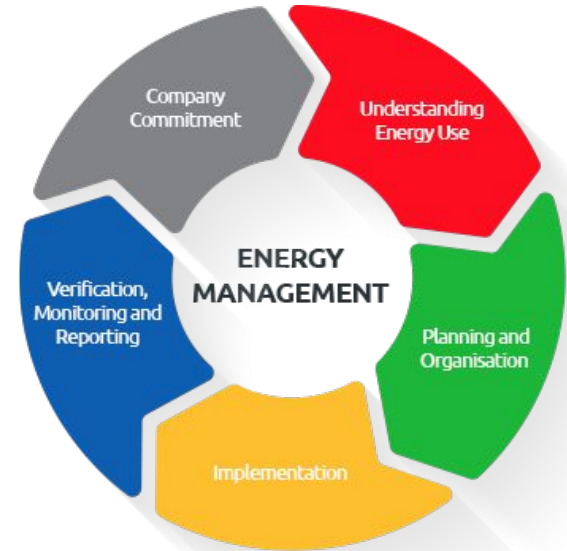
Debe ser una meta de toda la empresa

Elementos que demuestran el compromiso de la alta dirección:

- Declarar una política frente al uso eficiente y racional de la energía
- Asignar presupuesto
- Asignar personal
- Hacer seguimiento



- Definir una política
- Designar un responsable
- Definir indicadores energéticos
- Analizar los indicadores energéticos
- Definir metas energéticas
- Definir planes de mejora
- Mostrar los resultados obtenidos
- Entre otros





Se requiere:

- Un sistema PHVA (ISO 50001)
- Metodologías para la determinación de las áreas y estrategias de intervención (M&T y EGM)

# Premisa

La política puede ser basada en la ley de calidad estándar ISO 50001 que busca establecer, gestionar y mejorar eficiencia energética, o puede ser un sistema interno. Lo importante es que se asuman la responsabilidad de los costos y las acciones para reducir los consumos.

# Premisa

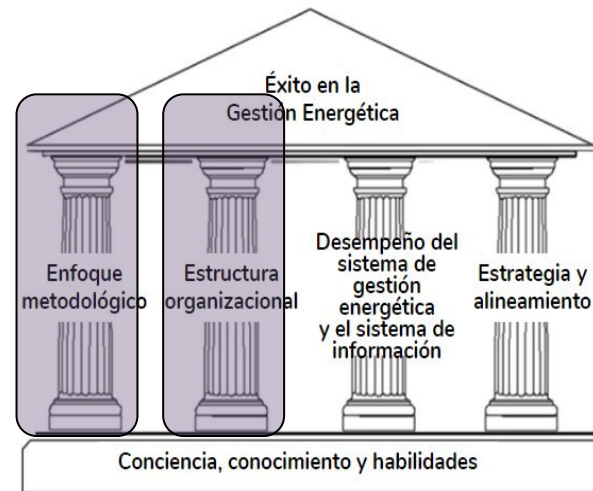
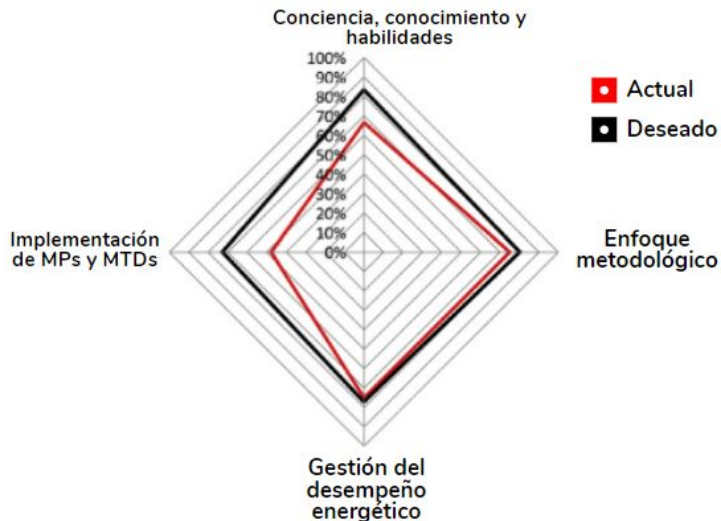
“La actitud es más importante que la tecnología. Aunque se pueden lograr reducciones en el consumo de energía a través de ajustes tecnológicos, en el largo plazo, la actitud de la gente que trabaja para la organización tendrá un mayor impacto” ENERGY EFFICIENCY – CARBONTRUST



### Y... ¡plantea metas de desarrollo de esa madurez!

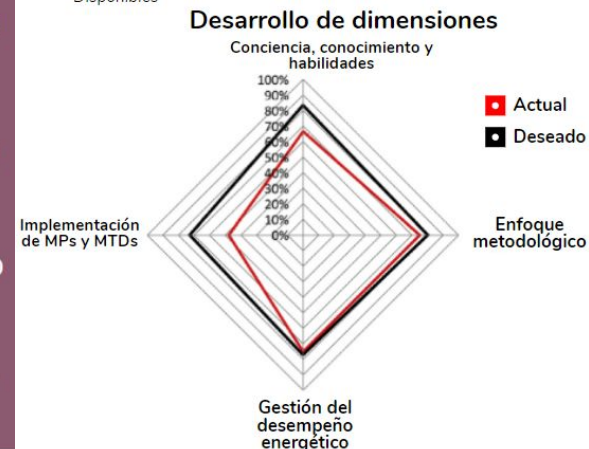
MP: Mejores Prácticas  
 MTD: Mejores Técnicas  
 Disponibles

#### Desarrollo de dimensiones

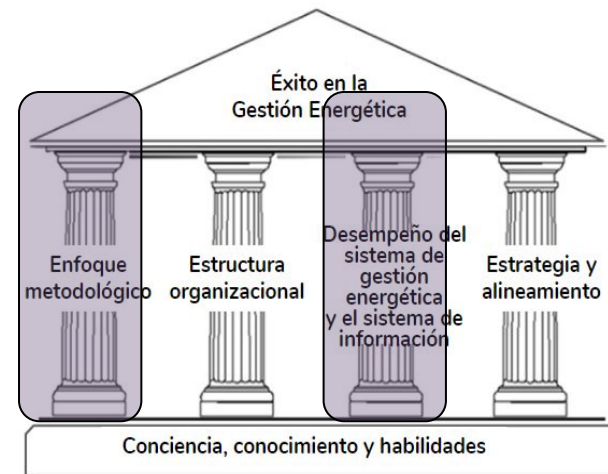
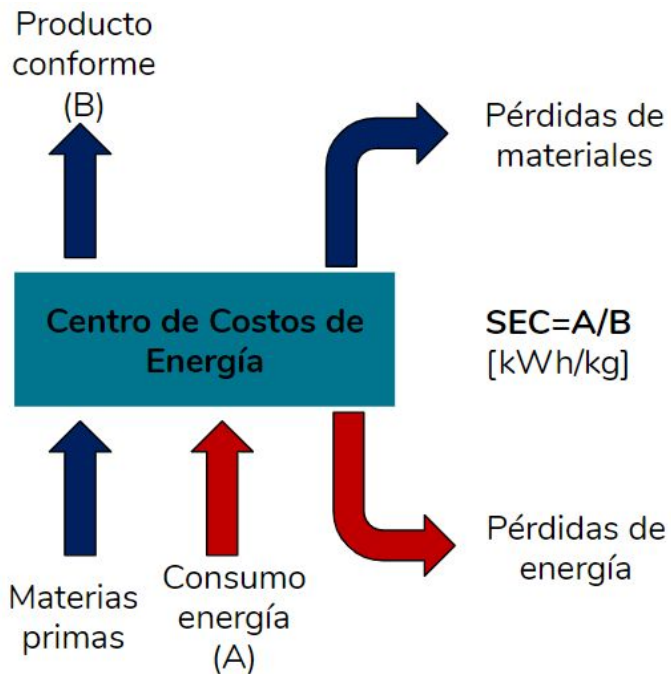


	Conciencia, conocimiento y habilidades	Enfoque metodológico	Gestión del desempeño energético	Implementación de Mejores Prácticas y Mejores Tecnologías Disponibles	
5	Optimizado: actividades de educación avanzada y continua en marcha	Optimizado y en uso	Optimizado y en uso	Tecnología avanzada y optimizada para el sistema de producción específico	<b>OPTIMIZADO</b>
4	Todo el personal está consciente y proactivo	Sistema de gestión estandarizado y en uso	Completo y en uso, con actividades y responsabilidades definidas	Se emprenden oportunidades más complicadas, incluidas aquellas que requieren un conocimiento profundo del sistema de producción y actividades pesadas de recopilación/ análisis de datos (generalmente cambios en las operaciones y la gestión o modificaciones estructurales)	<b>INTEGRADO</b>
3	Se están desarrollando habilidades de gestión y también se están llevando a cabo actividades de sensibilización entre todo el personal	Gestión por proyectos (enfoque de auditoría energética)	Aún fragmentado y no completamente coordinado, pero se identifica un solo responsable	Solo se realizan oportunidades comúnmente conocidas, incluidas aquellas que requieren mayores inversiones si se garantiza la rentabilidad	<b>SISTEMÁTICO PERO NO CONTINUO</b>
2	Principalmente técnico y elemental	Es debatido	Recopilación de datos ocasionales.	Solo se realizan oportunidades comúnmente conocidas y sin costo o de bajo costo con retornos más altos (y más rápidos)	<b>OCASIONAL</b>
1	Fragmentado	No existente	Inexistente (basado solo en facturas)	No existente	<b>INICIAL</b>

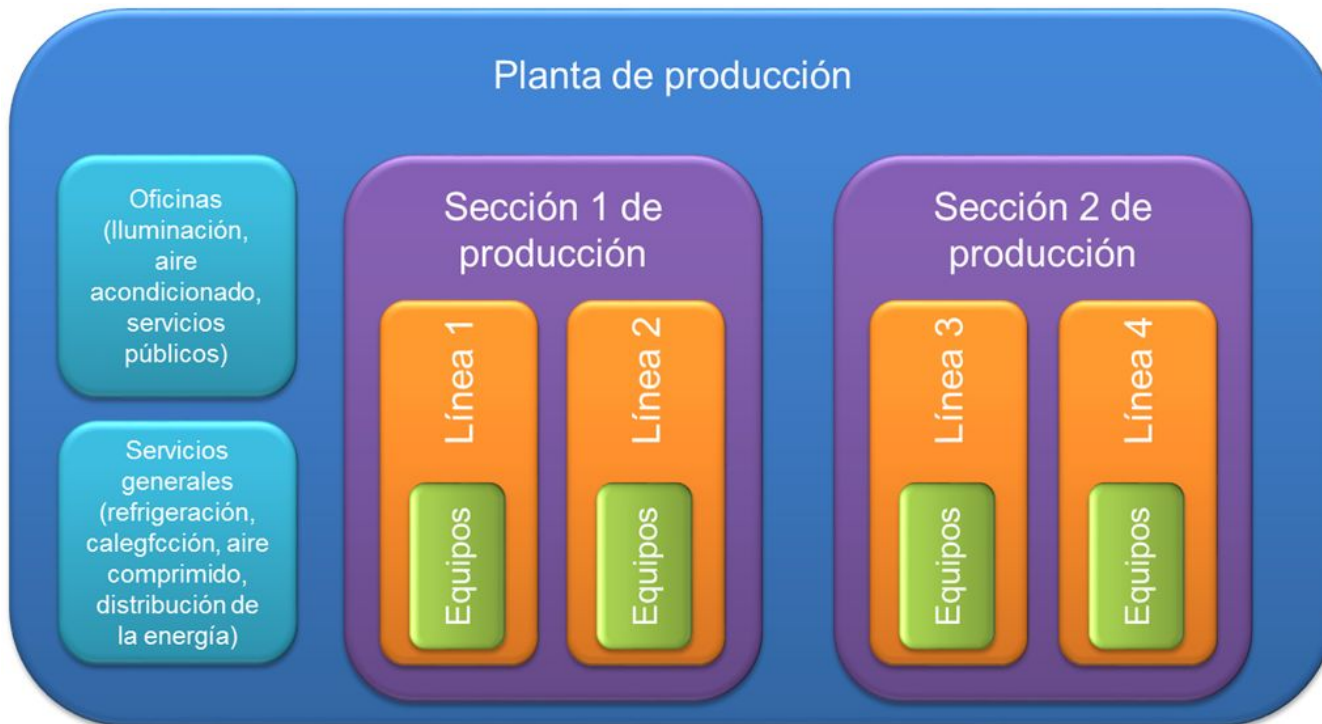
MP: Mejores Prácticas  
MTD: Mejores Técnicas Disponibles



# Selecciona y planifica adecuadamente tus CCE's

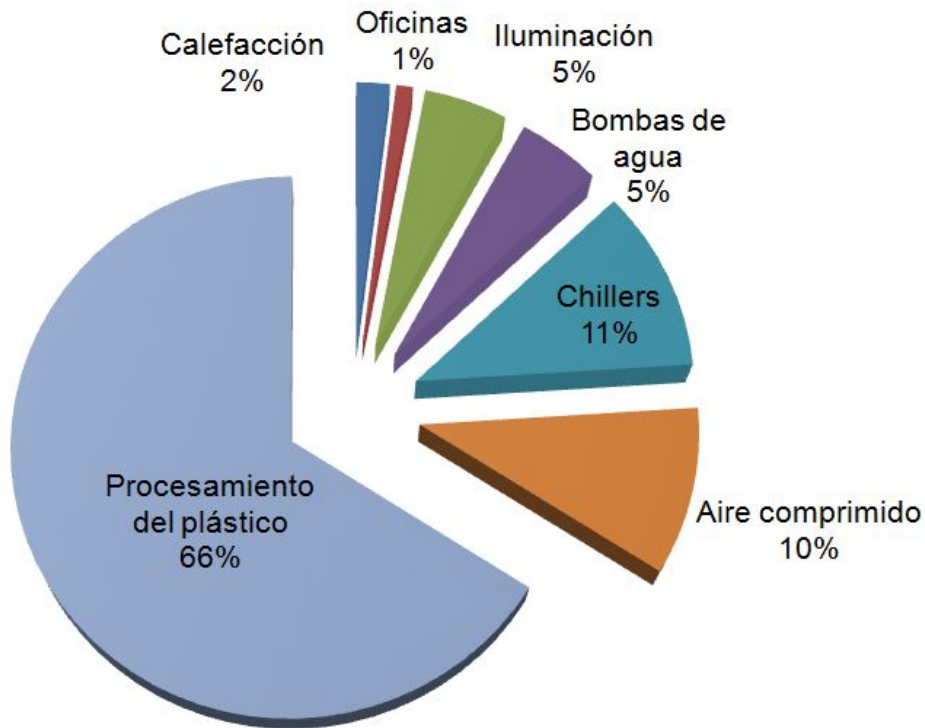


## Que puede ser un centro de costos Energéticos?



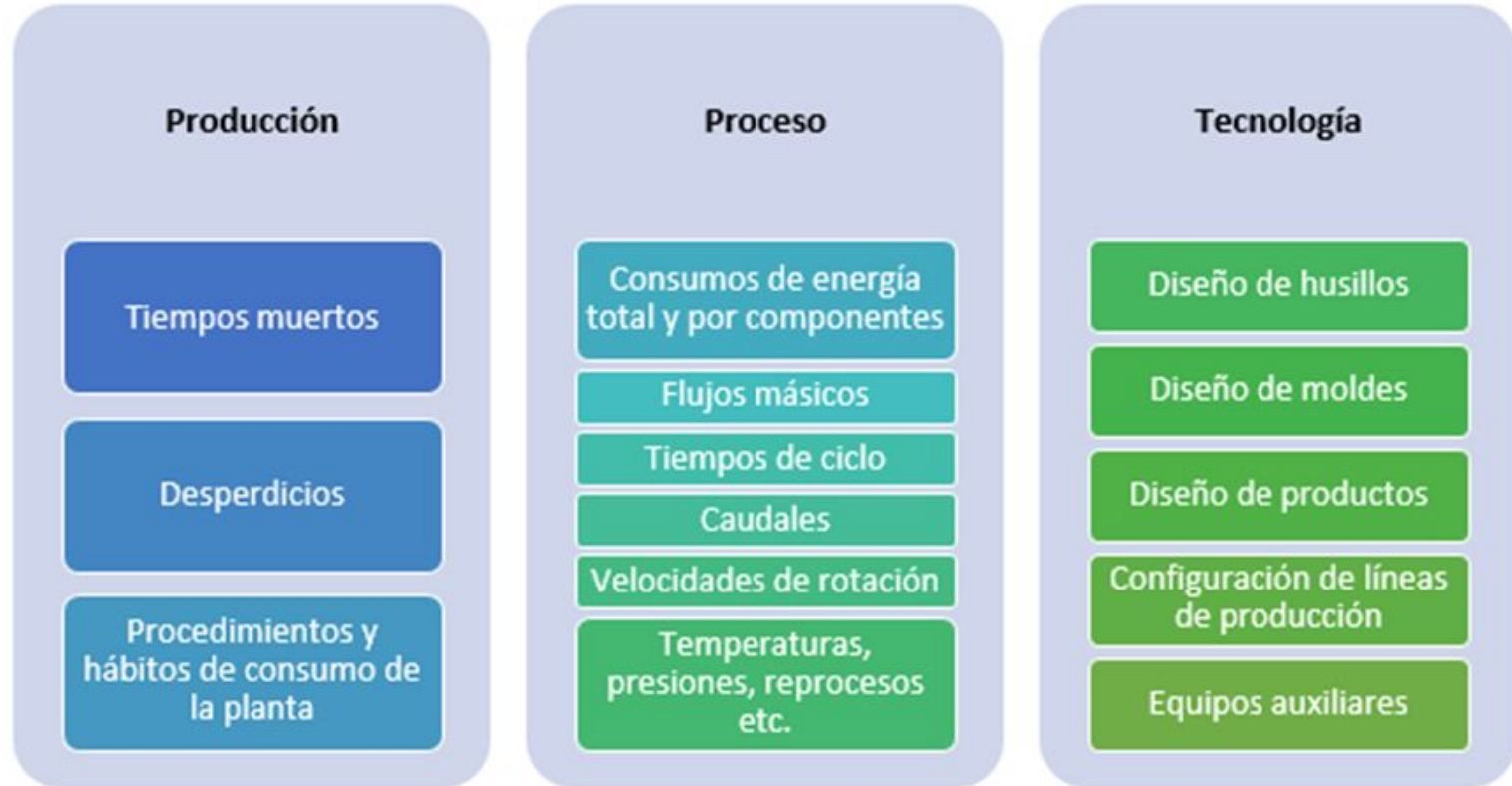
La empresa, cualquier sección de la empresa, cualquier equipo o cualquier componente de equipo que quiera ser analizado en la que es posible medir el consumo de energía y la producción,

# Distribución típica de los consumos en una planta de procesamiento de polímeros

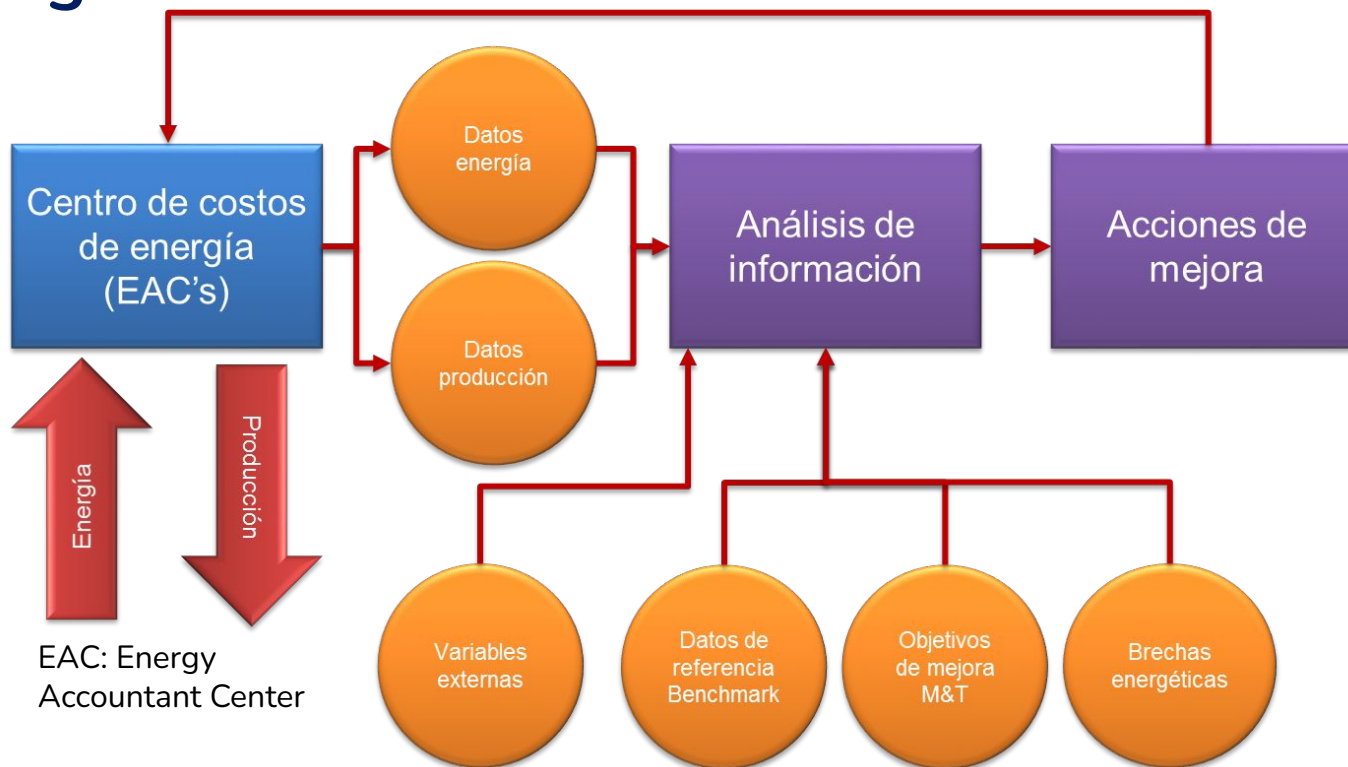


La mayor parte de los consumos están asociados al procesamiento: extrusoras, inyectoras, sopladoras, equipos de rotomoldeo, termoformadoras, entre otros

## Factores que influyen en desempeño del CCE



# Administración de Centros de Costos de Energía



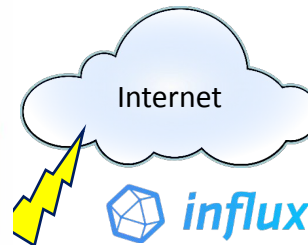


# 4

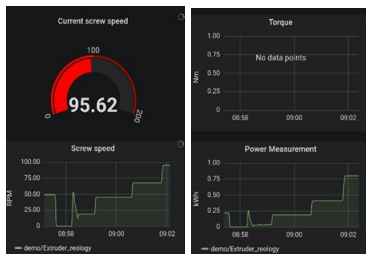
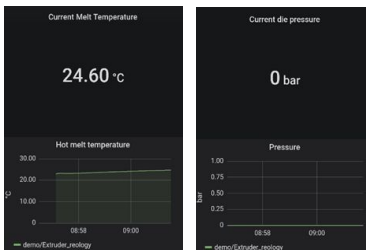
## Mide, mide, mide... ¡Y vuelve a medir!



### Solución ICIPC basada en IoT: Monitoreo de procesos y eficiencia energética



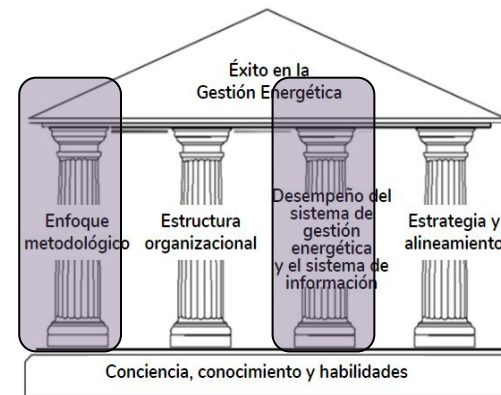
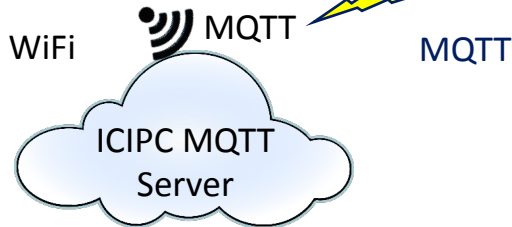
Base de datos  
Almacenamiento



MQTT  
Broker



ICIPC  
IoT  
Server

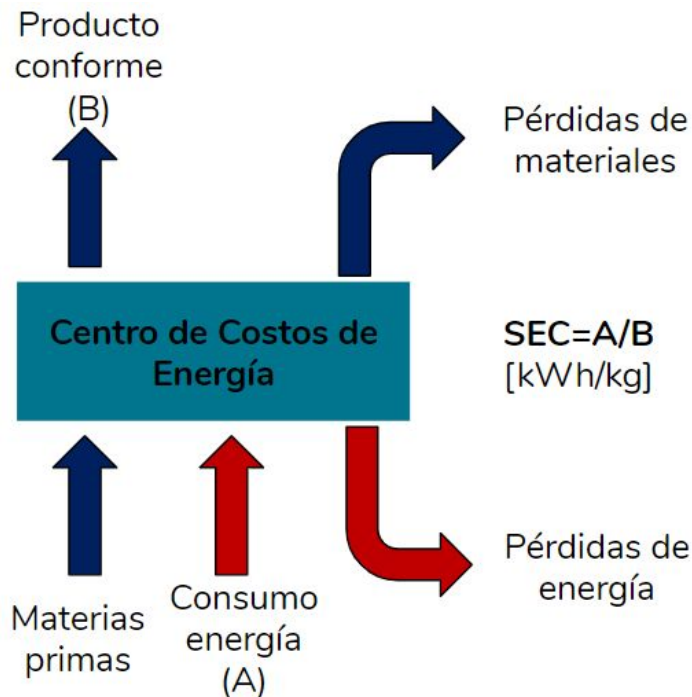






- ✓ OEE
- ✓ Piezas producidas por turno
- ✓ Tiempos de ciclo
- ✓ Avance en tiempo real de metas de producción
- ✓ Datos de hoja de vida del molde (historia de montaje, ciclos de operación)
- ✓ Ingreso de información del operario/turno vinculado a un proceso para trazabilidad
- ✓ Información de periféricos
  - ✓ Horas y temperaturas de secado de un lote de resina
  - ✓ Temperatura de operación de chillers o unidades de atemperamiento
- ✓ Información de propiedades de materia prima integrada al lote de producción

# Consumo de energía específico (SEC o CEE) de un centro de costos de energía (CCE)



## Definición general

$$CEE \text{ o } SEC = \frac{\text{Consumo final de Energía (UE)}}{\text{Total de Unidades Producidas (UF)}}$$

## Pregunta:

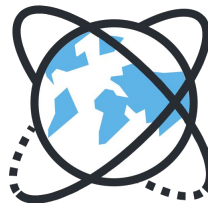
¿Cuál debe ser el objetivo del centro de costos de energía?

- Incrementar la eficiencia en el consumo de la energía
- Reducir el consumo de energía específico

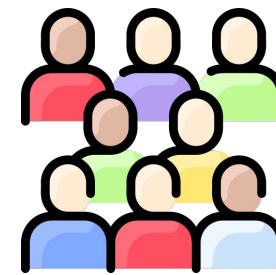
# Principales elementos de una arquitectura IoT



Sensores y  
actuadores



Conectividad



Procesos y  
personas

Hardware / Software



ICIPC®

# Aplicación: Cámara de ozono

## Arquitectura típica en un Sistema de medición IoT



Sensor de Temperatura

Medición de voltaje para conocer concentración de ozono



WiFi

MQTT



ICIPC MQTT Server

MQTT Broker



Internet



Base de datos

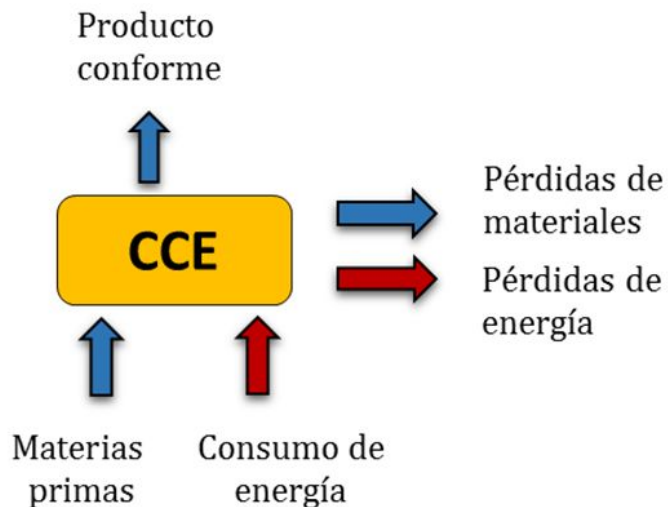


Visualización



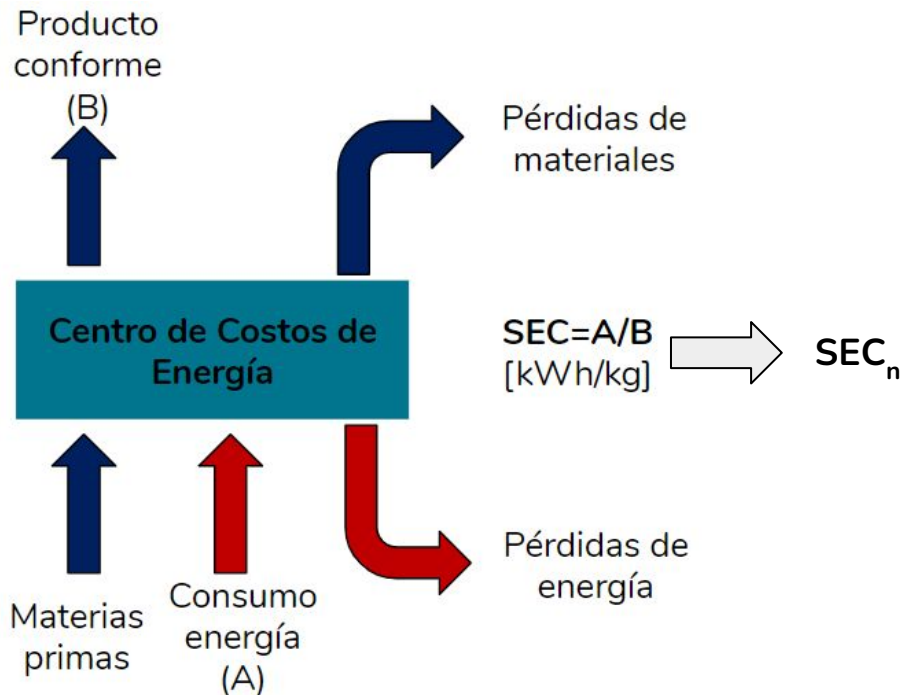
# Sistema de gestión energética

ICIPC® Centro de costos Energéticos y Consumo Específico de energía (SEC)



Objetivo: Consumir la menor cantidad de energía por unidad de producción (consumo de energía específico) o CEE o SEC al interior de un Centro de Costos Energéticos o CCE

# Consumo de energía específico neto ( $SEC_n$ o $CEE_n$ )



## Pregunta:

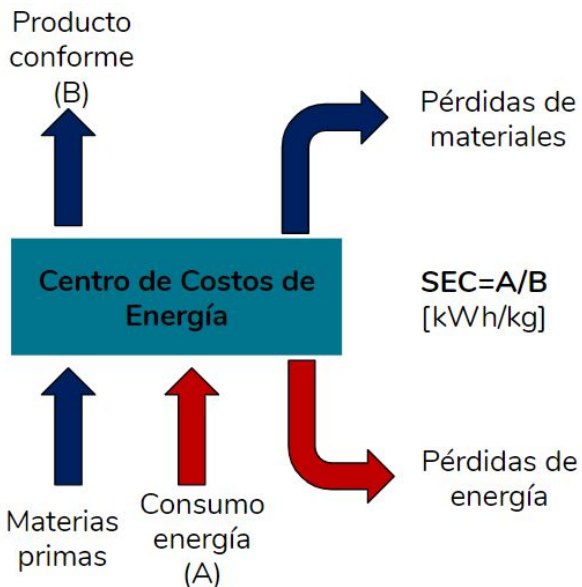
¿Si el CCE es la empresa, el producto conforme durante el periodo de análisis, es?

- La producción conforme de la planta
- La cantidad de producto vendida por la empresa

¿Si el CCE es la empresa, la pérdida de materiales durante el periodo de análisis, es?

- La cantidad de producto no conforme, retales y desperdicios producida por la planta
- La cantidad de producto no conforme, retales y desperdicios que salen de la empresa.

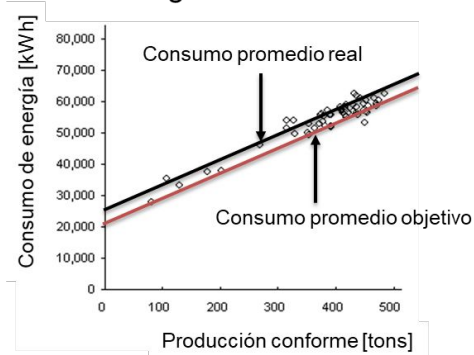
# Consumo de energía específico (SEC o CEE) de un centro de costos de energía (CCE)



## Consumo de energía específico neto ( $SEC_n$ )

- Es el consumo de energía específico más alto del CCE
- Está asociado al costo real del consumo de energía dentro de la empresa y afecta directamente la utilidad del negocio.

### Diagramas ABT



$$Cons_{energia} = a \cdot Prod_{conforme} + b$$



$$SEC_n = a + \frac{b}{Prod_{conforme}}$$

$$SEC_n = \frac{\sum_{i=1}^{Numero\ de\ días} Consumos\ de\ energia\ [kWh]}{Producción\ conforme\ [kg]}$$

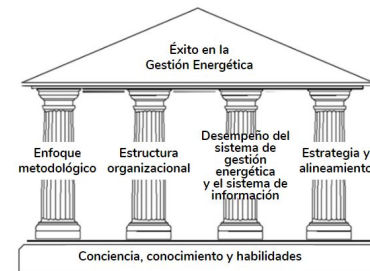
Si un alto  $SEC_n$  significa una alta ineficiencia en el consumo de energía, ¿cómo identificar dónde están esas ineficiencias?

# 5 No olvides analizar la información...

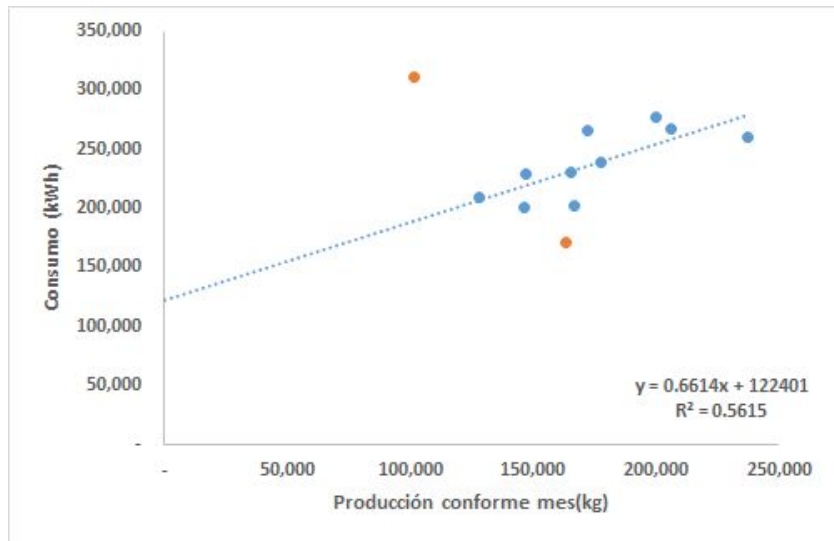
## Premisa

***LO QUE NO SE MIDE, NO SE CONTROLA***

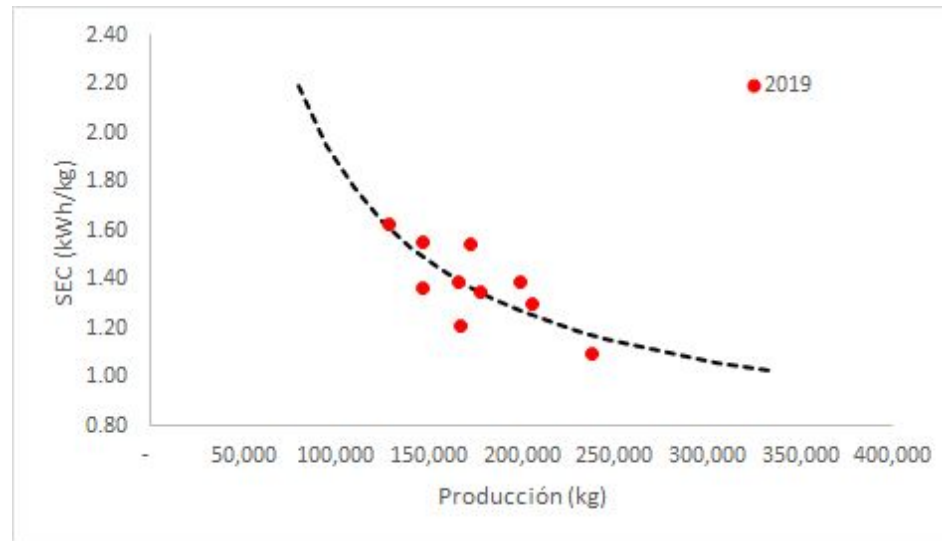
***DATOS no son lo mismo que INFORMACIÓN***







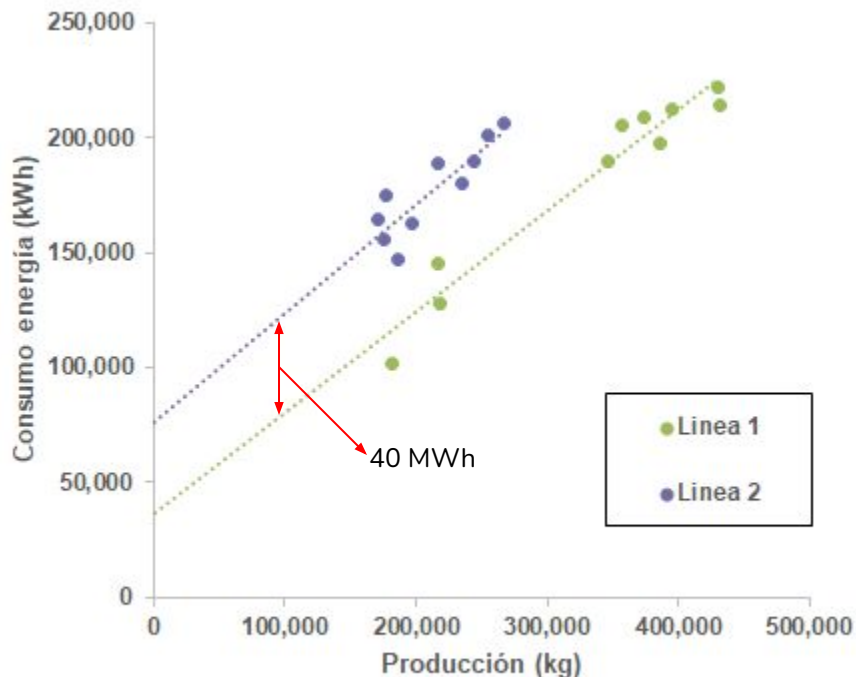
Consumo de energía vs Producto conforme



SEC vs Producto conforme

¡El SEC depende del nivel de producción!

# Reducción de la brecha tecnológica en inyección de polímeros



Línea	Carga base (kWh)	Carga proceso (kWh/kg)
L1	36,000	0.44
L2	76,000	0.47
<b>Diferencia</b>	<b>40,000</b>	<b>0.03</b>

**La mayor diferencia entre las dos líneas de producción es una actualización en el paquete de control de la inyectora**

# Definiciones del consumo de energía específico

Consumo de energía específico neto

**SEC<sub>n</sub>**

Consumo de energía específico bruto

**SEC<sub>g</sub>**

Consumo de energía específico continuo

**SEC<sub>s</sub>**

Consumo de energía específico de máquina

**SEC<sub>m</sub>**

Consumo de energía específico de referencia

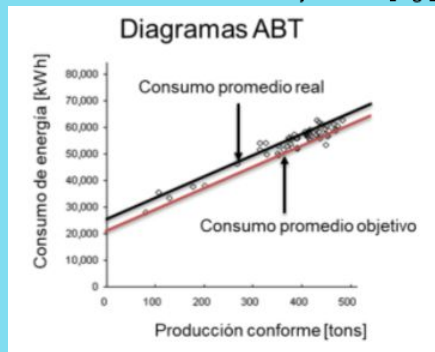
**SEC<sub>b</sub>**

Consumo de energía específico termodinámico

**SEC<sub>t</sub>**

## Consumo de energía específico neto

$$SEC_n = \frac{\sum_{i=1}^{\text{Numero de días}} \text{Consumos de energía [kWh]}}{\text{Producción conforme [kg]}}$$



$$Cons_{energía} = a \cdot Prod_{conforme} + b$$

$$SEC_n = a + \frac{b}{Prod_{conforme}}$$

- Representa el uso real de la energía en la producción de bienes o productos.
- Los consumos diarios de energía se correlacionan con la producción conforme en una gráfica de dispersión.



ICIPC®

# Definiciones del consumo de energía específico

Consumo de energía específico neto

**SEC<sub>n</sub>**

Consumo de energía específico bruto

**SEC<sub>g</sub>**

Consumo de energía específico continuo

**SEC<sub>s</sub>**

Consumo de energía específico de máquina

**SEC<sub>m</sub>**

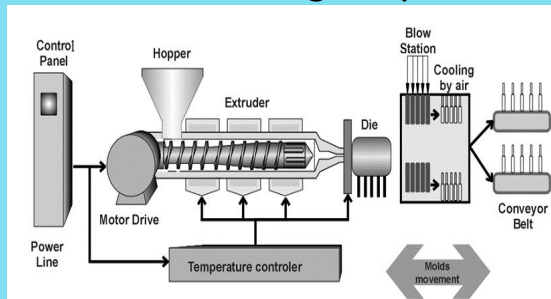
Consumo de energía específico de referencia

**SEC<sub>b</sub>**

Consumo de energía específico termodinámico

**SEC<sub>t</sub>**

## Consumo de energía específico bruto



### Proceso discontinuo

$$SEC_g = \frac{\text{Consumo de energía en ciclo estable [kWh]}}{\text{Producción total} * (1 - (\%retal_h - \%retal_{ip})/100)} \left[ \frac{kg}{h} \right]$$

### Proceso continuo

$$SEC_g = \frac{\text{Demanda de potencia promedio [kW]}}{\text{Flujo másico} * (1 - (\%retal_h - \%retal_{ip})/100)} \left[ \frac{kg}{h} \right]$$

- Considera el consumo de energía desperdiciado cuando se generan retales por producción no conforme.
- Excluye el retal inherente.
- Se obtiene la fracción de retal histórica de los datos de producción.

$\%retal_h$

Porcentaje de retal histórico

$\%retal_{ip}$

Porcentaje de retal inherente al proceso

# Definiciones del consumo de energía específico

Consumo de energía específico neto

**SEC<sub>n</sub>**

Consumo de energía específico bruto

**SEC<sub>g</sub>**

Consumo de energía específico continuo

**SEC<sub>s</sub>**

Consumo de energía específico de máquina

**SEC<sub>m</sub>**

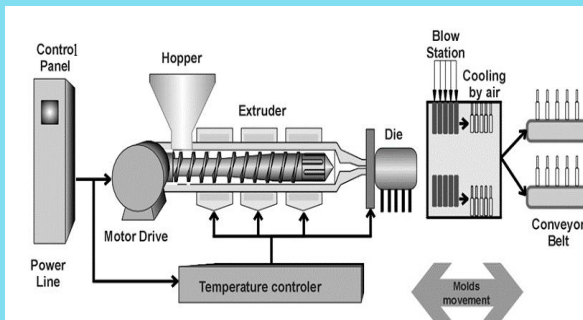
Consumo de energía específico de referencia

**SEC<sub>b</sub>**

Consumo de energía específico termodinámico

**SEC<sub>t</sub>**

## Consumo de energía específico continuo



### Proceso discontinuo

$$SEC_s = \frac{\text{Consumo de energía en ciclo estable [kWh]}}{\text{Producción total} * (1 - \%retal_{ip}/100) \left[ \frac{kg}{h} \right]}$$

### Proceso continuo

$$SEC_s = \frac{\text{Demanda de potencia promedio [kW]}}{\text{Flujo másico} * (1 - \%retal_{ip}/100) \left[ \frac{kg}{h} \right]}$$

- Es la relación entre el consumo de energía y la producción conforme en un proceso estable en las condiciones habituales de procesamiento.
- Se calcula a partir de mediciones a corto plazo en las que se excluyen los arranques, paradas y tiempos de inactividad de la máquina.
- Excluye el retal inherente.

$\%retal_{ip}$  Porcentaje de retal inherente al proceso

# Definiciones del consumo de energía específico

Consumo de energía específico neto

$SEC_n$

Consumo de energía específico bruto

$SEC_g$

Consumo de energía específico continuo

$SEC_s$

Consumo de energía específico de máquina

$SEC_m$

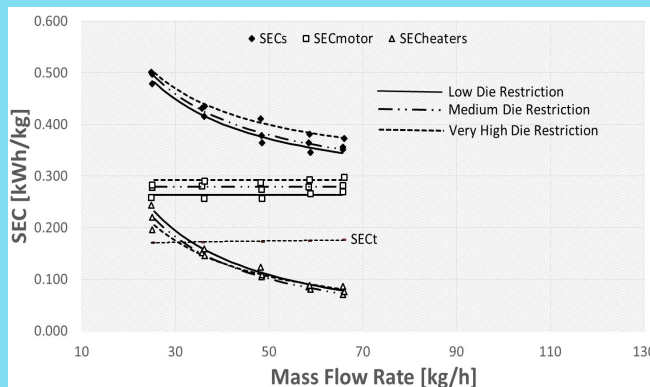
Consumo de energía específico de referencia

$SEC_b$

Consumo de energía específico termodinámico

$SEC_t$

## Consumo de energía específico de máquina



$$SEC_m = \frac{\text{Consumo de energía en condiciones estables y optimizadas [kWh]}}{\text{Producción total conforme en condiciones estables y optimizadas [kg/h]}}$$

$$SEC_m = (SEC_s)_{\text{optimizado}}$$

- Es el mínimo valor de SECs que se puede obtener cuando se optimiza el proceso
- Se desconoce cuando se realiza un diagnóstico.
- Se debe desarrollar un procedimiento de optimización de procesos que permita alcanzar el mejor rendimiento del proceso.

# Definiciones del consumo de energía específico

Consumo de energía específico neto

$SEC_n$

Consumo de energía específico bruto

$SEC_g$

Consumo de energía específico continuo

$SEC_s$

Consumo de energía específico de máquina

$SEC_m$

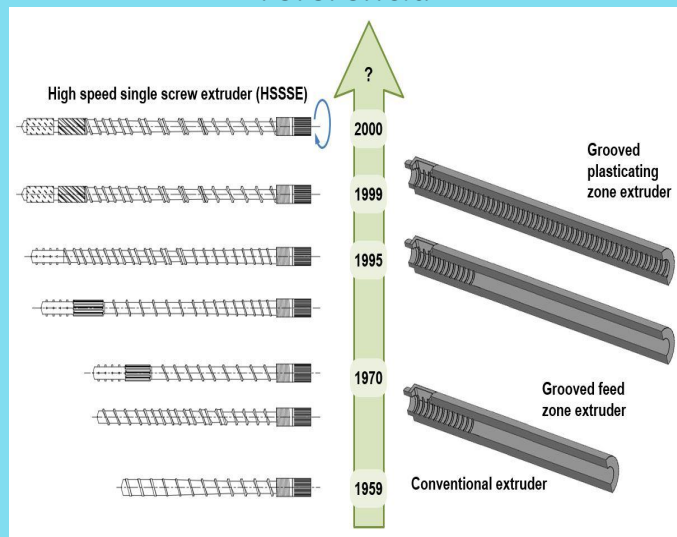
Consumo de energía específico de referencia

$SEC_b$

Consumo de energía específico termodinámico

$SEC_t$

## Consumo de energía específico de referencia



$$SEC_b = (SEC_m)_{mejortechnolog\acute{a}}$$

- Es el valor de SECs para la tecnología seleccionada como referencia o “benchmark”: Industrial, histórico y de la empresa.



ICIPC®

# Definiciones del consumo de energía específico

Consumo de energía específico neto

**SEC<sub>n</sub>**

Consumo de energía específico bruto

**SEC<sub>g</sub>**

Consumo de energía específico continuo

**SEC<sub>s</sub>**

Consumo de energía específico de máquina

**SEC<sub>m</sub>**

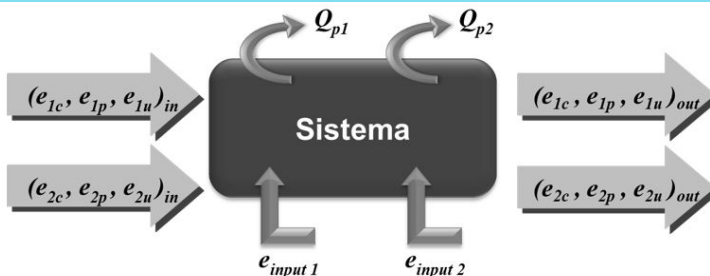
Consumo de energía específico de referencia

**SEC<sub>b</sub>**

Consumo de energía específico termodinámico

**SEC<sub>t</sub>**

## Consumo de energía específico neto



$$SEC_t = \Delta e_u + \Delta e_c + \Delta e_p$$

$\Delta e_u$  Cambio de energía interna

$\Delta e_c$  Cambio de energía cinética

$\Delta e_p$  Cambio de energía potencial

- Es el consumo específico de energía necesario para transformar las materias primas en productos, en ausencia de pérdidas energéticas.



Consumo de energía específico neto

$SEC_n$

Consumo de energía específico bruto

$SEC_g$

Consumo de energía específico continuo

$SEC_s$

Consumo de energía específico de máquina

$SEC_m$

Consumo de energía específico de referencia

$SEC_b$

Consumo de energía específico termodinámico

$SEC_t$

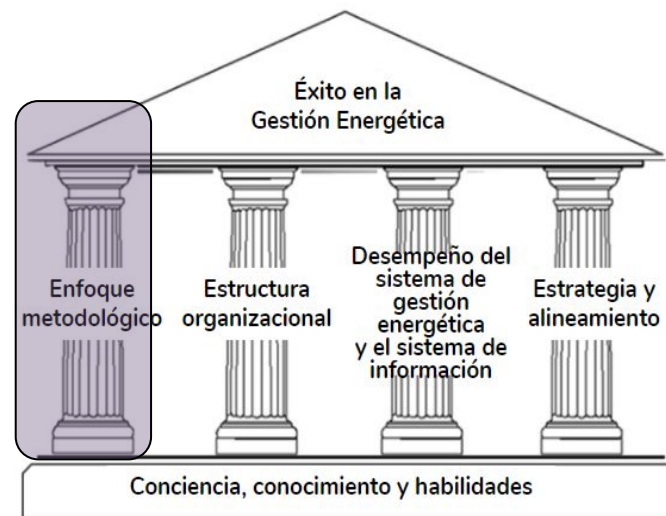
## Condiciones

$$SEC_n - SEC_t = EG_{producción} + EG_{calidad} + EG_{proceso} + EG_{tecnología} + EG_{IDD}$$

$$SEC_n > SEC_g > SEC_s > SEC_m > SEC_b > SEC_t$$

- Las brechas más altas en el diagrama no afectan las brechas más bajas.
- La reducción de las brechas más bajas en el diagrama ayudan a reducir las brechas más altas.
- Se recomienda actuar sobre las brechas mayores.
- Cuando hay varias brechas de magnitud comparable, se recomienda actuar sobre la brecha más baja en el diagrama.

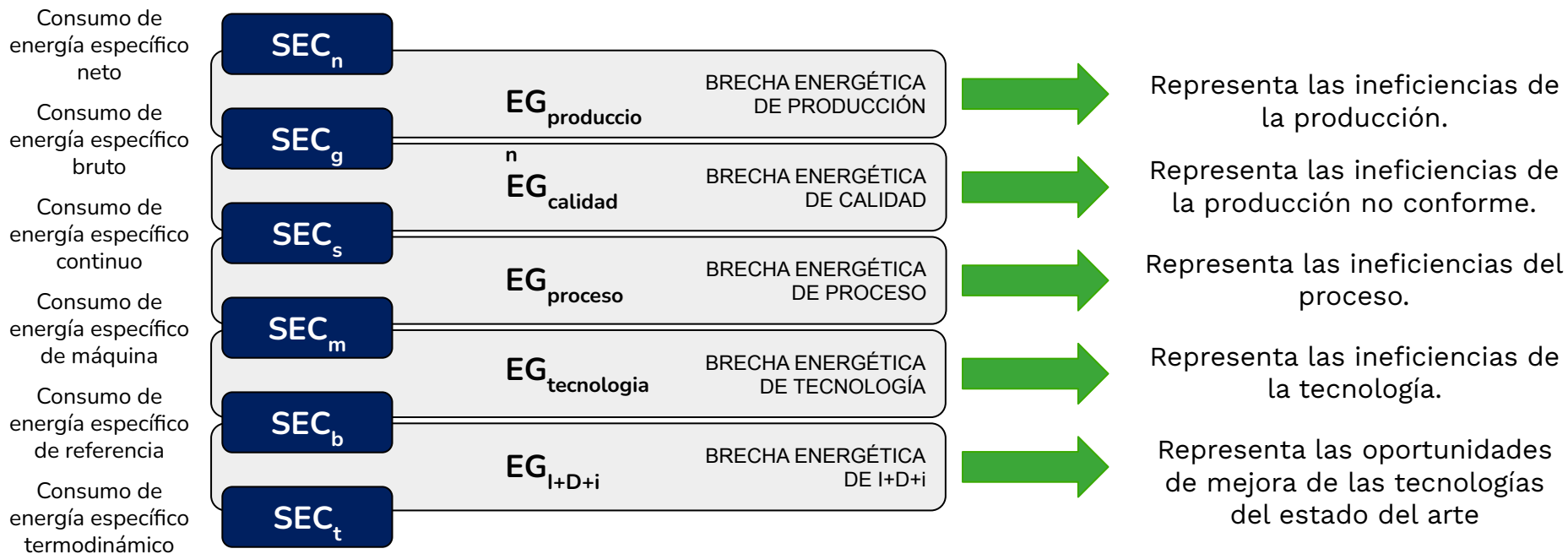
# 6 Apoyate en metodologías validadas ¡Y plantea indicadores y metas!





ICIPC®

# El método de las brechas energéticas (Energy Gaps Method o EGM)



# El método de las brechas energéticas (Energy Gaps Method o EGM)



Consumo de energía específico neto

$SEC_n$

Consumo de energía específico bruto

$SEC_g$

Consumo de energía específico continuo

$SEC_s$

Consumo de energía específico de máquina

$SEC_m$

Consumo de energía específico de referencia

$SEC_b$

Consumo de energía específico termodinámico

$SEC_t$

## BRECHA ENERGÉTICA DE PRODUCCIÓN

$$EG_{produccion} = SEC_n - SEC_g$$

Representa la ineficiencia energética relacionada con la producción.

### ¿Cómo se reduce?

- Reduciendo tiempos muertos por:
- Mantenimiento correctivo
- Inadecuada programación de producción
- Implementando buenas prácticas de arranque y parada, entre otros.

$EG_{produccion}$  BRECHA ENERGÉTICA DE PRODUCCIÓN

$EG_n$  BRECHA ENERGÉTICA DE CALIDAD

$EG_{proceso}$  BRECHA ENERGÉTICA DE PROCESO

$EG_{tecnologia}$  BRECHA ENERGÉTICA DE TECNOLOGÍA

$EG_{I+D+i}$  BRECHA ENERGÉTICA DE I+D+i

# El método de las brechas energéticas (Energy Gaps Method o EGM)



Consumo de energía específico neto

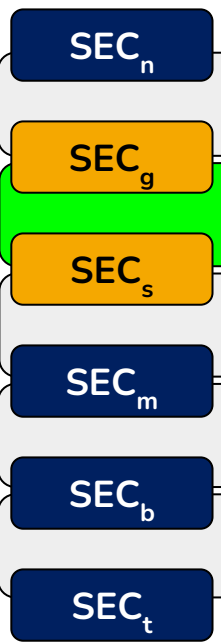
Consumo de energía específico bruto

Consumo de energía específico continuo

Consumo de energía específico de máquina

Consumo de energía específico de referencia

Consumo de energía específico termodinámico



**BRECHA ENERGÉTICA DE CALIDAD**

$$EG_{\text{calidad}} = SEC_g - SEC_s$$

Representa la ineficiencia energética relacionada a la producción no conforme.

**¿Cómo se reduce?**

- Realizando cambios en:
  - Tecnologías
  - Condiciones de operación
  - Materiales y formulaciones
- Implementando SPC
- Armonizando las especificaciones del producto con la capacidad de proceso de los equipos, entre otros.



# El método de las brechas energéticas (Energy Gaps Method o EGM)



Consumo de energía específico neto

$SEC_n$

Consumo de energía específico bruto

$SEC_g$

Consumo de energía específico continuo

$SEC_s$

Consumo de energía específico de máquina

$SEC_m$

Consumo de energía específico de referencia

$SEC_b$

Consumo de energía específico termodinámico

$SEC_t$

## BRECHA ENERGÉTICA DE PROCESO

$$EG_{\text{proceso}} = SEC_s - SEC_m$$

Representa la ineficiencia energética relacionada a condiciones de operación no optimizadas.

### ¿Cómo se reduce?

- Optimizando las condiciones de operación, mediante:
  - Diseño de experimentos
  - Simulación de procesos
  - Caracterización de ventanas de operación
  - Otros métodos.

$EG_{\text{producción}}$

BRECHA ENERGÉTICA DE PRODUCCIÓN

$n$

$EG_{\text{calidad}}$

BRECHA ENERGÉTICA DE CALIDAD

$EG_{\text{proceso}}$

BRECHA ENERGÉTICA DE PROCESO

$EG_{\text{tecnología}}$

BRECHA ENERGÉTICA DE TECNOLOGÍA

$EG_{I+D+i}$

BRECHA ENERGÉTICA DE I+D+i

# El método de las brechas energéticas (Energy Gaps Method o EGM)



Consumo de energía específico neto

$SEC_n$

Consumo de energía específico bruto

$SEC_g$

Consumo de energía específico continuo

$SEC_s$

Consumo de energía específico de máquina

$SEC_m$

Consumo de energía específico de referencia

$SEC_b$

Consumo de energía específico termodinámico

$SEC_t$

## BRECHA ENERGÉTICA DE TECNOLOGÍA

$$EG_{\text{tecnología}} = SEC_m - SEC_b$$

Representa la ineficiencia energética relacionada con la utilización de tecnologías menos eficientes que las utilizadas como referencia.

### ¿Cómo se reduce?

- Realizando inversiones en tecnologías de alta eficiencia energética.
- Optimizando el diseño de cabezales, moldes, husillos y otros componentes de maquinaria.
- Realizando mantenimiento preventivo para mantener los equipos en óptimas condiciones.
- Ajustando la capacidad de los equipos a los requerimientos del proceso y el producto.
- Otros.

$EG_{\text{producción}}$  BRECHA ENERGÉTICA DE PRODUCCIÓN

$EG_n$  BRECHA ENERGÉTICA DE CALIDAD

$EG_{\text{proceso}}$  BRECHA ENERGÉTICA DE PROCESO

$EG_{\text{tecnología}}$  BRECHA ENERGÉTICA DE TECNOLOGÍA

$EG_{I+D+i}$  BRECHA ENERGÉTICA DE I+D+i

# El método de las brechas energéticas (Energy Gaps Method o EGM)



Consumo de energía específico neto

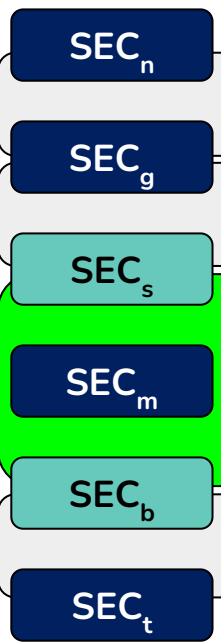
Consumo de energía específico bruto

Consumo de energía específico continuo

Consumo de energía específico de máquina

Consumo de energía específico de referencia

Consumo de energía específico termodinámico



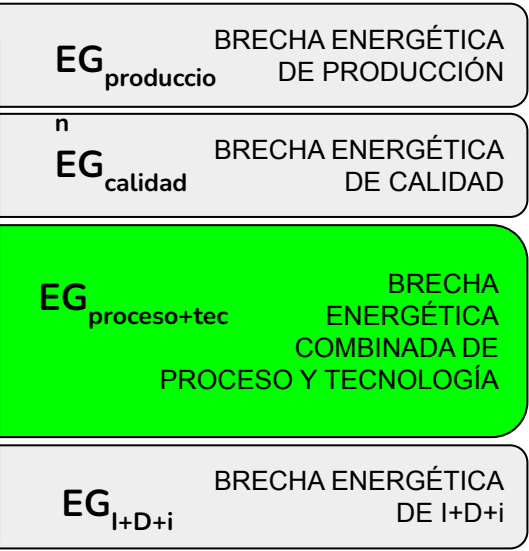
**BRECHA ENERGÉTICA DE CALIDAD**

$$EG_{\text{proceso+tec}} = SEC_s - SEC_b$$

**Se determina cuando en el proceso de diagnóstico del proceso no es posible determinar si se encuentra optimizado y debe realizarse una intervención p.**

**Se recomienda**

- Realizar una intervención de proceso profundo para determinar si es posible alcanzar condiciones de operación optimizadas





# El método de las brechas energéticas (Energy Gaps Method o EGM)



Consumo de energía específico neto

$SEC_n$

Consumo de energía específico bruto

$SEC_g$

Consumo de energía específico continuo

$SEC_s$

Consumo de energía específico de máquina

$SEC_m$

Consumo de energía específico de referencia

$SEC_b$

Consumo de energía específico termodinámico

$SEC_t$

## BRECHA ENERGÉTICA DE I+D+i

$$EG_{I+D+i} = SEC_b - SEC_t$$

Representa la oportunidad de desarrollar equipos y componentes de maquinaria de mayor eficiencia energética.

Esta brecha es normalmente importante para los fabricantes de maquinaria.

### ¿Cómo se reduce?

- A través de procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación

$EG_{produccion}$  BRECHA ENERGÉTICA DE PRODUCCIÓN

$EG_{calidad}$  BRECHA ENERGÉTICA DE CALIDAD

$EG_{proceso}$  BRECHA ENERGÉTICA DE PROCESO

$EG_{tecnologia}$  BRECHA ENERGÉTICA DE TECNOLOGÍA

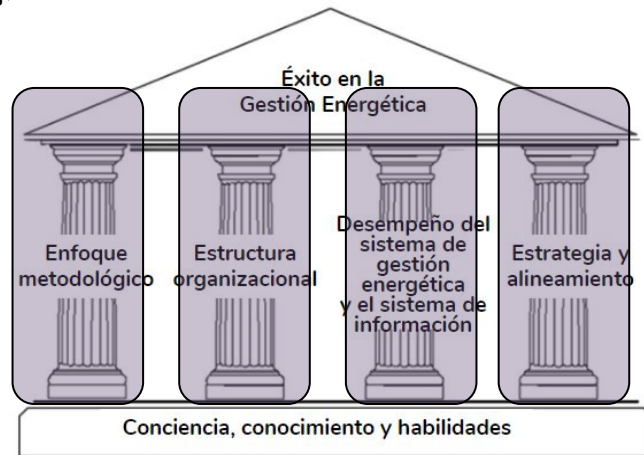
$EG_{I+D+i}$  BRECHA ENERGÉTICA DE I+D+i

# 7 ¡Integra!

La energía es una gran fuerza integradora...



## ¿Dónde se encuentran las mejoras en eficiencia energética?



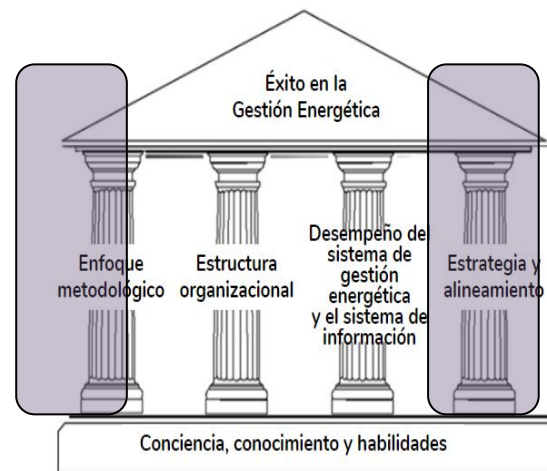
# 8 ¡Aprende a traducir las mejoras en dinero!

Son términos que todo el mundo entiende...

Recomendación	Descripción	Inversión	Ahorro al año	Retorno meses
1	Disminución Presión en compresores	COP\$0=	COP\$3'726,000=	0
2	Variador de velocidad para compresor (VSD)	COP\$2'000,000=	COP\$3'105,000=	8
3	Control de fugas de aire comprimido	COP\$2'000,000	COP\$11'000,000	2.2
4	Área y ubicación de los compresores	COP\$0	COP\$1'242,000=	0
5	Consumo por tiempos muertos	COP\$0	COP\$11'819,700=	0
6	Iluminarias LED	COP\$1'000,000=	COP\$4'036,500=	3
7	Pérdidas por calor	COP\$500,000=	COP\$1'974,000=	3
8	Incremento de productividad	COP\$0	COP\$19'926,000=	0
9	Método de Brechas (Línea de extrusión)	COP\$0=	COP\$7'353,000= Aumento del 50% producción	0
<b>Total</b>		<b>COP\$5'500,000=</b>	<b>COP\$64'182,200=</b>	<b>1</b>

Recuerda... ¡Cerca del 40% de las mejoras no requieren grandes inversiones!

Si requieren inversiones... Calcula el tiempo de retorno estimado de la inversión.





INSTITUTO DE  
CAPACITACIÓN  
E INVESTIGACIÓN  
DEL PLÁSTICO Y  
DEL CAUCHO



# ¡Gracias!

Carrera 49 #5 Sur 190. Bloque 37  
+574 3116478  
Medellín, Colombia  
[icipc@icipc.org](mailto:icipc@icipc.org) - <https://icipc.org>



@ICIPCmedellin



@ICIPC



@ICIPC\_Medellin



@ICIPC