

**VII EE** Seminario  
Latinoamericano y  
del Caribe de  
Eficiencia Energética  
**2016**

*VII Latin American and the Caribbean Energy Efficiency Seminar*

## **Caso práctico de Implementación de un Sistema de Gestión de la Energía en la Industria**

**Darío Pérez**

Director Desarrollo de Negocio & Latam  
Creara

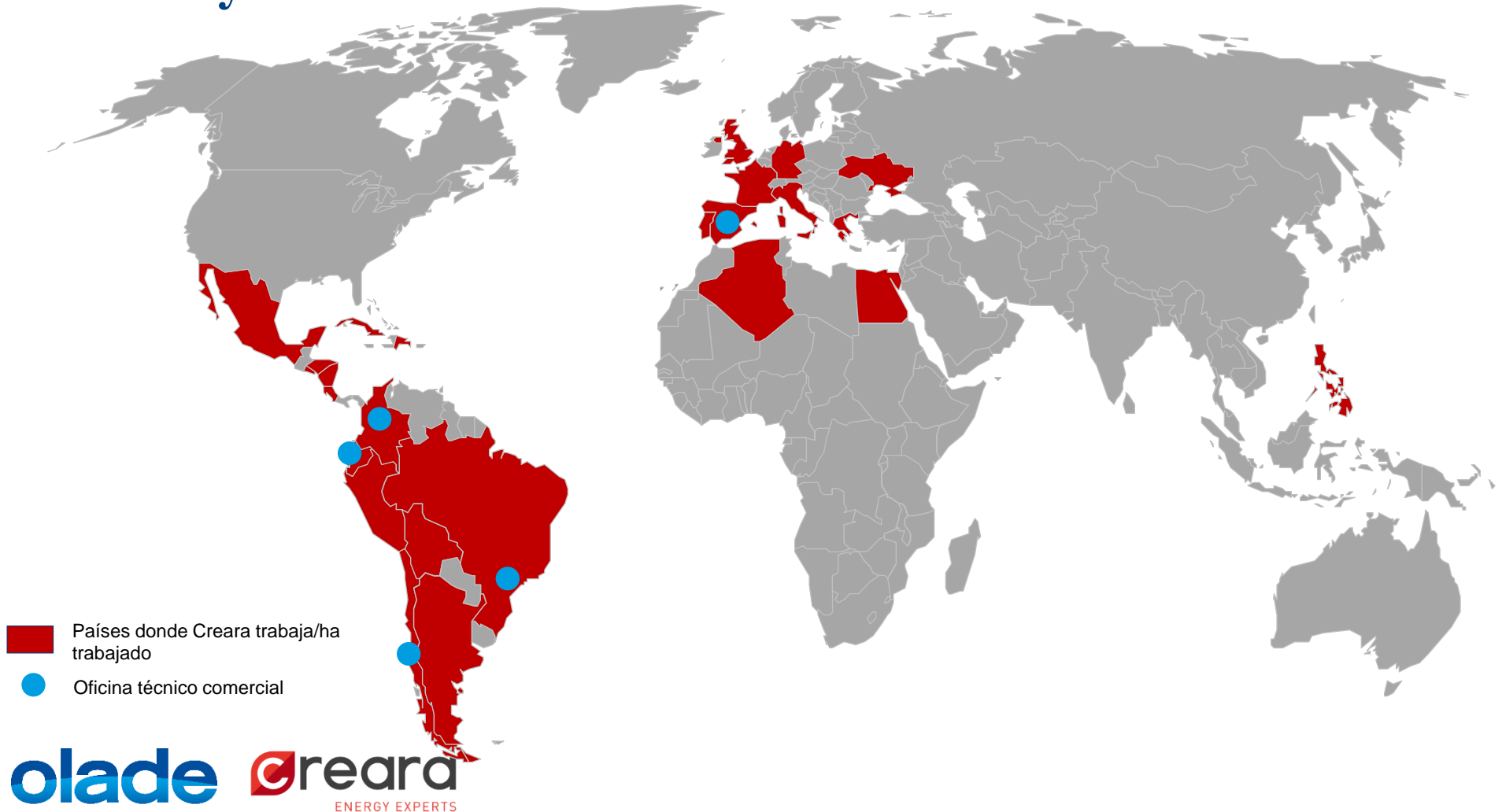
VII Seminario Latinoamericano y del Caribe de  
Eficiencia Energética  
Montevideo, Uruguay  
Abril, 2016

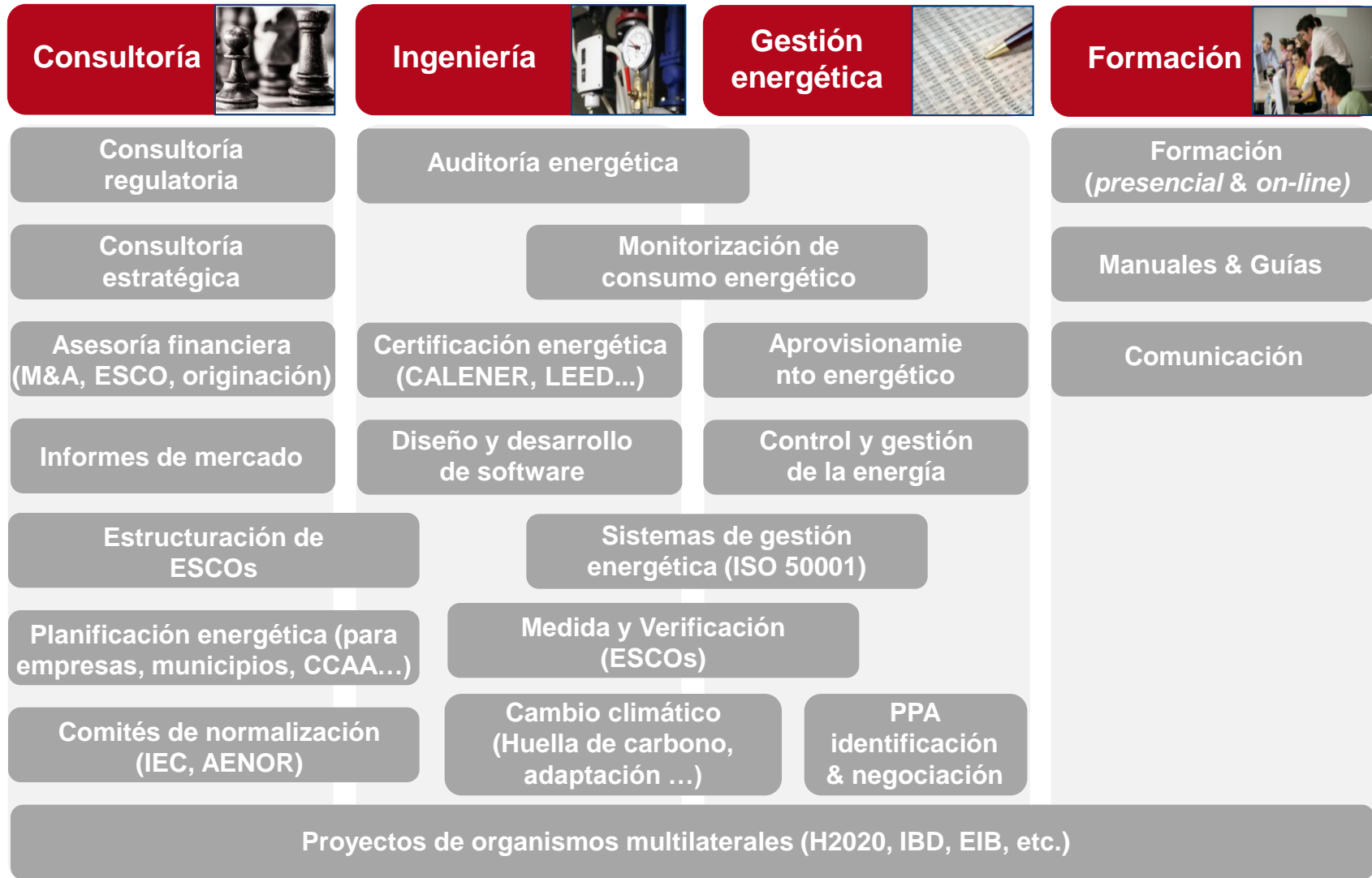
# AGENDA



1. ¿Quiénes somos?
2. Origen de la gestión energética y los SGEs
3. Petroamazonas y Proyecto OGE & EE
4. Fases y alcance del proyecto Petroamazonas
5. Desarrollo de etapas clave
6. Otros casos prácticos
7. Conclusiones

# Crear y desarrolla proyectos de gestión en eficiencia energética e ingeniería ESCO a nivel internacional, desde sus oficinas en Madrid y Latinoamérica.







# AGENDA



1. ¿Quiénes somos?
2. Origen de la gestión energética y los SGEs
3. Petroamazonas y Proyecto OGE & EE
4. Fases y alcance del proyecto Petroamazonas
5. Desarrollo de etapas clave
6. Otros casos prácticos
7. Conclusiones

**En la actualidad, existe un escenario a nivel mundial de precios energéticos al alza y de fuerte competencia que hace que cualquier inversión para limitar la competitividad deba ser cortoplacista.**

**Existe en la actualidad un escenario energético marcado por:**

- 1. Alza en el precio** de la electricidad y los combustibles
- 2. Aumento de la competencia** en la mayoría de sectores
- 3. Necesidad de optimizar procesos y recursos**, pero a **bajo costo**
- 4. Presión de las administraciones públicas en reglamentación ambiental**
- 5. Mayor presión social** en cuanto a cuestiones sociales y de sustentabilidad

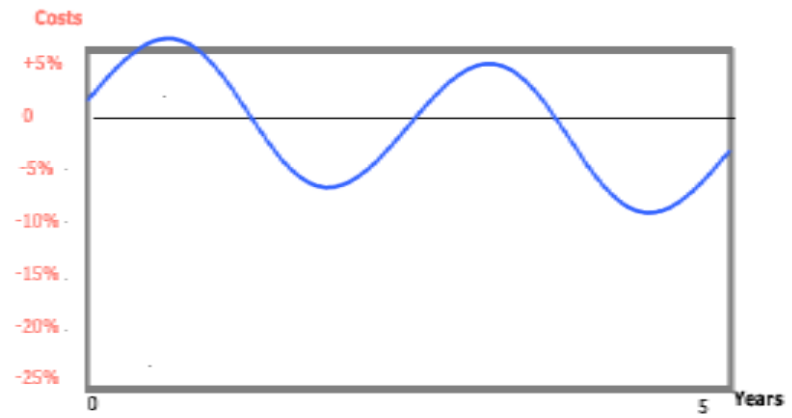
**Y aunque en las empresas se da la premisa de partida de: “una economía verde se basa en organizaciones energéticamente eficientes”; la realidad es que:**

- **El peso del costo de la energía** en las Organizaciones es **creciente** desde hace años ... y va a seguir subiendo
- **Diferentes partes** de una Organización guardan un **vínculo con la energía**, pero están inconexas
- Al ser un centro de **costo “que se da por hecho”**, no se considera prioritario dedicar recursos a la gestión de la energía
- Pero la gestión en eficiencia energética **no es una cuestión filantrópica**, sino una necesidad dentro de las empresas para ganar **competitividad**



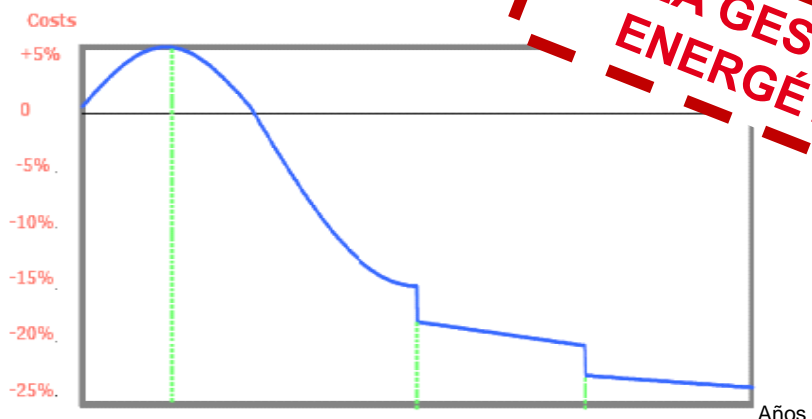
# Pero la alternativa de “no hacer nada” no es la solución; sólo a través de una gestión integral dedicada y planificada a largo plazo se pueden conseguir resultados positivos

**Gestión no sistemática**



El consumo es variable en el tiempo

**Gestión sistemática**



Implementación de gestión energética      Inversiones de ahorro sencillas (Ej: eliminación *stand by*)      Inversiones complejas (Ej: cambio climatizador)

Incremento de consumo de energía      Reducción gracias a la aplicación de acciones de ahorros simples      Reducción gracias a la aplicación de acciones de ahorros más complejos      La eficiencia y el ahorro energético se convierten en una "cultura de empresa"

**¿LA SOLUCIÓN?  
LA GESTIÓN  
ENERGÉTICA**

## AGENDA



1. ¿Quiénes somos?
2. Origen de la gestión energética y los SGEs
3. **Petroamazonas y Proyecto OGE & EE**
4. Fases y alcance del proyecto Petroamazonas
5. Desarrollo de etapas clave
6. Otros casos prácticos
7. Conclusiones

**PETROAMAZONAS EP** es una empresa pública ecuatoriana dedicada a la exploración y producción de hidrocarburos. Es operadora de 20 bloques, 17 ubicados en la Cuenca Oriente del Ecuador y tres en la zona del Litoral.

Petroamazonas mantuvo en 2014 una producción petrolera promedio de **361.072 Bppd** (barriles diarios de petróleo), e incorporó, mediante pozos exploratorios, 64,8 MMBbls de nuevas reservas.



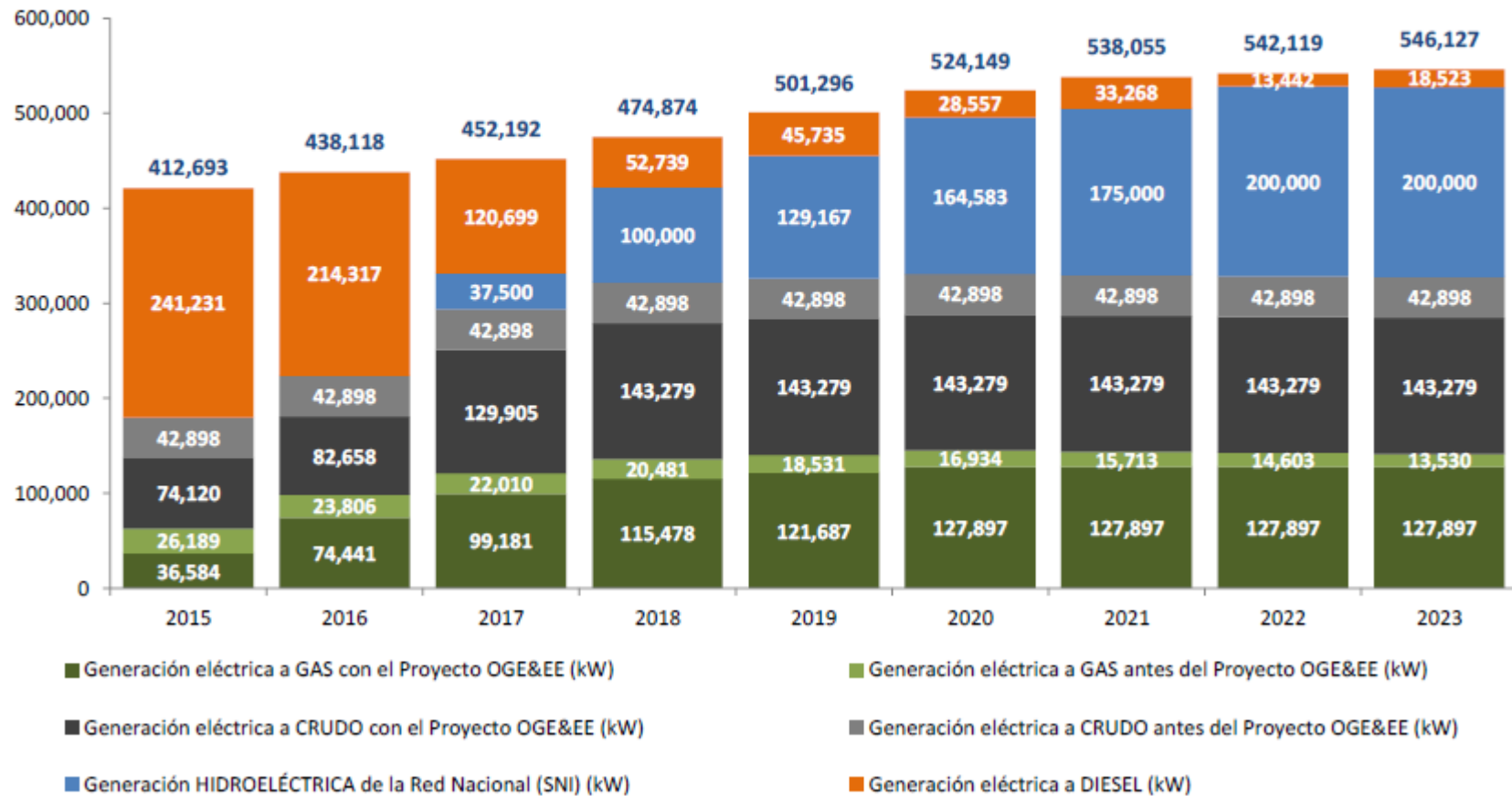
# El proyecto PROYECTO OGE-EE (Optimización Generación Eléctrica y Eficiencia Energética) pretende reducir la cantidad de diésel y crudo empleado en la generación eléctrica

## Objetivos del Proyecto OGE

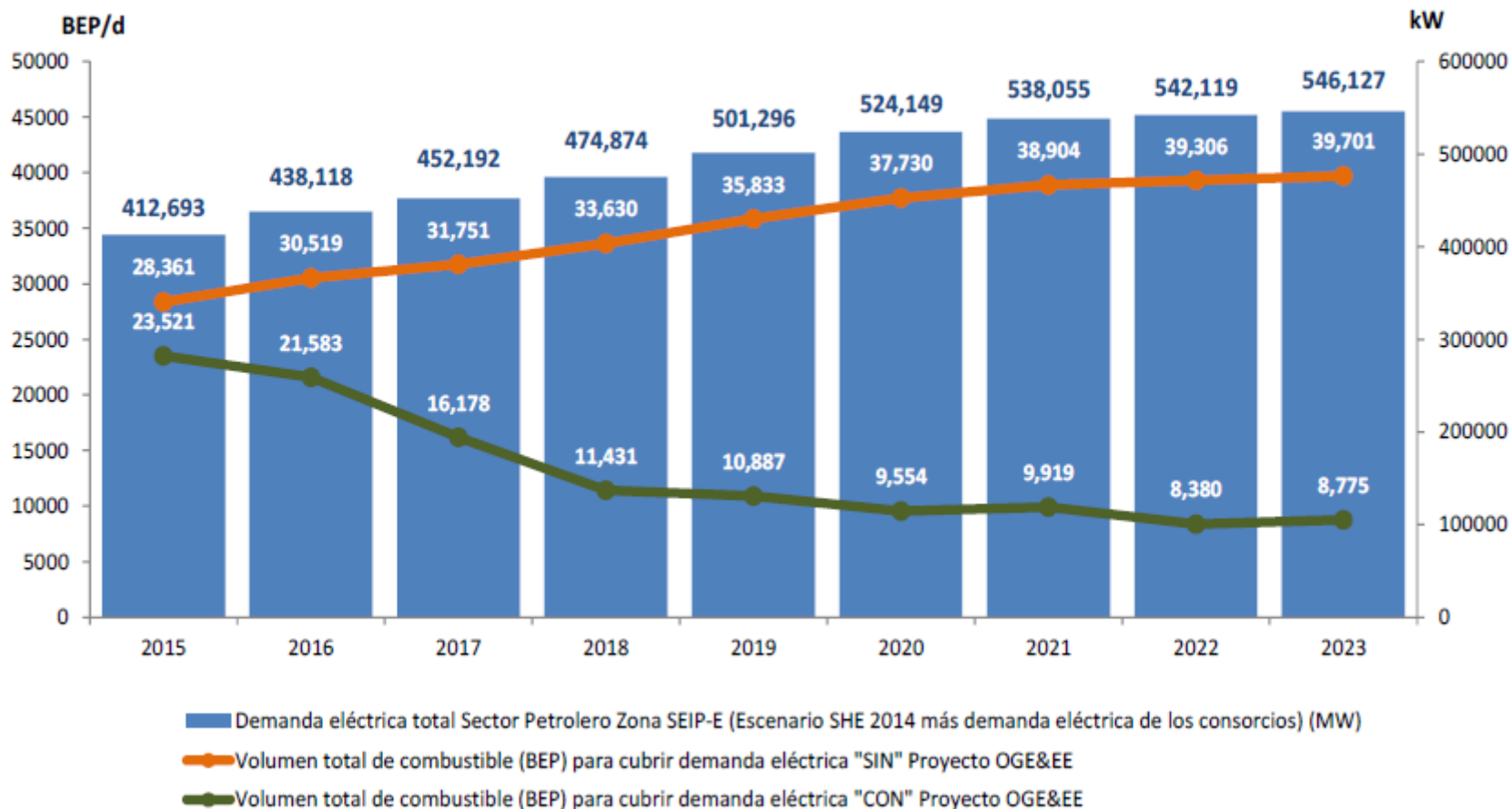
- 1 Reducir emisiones a la atmósfera (ser referente a nivel nacional e internacional en tema de huella humana por barril de petróleo extraído)
- 2 Optimizar Gas Asociado (desecho de la extracción de petróleo) para generación eléctrica y producción de GLP
- 3 Eliminar el uso de diesel (del cual el país es deficitario) para generación eléctrica
- 4 Interconexión eléctrica de las operaciones petroleras en el Distrito Amazónico (operadoras estatales y privadas)
- 5 Mediante la interconexión al Sistema Nacional Interconectado lograr un despacho de energía por méritos económicos (Gas Asociado y energía hidroeléctrica)
- 6 Mediante un sistema robusto de distribución poder alimentar energía eléctrica de menor costo a las comunidades dentro del área de influencia



## MATRIZ ELÉCTRICA PARA CUBRIR LA DEMANDA DEL SISTEMA ELÉCTRICO INTERCONECTADO PETROLERO EXTENDIDO (SEIP-E) "CON" EL PROYECTO OGE&EE



**BARRILES EQUIVALENTES DE PETRÓLEO (BEP) UTILIZADOS COMO COMBUSTIBLE PARA GENERACIÓN ELÉCTRICA vs. DEMANDA ELÉCTRICA SECTOR PETROLERO ZONA SEIP-E**

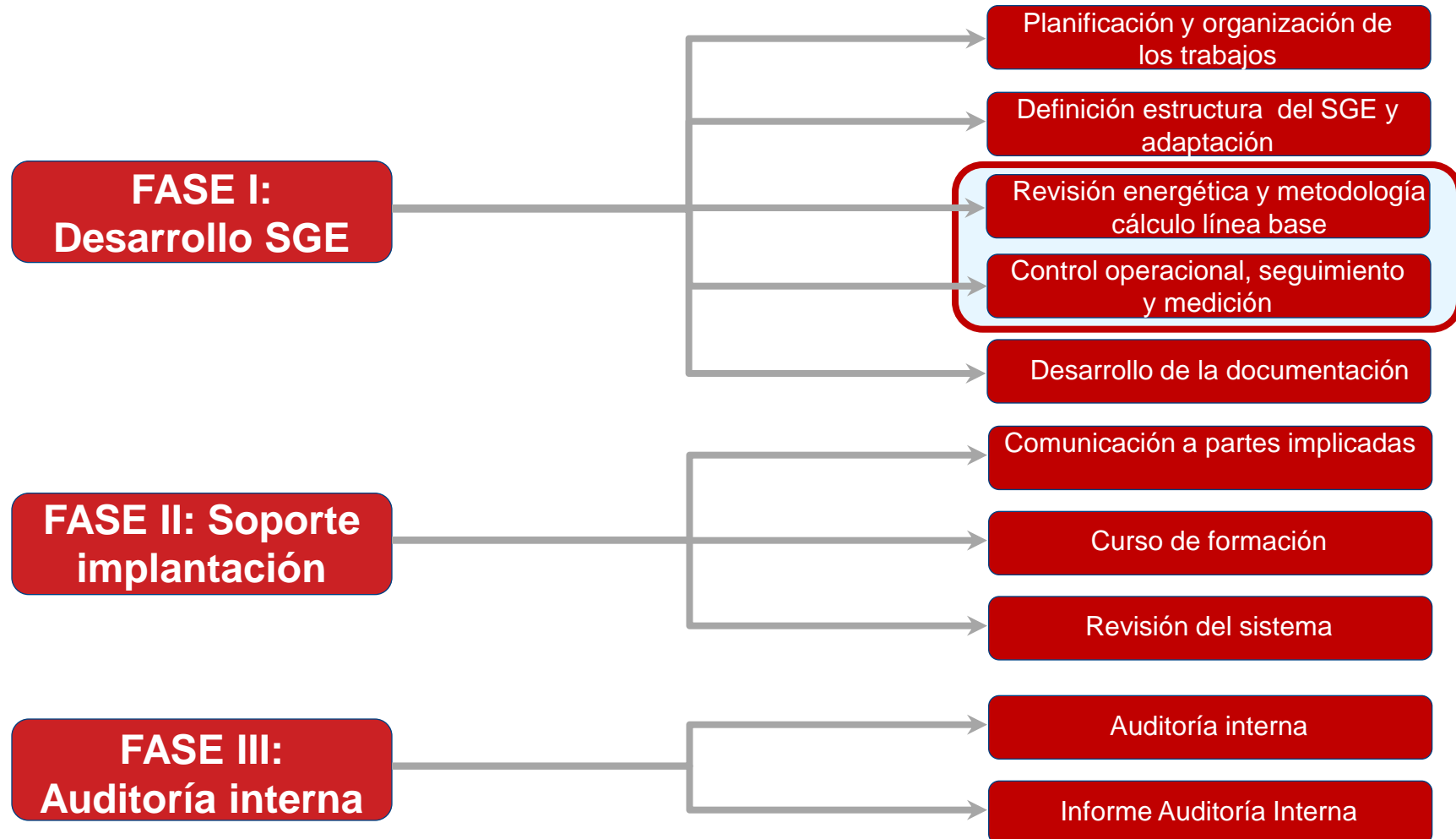


## AGENDA



1. ¿Quiénes somos?
2. Origen de la gestión energética y los SGEs
3. Petroamazonas y Proyecto OGE & EE
4. Fases y alcance del proyecto Petroamazonas
5. Desarrollo de etapas clave
6. Otros casos prácticos
7. Conclusiones

## Las fases del proyecto de implantación pueden dividirse en tres, siendo la primera la más técnica e importante





# La implementación del Sistema de Gestión Energética en las unidades de generación eléctrica del Bloque 12 se ha llevado a cabo entre los meses de Septiembre 2014 y Marzo 2015

	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
<b>Planificación y organización</b>	■	■							
<b>Toma de datos y análisis</b>	■	■							
<b>Diseño del Sistema Documental</b>	■	■							
<b>Planificación Energética</b>		■	■	■	■	■	■		
Revisión Energética		■	■	■	■	■	■		
Línea de base de la energía		■	■	■	■	■	■		
Objetivos y metas energéticas		■	■	■	■	■	■		
<b>Desarrollo documental e implantación</b>		■	■	■	■	■	■		
Modificación de procedimientos existentes aplicables		■	■	■	■	■	■		
Elaboración de nuevos documentos		■	■	■	■	■	■		
Revisión de documentos		■	■	■	■	■	■		
<b>Formación y Comunicación</b>						■	■		
Impartición de formación a trabajadores de petroamazonas						■	■		
Impartición de formación a auditores internos						■	■		
<b>Auditoría Interna</b>							■		
<b>Auditoría externa. Certificación</b>									■

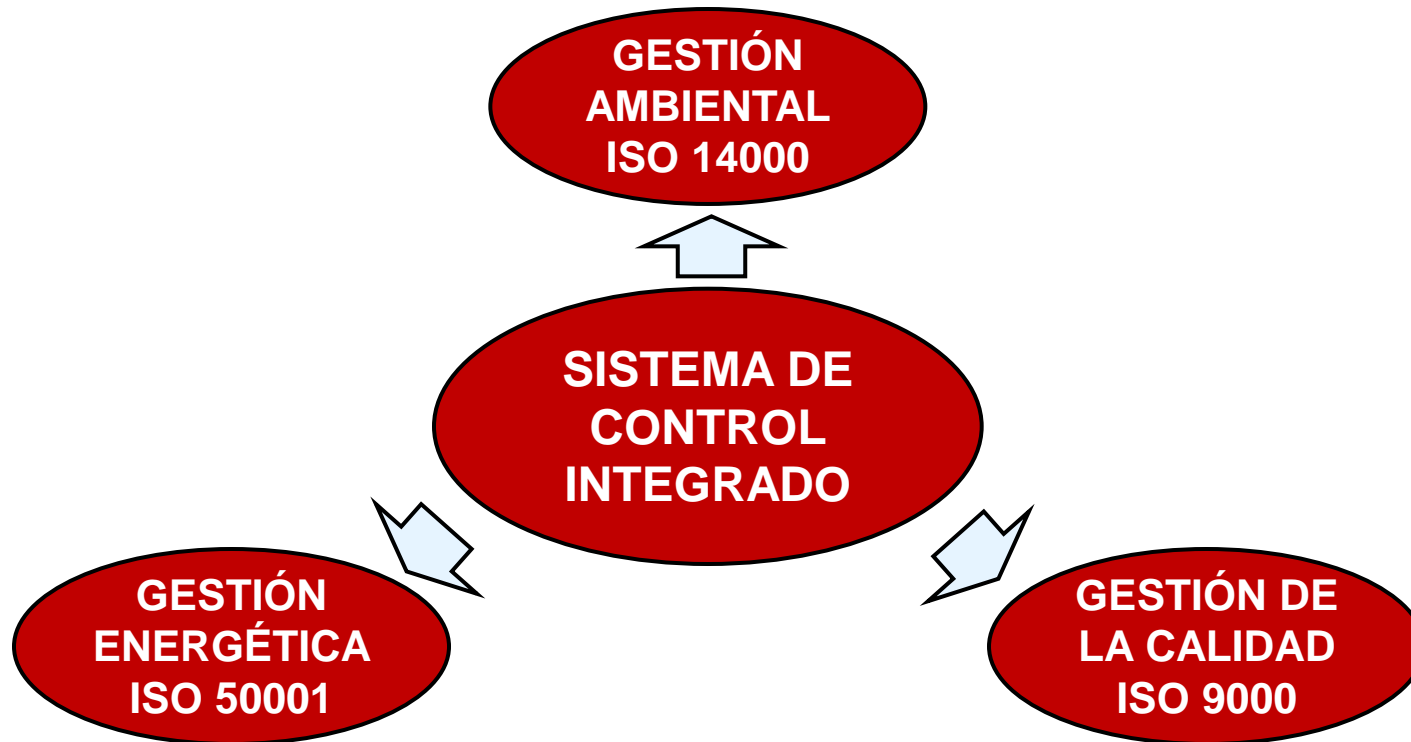
## La definición y documentación del **alcance y los límites** es uno de los puntos clave del SGE

- PETROAMAZONAS, a través de su proyecto OGE & EE tiene prevista la implantación de un Sistema de Gestión Energética en sus operaciones, a fin de mejorar su desempeño energético
- En primera instancia, y a modo de **Proyecto Piloto**, la implantación se ha llevado a cabo en las **Centrales de Generación de Energía Eléctrica** localizadas en el Bloque 12.
- La previsión a futuro es ir ampliando el alcance primero a todo el Bloque 12 y, después, a toda la organización.

## Petroamazonas disponía de diferentes Sistemas de Gestión implantados en la organización, y una serie de procedimientos corporativos

- El Sistema de Gestión Energética **se acoge a lo establecido en los procedimientos corporativos** para dar cumplimiento a los puntos correspondientes
- Además, también se disponía de **otros documentos ya elaborados y en operación** de aplicación al Sistema de Gestión Energética
- Al resto de criterios de la Norma se ha dado cumplimiento a través del **Manual de Energía o nuevos documentos** específicos elaborados


**Se ha de tratar de hacer una integración del Sistema de Gestión Energética con otros sistemas de la planta con el fin de buscar siempre una mayor operatividad del propio SGE**



## AGENDA

1. ¿Quiénes somos?
2. Origen de la gestión energética y los SGEs
3. Petroamazonas y Proyecto OGE & EE
4. Fases y alcance del proyecto Petroamazonas
5. Desarrollo de etapas clave
6. Otros casos prácticos
7. Conclusiones

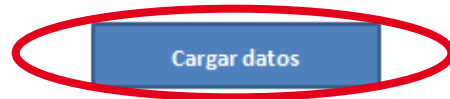
# La revisión energética es una de las etapas clave. Se han de identificar las áreas de consumo inicialmente desarrollando un balance energético, a partir de una lógica de recopilación de datos

Objetivos	Metodología	Necesidades
<p>Emplear datos procedentes de la <b>auditoría energética</b> o realizar un <b>balance energético</b>.</p> <p>Definir el proceso de <b>cálculo de la línea base</b></p> <p>Definir el resto de estructura técnica que den soporte al posterior <b>control operacional</b> del sistema</p> 	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entendimiento de los <b>procesos y de las áreas de consumo energético</b> englobados en cada proceso. Se hará una recopilación de datos propios del sistema de control y un análisis de los mismos para realizar el balance energético.</li> <li>2. Se decidirá junto con el cliente <b>la implantación de las mejoras propuestas en la auditoría energética</b> si la hubiere.</li> <li>3. Se definirá el nivel de detalle que se pretende alcanzar con las áreas de consumo de la organización.</li> <li>4. Se elaborará una <b>matriz de áreas de consumo</b> que llevará a la realización del <b>balance de energía</b>.</li> <li>5. Se estudiará la <b>estructura de obtención de datos</b> para los indicadores de seguimiento: <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>Asociación</b> de las áreas de consumo a los vectores energéticos de los procesos y subprocesos</li> <li>- Tipologías de <b>equipos</b></li> <li>- <b>Calibración y validación</b> de los datos para el posterior control operacional</li> </ul> </li> </ol>	<p>Necesidad de implicación de los responsables de la instalación para el entendimiento energético de la misma</p> <p>Principales áreas:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mantenimiento</li> <li>- Operación y producción</li> <li>- Diseño e ingeniería</li> <li>- Dirección</li> <li>- RRHH</li> </ul>

**En el caso de PETROAMAZONAS, la Revisión Energética de las unidades de generación en el bloque 12, se realiza a partir de los reportes de consumo y generación eléctrica elaborados diariamente por los operarios**

- Se disponía de **mucha información** relacionada con el consumo y generación eléctrica en las unidades del Bloque 12
- Toda esta información hubo que **recopilarla y darle forma** para dar cumplimiento a los requisitos establecidos por la ISO 50001





EDEN YUTURY EPF		
		ENERGY CONSUMPTION PER MONTH (kWh)
EQUIPMENT	TAG	
TRANSF- SPT 001	SPT 001	5.310.400
TRANSF- SPT 002	SPT 002	4.357.000
<b>ENERGY CONSUMPTION TOTAL TRANSF.</b>		
BOOSTER PUMPS CRO	P-410	0
	P-420	44.090
	P-430	0
<b>ENERGY CONSUMPTION TOTAL CRO BOOSTER PUMPS</b>		
SHIPPING PUMPS	P-440	167.400
	P-450	166.300
	P-460	120.800
<b>ENERGY CONSUMPTION TOTAL SHIPPING PUMPS</b>		
WATER DISPOSAL PUMPS	P-270	1.004.600
	P-275	938.000
	P-280	775.000
	P-285	588.800
	P-290	734.500
	P-295	647.500
	P-300	605.000
	P-305	762.200
	P-310	698.600
	P-315	962.200
P-320	817.032	
P-320	111.800	

Ejemplo de volcado de datos de los reportes diarios al reporte mensual de PETROAMAZONAS

Se hizo mucho hincapié en que la implantación del Sistema **no debía suponer un trabajo “extra” a los operarios de la planta**, por lo que se partió de sus propios Registros, a través de la programación de macros

- **Adaptación de la Norma a la operación** de Petroamazonas (no al revés)
- Al pulsar el botón “Cargar datos”, los datos son volcados de los reportes “origen” (reportes diarios o mensuales) a los reportes “destino” (reportes mensuales o reporte anual) a través de las **macros programadas**.
- Una vez cargados todos los datos de generación y consumo en el reporte anual, puede elaborarse la Matriz de Revisión Energética.



SUMINISTRO ENERGÉTICO	CONSUMO / GENERACIÓN	MEDIDO (M) CALCULADO (C) ESTIMADO (E) **	DESCRIPCIÓN DEL USO Y GENERACIÓN DE ENERGÍA	EQUIPOS, INSTALACIONES, PROCESOS...	VARIABLES QUE AFECTEN AL USO DE LA ENERGÍA	Generación / Consumo año anterior (MWh)	Generación / Consumo año actual (Electricidad = kWh Gas = MCF Crudo = bls Diesel = bls)	Generación / Consumo año actual (MWh)	Generación / Consumo año actual de energía primaria (MWh)	SIGNIFICATIVO		
										SI	NO	
GAS	Consumo	C	Consumo de gas			N/A	2.662.885	638.796	638.796		X	
	Consumo	C	Total consumo de gas GD			N/A	653.490	156.765	156.765		X	
Gas	Consumo	E	Consumo de gas para generación de electricidad	Motor GD 1 (ZAN 100)	Demanda de electricidad, cantidad de crudo extraído, necesidades de producción	N/A	178.267	42.764	42.764		X	
	Consumo	E	Consumo de gas para generación de electricidad	Motor GD 2 (ZAN 102)	Demanda de electricidad, cantidad de crudo extraído, necesidades de producción	N/A	204.788	49.126	49.126		X	
	Consumo	E	Consumo de gas para generación de electricidad	Motor GD 3 (ZAN 104)	Demanda de electricidad, cantidad de crudo extraído, necesidades de producción	N/A	99.748	23.928	23.928		X	
	Consumo	E	Consumo de gas para generación de electricidad	Motor GD 4 (ZAN 106)	Demanda de electricidad, cantidad de crudo extraído, necesidades de producción	N/A	170.687	40.946	40.946		X	
		Consumo	C	Total consumo de gas SG			N/A	774.379	185.765	185.765		X
	Consumo	M	Consumo de gas para generación de electricidad	Motor SG 1 (ZAN 103)	Demanda de electricidad, cantidad de crudo extraído, necesidades de producción	N/A	211.096	50.640	50.640		X	
	Consumo	M	Consumo de gas para generación de electricidad	Motor SG 2 (ZAN 105)	Demanda de electricidad, cantidad de crudo extraído, necesidades de producción	N/A	288.071	69.105	69.105	X		
	Consumo	M	Consumo de gas para generación de electricidad	Motor SG 3 (ZAN 107)	Demanda de electricidad, cantidad de crudo extraído, necesidades de producción	N/A	275.212	66.020	66.020	X		
		Consumo	M	Pérdidas (quema en antorcha)		Capacidad de los compresores,	N/A	843.051	202.238	202.238	X	
		Consumo	C	Consumo de gas en proceso		Variables de proceso	N/A	391.965	94.028	94.028		X

Ejemplo de matriz para identificación y evaluación de consumos y usos de energía de gas de PETROAMAZONAS

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE USOS Y CONSUMOS ENERGÉTICOS

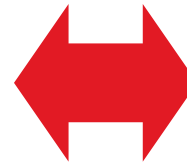
- % de variación del indicador respecto al año anterior
- % que representa respecto al consumo total de energía primaria
- Existe un potencial de ahorro identificado

## Con la información obtenida en la revisión energética se analiza el desempeño energético, y se traslada al cálculo de la línea base mediante una herramienta de simulación

- Establecer una **línea de base de la energía**: referencia cuantitativa empleada como **base de comparación** del desempeño energético
- Definir y calcular **Indicadores de Desempeño Energético (IDEn)**: deben ser adecuados a la actividad de la organización y permitir el **seguimiento del desempeño** de la misma

### Ejemplo de indicadores

- Consumo eléctrico por trabajador (kWh/trabajador)
- Consumo eléctrico por superficie climatizada (kWh/m<sup>2</sup>)
- Consumo energético total por grado día (kWh/GD)
- Consumo de gas natural por grado día de calefacción (kWh/GDc)
- Consumo energético total por irradiancia solar (kWh/(kWh/m<sup>2</sup>))

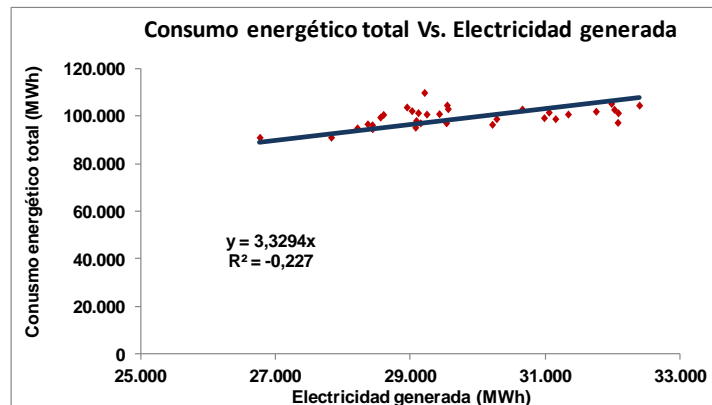
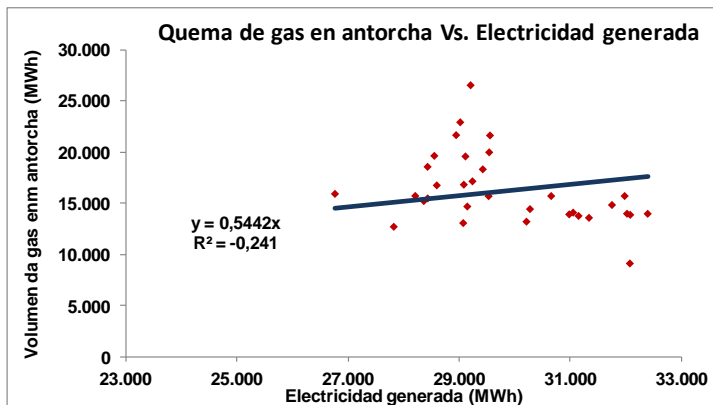
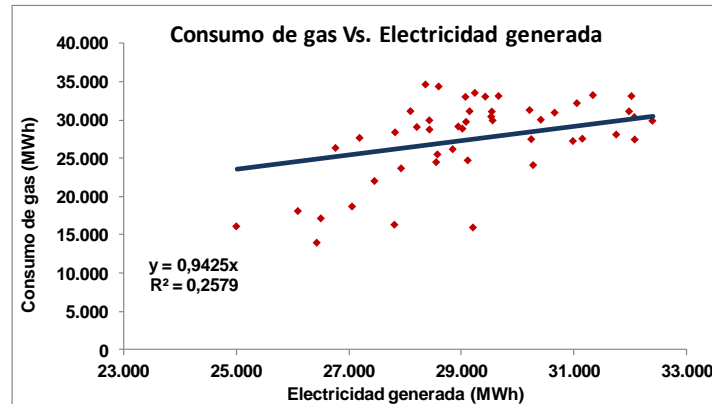
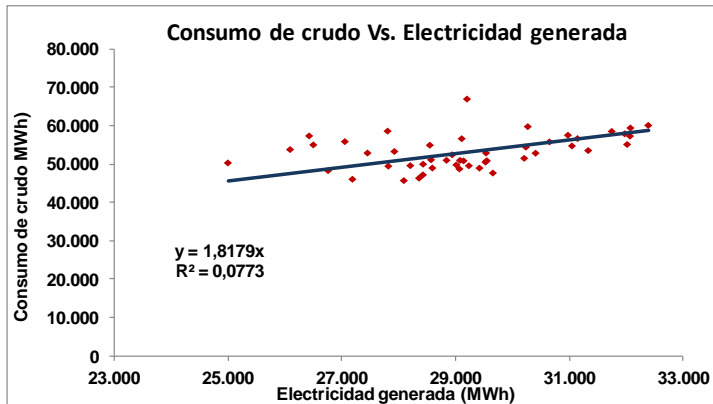


### LÍNEA DE BASE ENERGÉTICA

la referencia cuantitativa que proporciona la base de comparación del desempeño energético

## CÁLCULO Y EVOLUCIÓN DEL DESEMPEÑO ENERGÉTICO

# En el caso de PETROAMAZONAS, se han hecho varios análisis de regresión para determinar las variables de mayor influencia



El consumo de los diferentes suministros energéticos no se ve representada con la electricidad generada



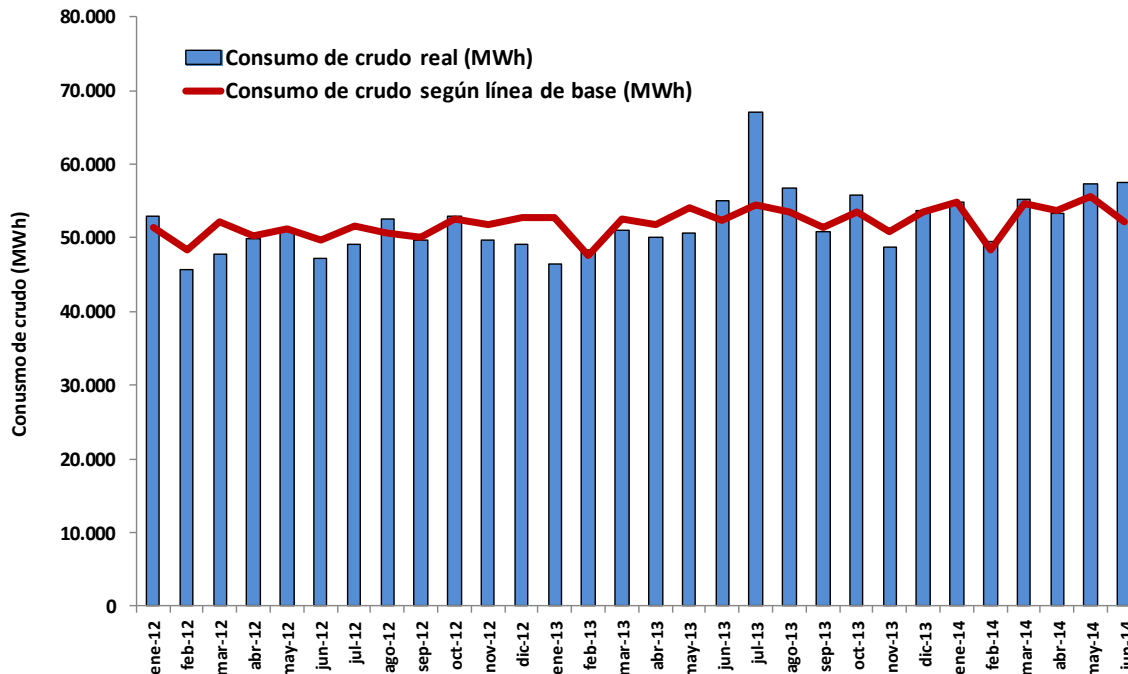
SE PENSÓ EN  
REGRESIÓN LINEAL  
MÚLTIPLE

# A través de la regresión lineal múltiple se trató de obtener una ecuación matemática (línea de base) representativa del comportamiento energético

- Tras varios análisis, se obtuvo la siguiente correlación:

$$\text{Consumo de crudo (MWh)} = 0,23 \times \text{Electricidad generada (MWh)} + 0,004 \times \text{Producción total de líquido (bbls)}$$

Consumo de crudo (MWh)



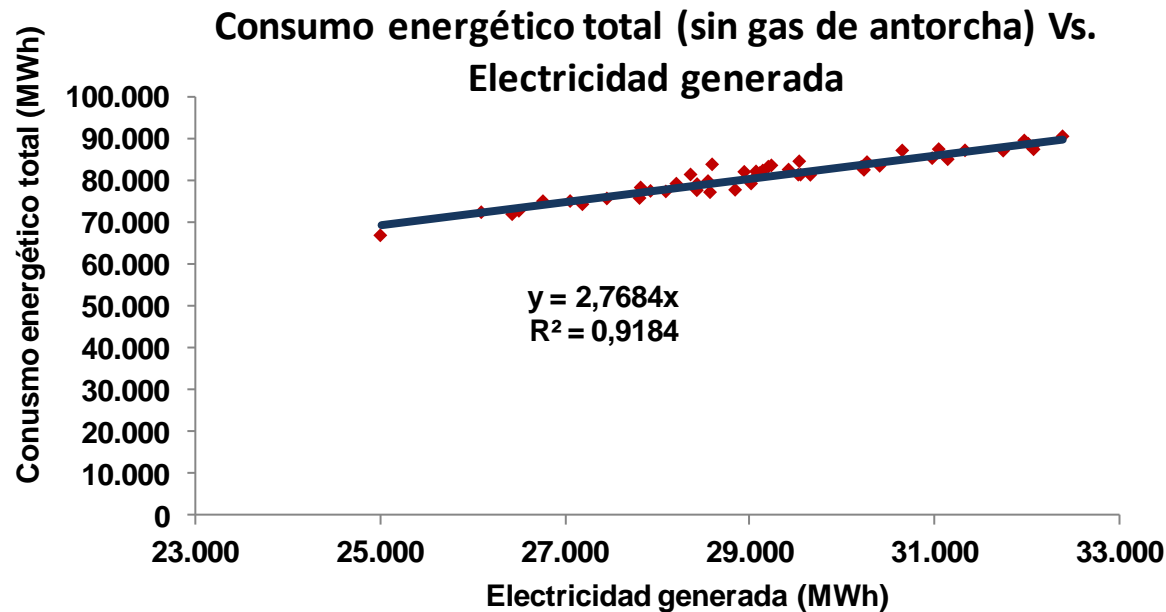
La expresión presenta un **elevado grado de ajuste**, pero tan solo representa el consumo de crudo, dejando fuera:

- consumo de gas en generación
- consumo de diesel en generación
- quema de gas en antorcha

# Finalmente, se concluyó que la expresión que mejor define el comportamiento de las unidades de generación es la siguiente:

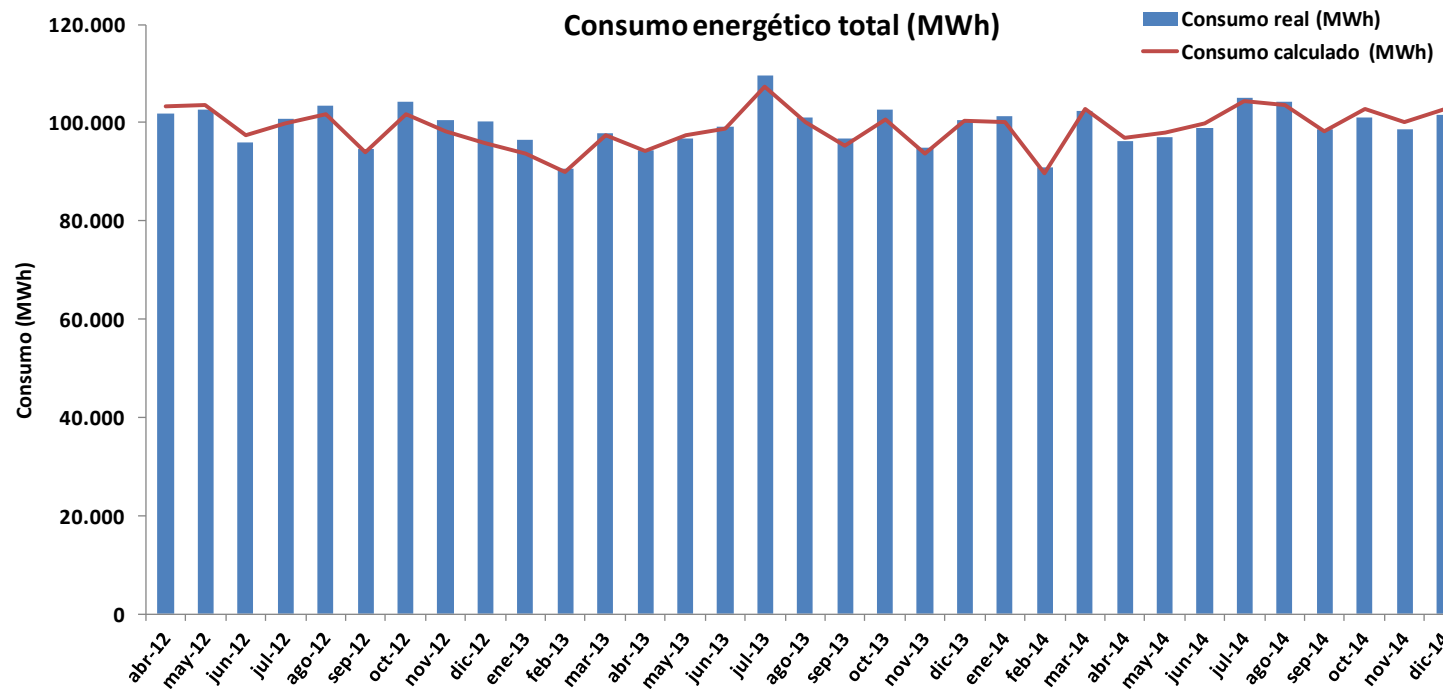
- Consumo energético total vs. Electricidad generada y gas quemado en antorcha

$$\text{Consumo energético total (MWh)} = 2,7684 \times \text{Electricidad generada (MWh)} + \text{Gas de antorcha (MWh)}$$

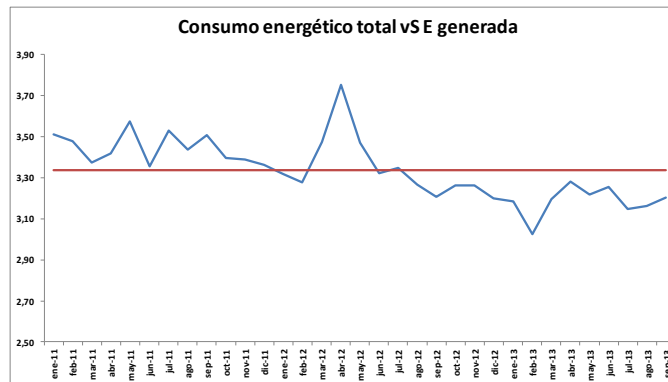
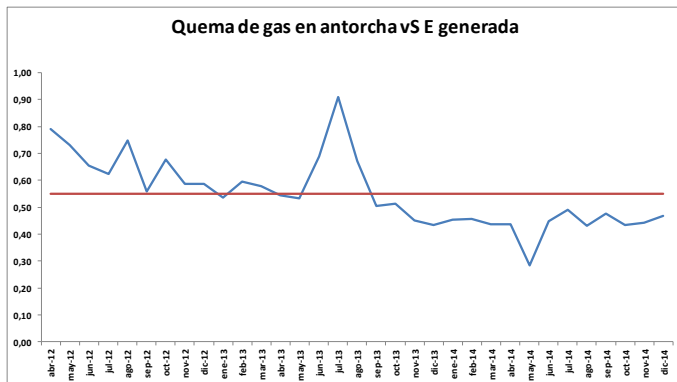
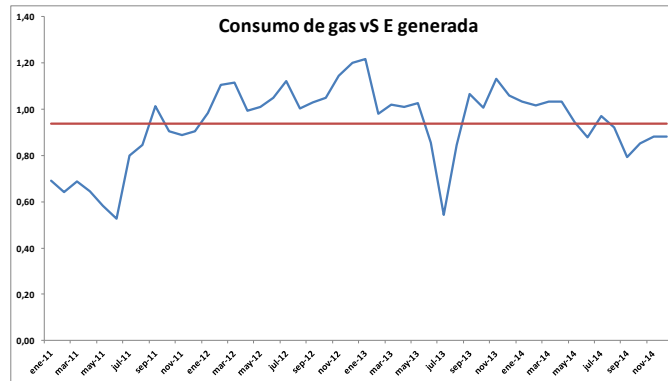
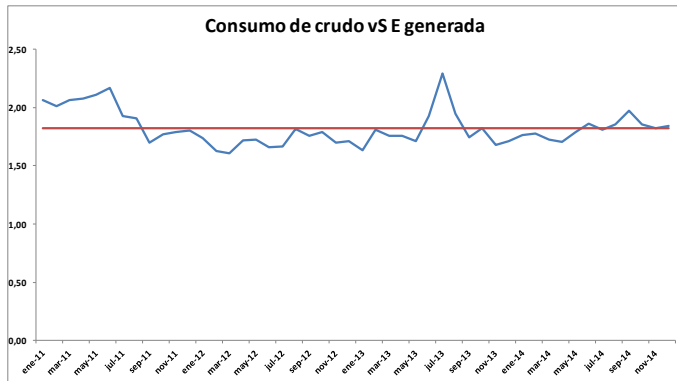


# Finalmente, se concluyó que la expresión que mejor define el comportamiento de las unidades de generación es la siguiente:

## Consumo energético total vs. Electricidad generada y gas quemado en antorcha



Otra de las etapas clave es el diseño de los sistemas de monitorización del desempeño energético; ésta se realiza a través de una serie de indicadores previamente definidos



Estos indicadores energéticos han de ser:

- **Apropiados a las actividades** de la organización
- **Reflejen el desempeño energético** en la línea base
- **Permita comparación** con otras organizaciones similares

## AGENDA



1. ¿Quiénes somos?
2. Origen de la gestión energética y los SGEs
3. Petroamazonas y Proyecto OGE & EE
4. Fases y alcance del proyecto Petroamazonas
5. Desarrollo de etapas clave
6. Otros casos prácticos
7. Conclusiones



## Caso de factoría de vehículos

### Año 2010:

- Implantación del Sistema de Gestión de la Energía integrado con EMAS III & ISO 14001
- Consumo 756.000 MWh
- 281 propuestas con ahorro de 23.500 MWh

### Instalaciones de consumo más significativo:

- Planta de prensas: líneas de corte, embutición y estampado de chapa
- Planta de pinturas: fosfatación, cataforesis, cabinas y hornos de imprimación y pintura
- Planta de carrocerías: robots/estaciones de soldadura y ensamblaje de componentes
- Ensamblaje final: instalaciones de montaje, cabinas de reparación pintura, transportadores y elevadores
- Planta de Energía y Aguas: compresores, enfriadoras, calderas, cogeneración, distribución y bombeo

### Comité de ahorro de Energía:

- Cada área al menos 1 representante en él
- Reunión semanal por área
- Presentación de consumos
- Recogida de propuestas
- Talleres de trabajo
- Seguimiento de acciones

## Caso de factoría de vehículos

### Auditorías internas de energía:

- Auditorías realizadas por personal de Energía: 1 área al mes
- Auditorías realizadas por Dirección: 1 al semestre
- Figura del *Energy Officer* para paradas de planta

### Ahorros conseguidos:

- Para un mismo volumen de producción diaria:

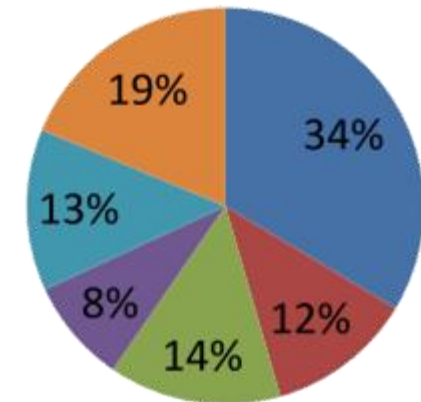
**9% consumo de electricidad**  
**15% consumo de gas natural**

- Para un mismo periodo no productivo:

**30% consumo de electricidad**  
**18% consumo de gas natural**

### Ejemplo de 235 situaciones identificadas en una auditoría energética:

- Fugas de aire (79)
- Ventilación /extracción a ser desconectada (28)
- Equipos informáticos y displays encendidos (33)
- Alumbrado normal encendido (29)
- Alumbrado emergencia a reducir (31)
- Máquinas y equipos encendidos (44)



## AGENDA

1. ¿Quiénes somos?
2. Origen de la gestión energética y los SGEs
3. Petroamazonas y Proyecto OGE & EE
4. Fases y alcance del proyecto Petroamazonas
5. Desarrollo de etapas clave
6. Otros casos prácticos
7. Conclusiones

1. La gestión en eficiencia energética es una herramienta que combina disciplinas como la **ingeniería y la consultoría**. No se trata de una estrategia de filantropía, sino una necesidad para **hacer más competitivas a las empresas**.
2. La implantación de un SGE de acuerdo a la norma ISO 50001 supone **generalmente una inversión de rápida amortización** gracias a las diferentes reducciones de consumo derivadas de la gestión energética.
3. Un adecuado servicio de gestión energética combina varias etapas enfocadas a conocer de manera sistemática las **diferentes formas de reducción del consumo** de energía (revisión del estado del arte), así como **establecer objetivos medibles** para el establecimiento de dichas medidas.
4. Generalmente, la gestión energética conlleva diferentes **reducciones de consumo** derivadas de la propia gestión, además de un **beneficio medioambiental** que puede ser comunicado a terceras partes una política en **RSC de nuestros clientes**.

**Darío Pérez**  
**Creara**  
**rpn@creara.es**

**olade**

Organización Latinoamericana de Energía  
Latin American Energy Organization  
Organisation Latino-américaine d'Énergie  
Organização Latino-Americana de Energia



**www.olade.org**

