

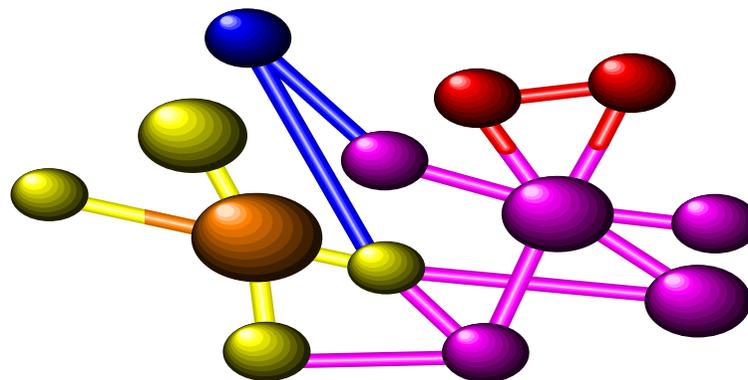
EFICIENCIA ENERGÉTICA

**M.Sc. I.M. Juan Carlos Rojas R.
M.Sc. I.M. Diego Rojas R.**

**SEMINARIO: ¿CÓMO GENERAR RENTABILIDAD A PARTIR DE
LA GESTIÓN AMBIENTAL ORGANIZACIONAL?**

**Medellín
Mayo 17 de 2012**

NECESIDAD DEL USO DE LA ENERGÍA PARA LA VIDA

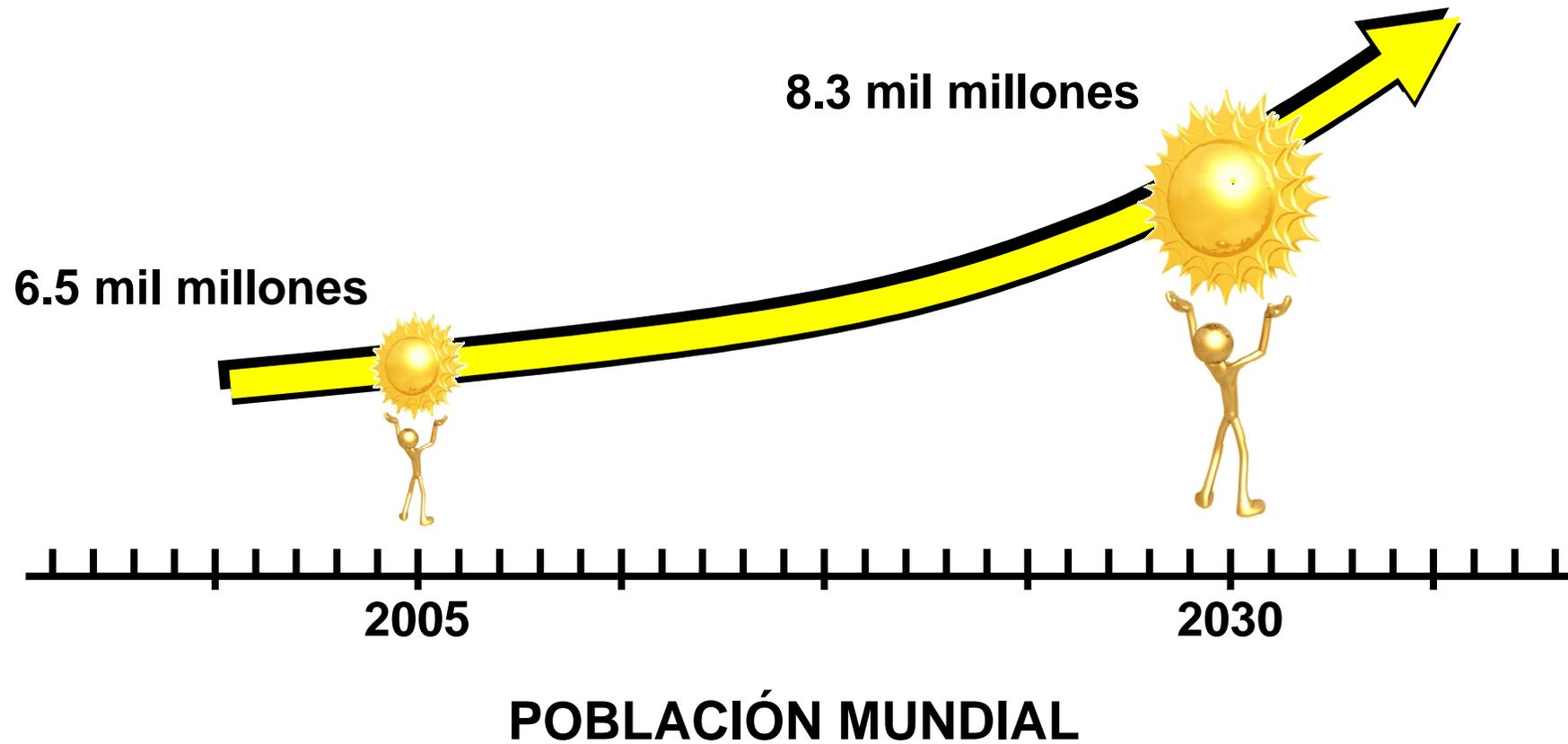


GESTIÓN ENERGÉTICA Y DISPONIBILIDAD DE RECURSOS ENERGÉTICOS

El crecimiento poblacional y la economía de mercado han aumentado la demanda de productos y energía, creciendo la huella ecológica de la humanidad.

La base de la economía mundial se basa en el concepto de crecimiento infinito que requiere de un 3% de incremento anual. Dicho crecimiento implica un que en apenas un cuarto de siglo, las necesidades energéticas se habrán duplicado y así sucesivamente.

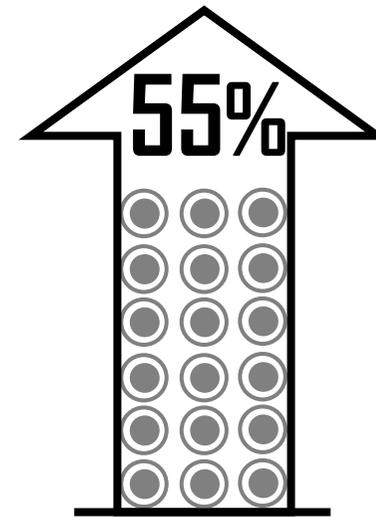
GESTIÓN ENERGÉTICA Y DISPONIBILIDAD DE RECURSOS ENERGÉTICOS



GESTIÓN ENERGÉTICA Y DISPONIBILIDAD DE RECURSOS ENERGÉTICOS



Demanda energética



Emisiones de CO₂

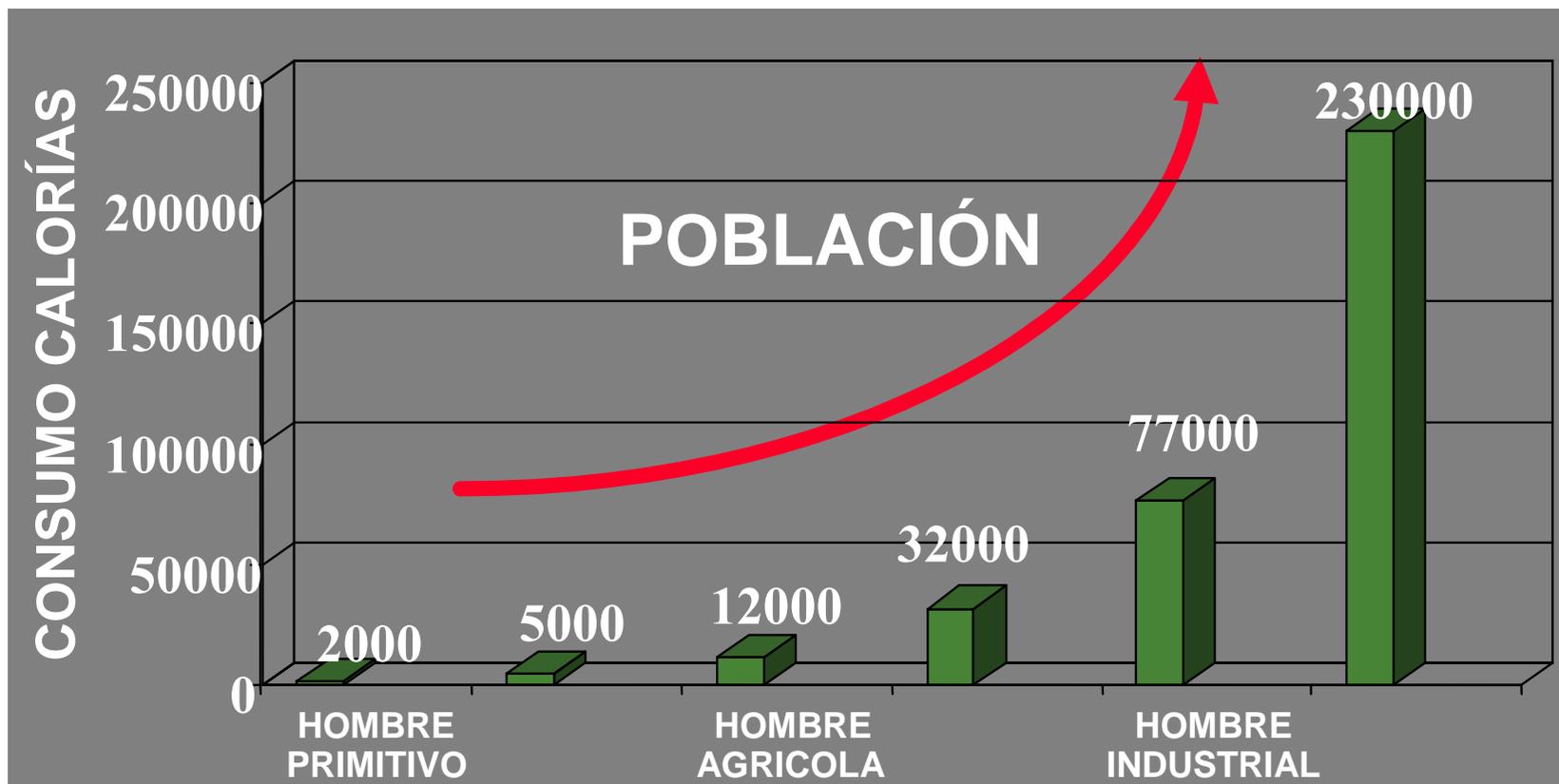
Al 2030

GESTIÓN ENERGÉTICA Y DISPONIBILIDAD DE RECURSOS ENERGÉTICOS

Desde 2003 no se ha descubierto ningún gran campo petrolero y el petróleo obtenido es pesado.

Como solución a dicha problemática energética, los científicos sólo encuentran una reducción a nivel global del consumo de energía por individuo, es decir, un **AHORRO ENERGÉTICO**.

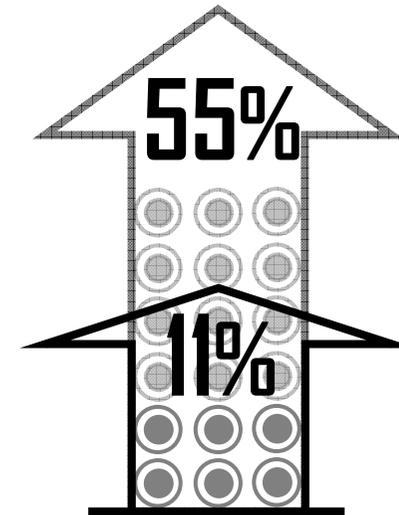
CONSUMO DE ENERGÍA POR EL HOMBRE POR DÍA



GESTIÓN ENERGÉTICA Y DISPONIBILIDAD DE RECURSOS ENERGÉTICOS



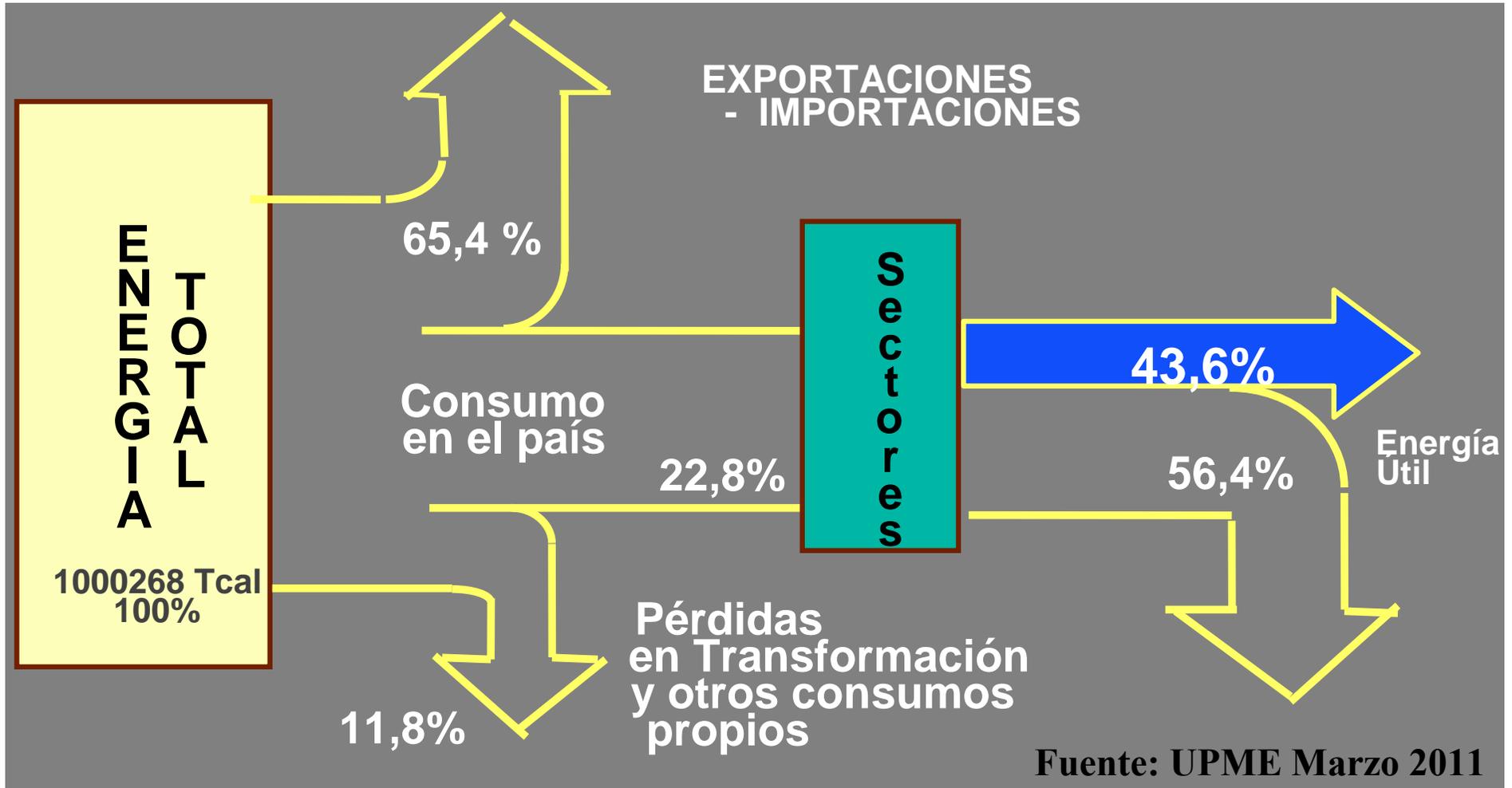
Demanda energética



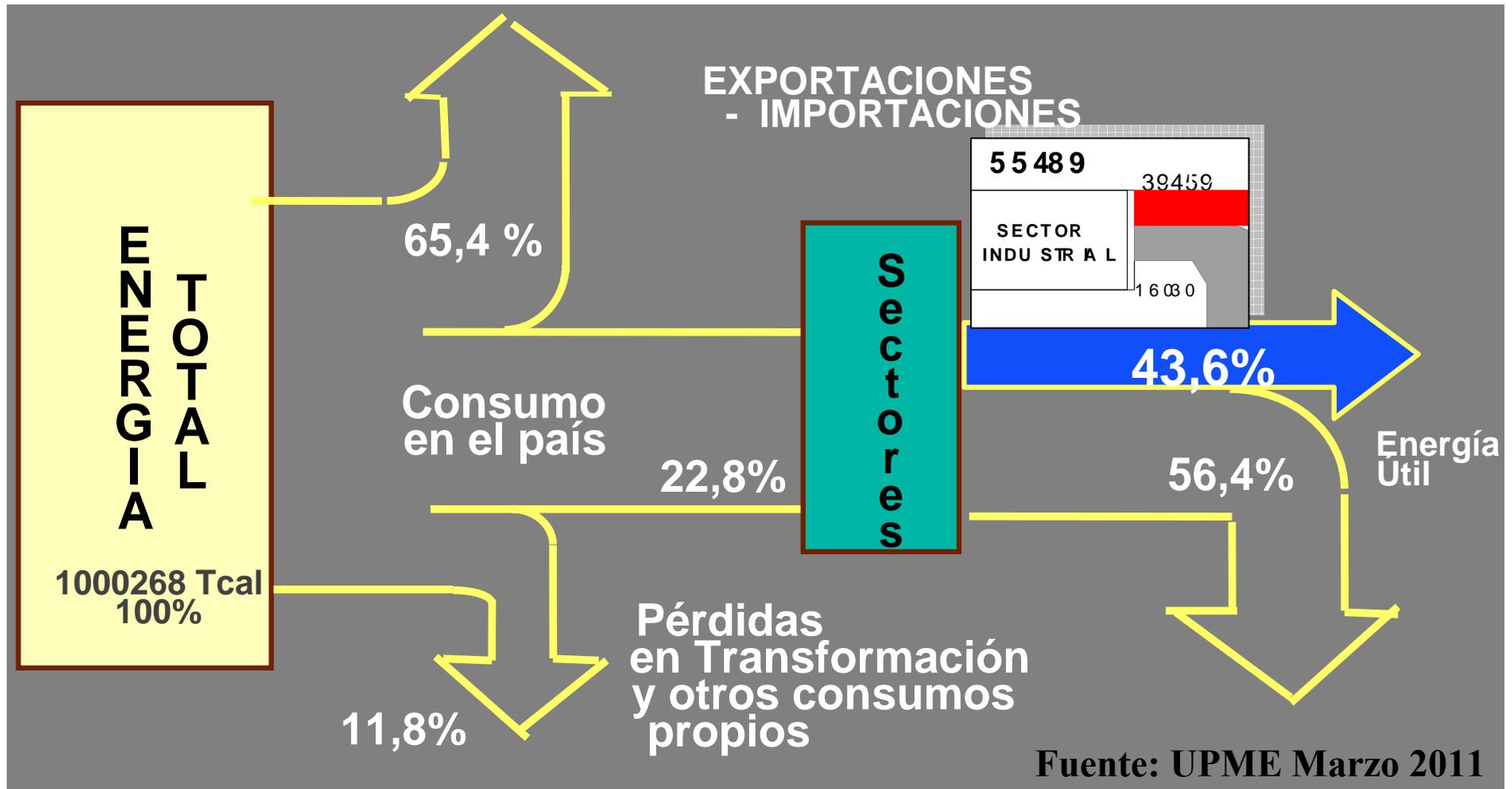
Emisiones de CO₂

Al 2030 – Eficiencia Energética

BALANCE ENERGÉTICO COLOMBIA 2009

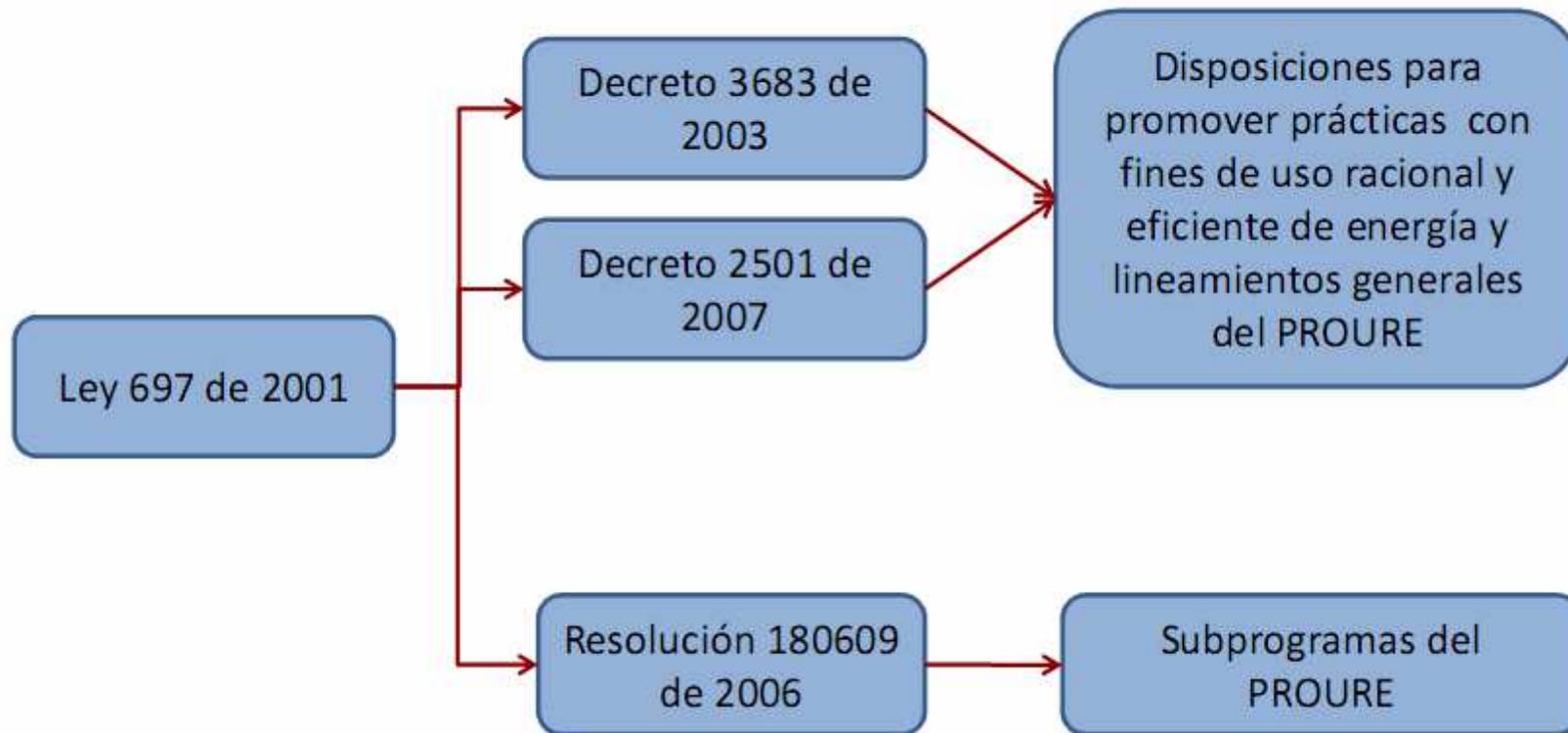


BALANCE ENERGÉTICO COLOMBIA 2009



LEY URE EN COLOMBIA

LEY URE EN COLOMBIA



Fuente: PROURE-2010

POTENCIALES Y METAS DE AHORRO DEL PROGRAMA DE EFICIENCIA ENERGÉTICA A 2015

Sector	Potencial de ahorro de energía a 2015 (%)*		Meta de ahorro de energía a 2015 (%)	
	A nivel nacional	Energía eléctrica	20,3	Energía eléctrica
			Otros energéticos	2,10
Residencial	Energía eléctrica	10,6	Energía eléctrica	8,66
			Otros energéticos	0,55
Industrial	Energía eléctrica	5,3	Energía eléctrica	3,43
			Otros energéticos	0,25
Comercial, público y servicios	Energía eléctrica	4,4	Energía eléctrica	2,66
Transporte	Otros energéticos**	0,44	Otros energéticos	0,33
	Otros energéticos***	1,06	Otros energéticos	0,96
	* Potencial de ahorro de energía eléctrica estimado por la UPME		Escenario alto de meta	

El escenario alto de meta, incluye los subprogramas estratégicos de capacitación y etiquetado, más la aplicación de los subprogramas sectoriales prioritarios más representativos en función de las variables de mercado.

Fuente: PROURE-2010

EFICIENCIA ENERGÉTICA

AHORRO ENERGÉTICO

GESTIÓN DE ENERGÍA

PRINCIPIOS DE LA CONSERVACIÓN DE ENERGÍA

- Conservar energía no significa consumir cero de energía
- Se hace uso correcto de la energía con respecto a un estado anterior, cuando se produce lo mismo con menor consumo energético o se produce más con el mismo consumo energético.
- Se debe ahorrar energía y lograr que los equipos operen con su mayor eficiencia antes de emprender un programa de sustitución energética.



INTERROGANTES PARA UN INDIVIDUO PREOCUPADO POR EL PROBLEMA ENERGÉTICO

1. ¿Se hace la transformación correcta?
2. ¿Se puede usar la energía desechada?
3. ¿Cuál es la tecnología que usa la energía más eficientemente?
4. ¿Cómo se usa la energía?
5. ¿Cuánto cuesta una optimización?
6. ¿Cuál es el impacto ambiental?

DEFINICIÓN DE GESTIÓN DE ENERGÍA

La gestión de energía se define como un programa comprensivo que maximice los beneficios a través de la utilización apropiada de la energía. El administrador de la energía se debe enfocar en dos frentes:

- Gestión de los recursos energéticos
- Gestión del uso de la energía

Ambos frentes se deben abordar en forma conjunta, sin desligar el uno del otro.

PRINCIPIOS DE LA CONSERVACIÓN DE ENERGÍA

Gestión de los Recursos Energéticos

La empresa consume: electricidad, gas natural, carbón, etc. El administrador de la energía debe:

- Seleccionar los recursos más adecuado para utilizar en cada proceso, colaborar en la selección de tecnologías sobre la conveniencia de su aplicación, incluyendo costos, confiabilidad del suministro, seguridad, disponibilidad de sustitutos.

PRINCIPIOS DE LA CONSERVACIÓN DE ENERGÍA

Gestión de los Recursos Energéticos

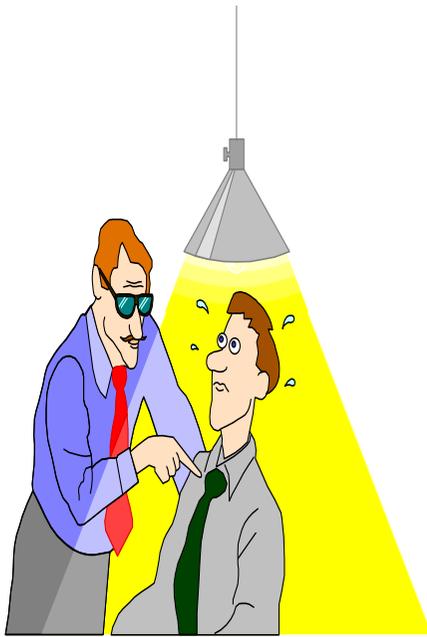
- Adquirir el recurso, identificar proveedores, negociar precios, planear y ejecutar planes de contingencia ante la ausencia de los recursos.

PRINCIPIOS DE LA CONSERVACIÓN DE ENERGÍA

Gestión del Uso de la Energía

Se refiere a la forma en que se usan los recursos energéticos, y tiene que ver con los procesos específicos que se tienen dentro de la empresa y con sus equipos, (iluminación, calderas, hornos, sistemas de refrigeración, etc.)

¿QUÉ ES UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA?

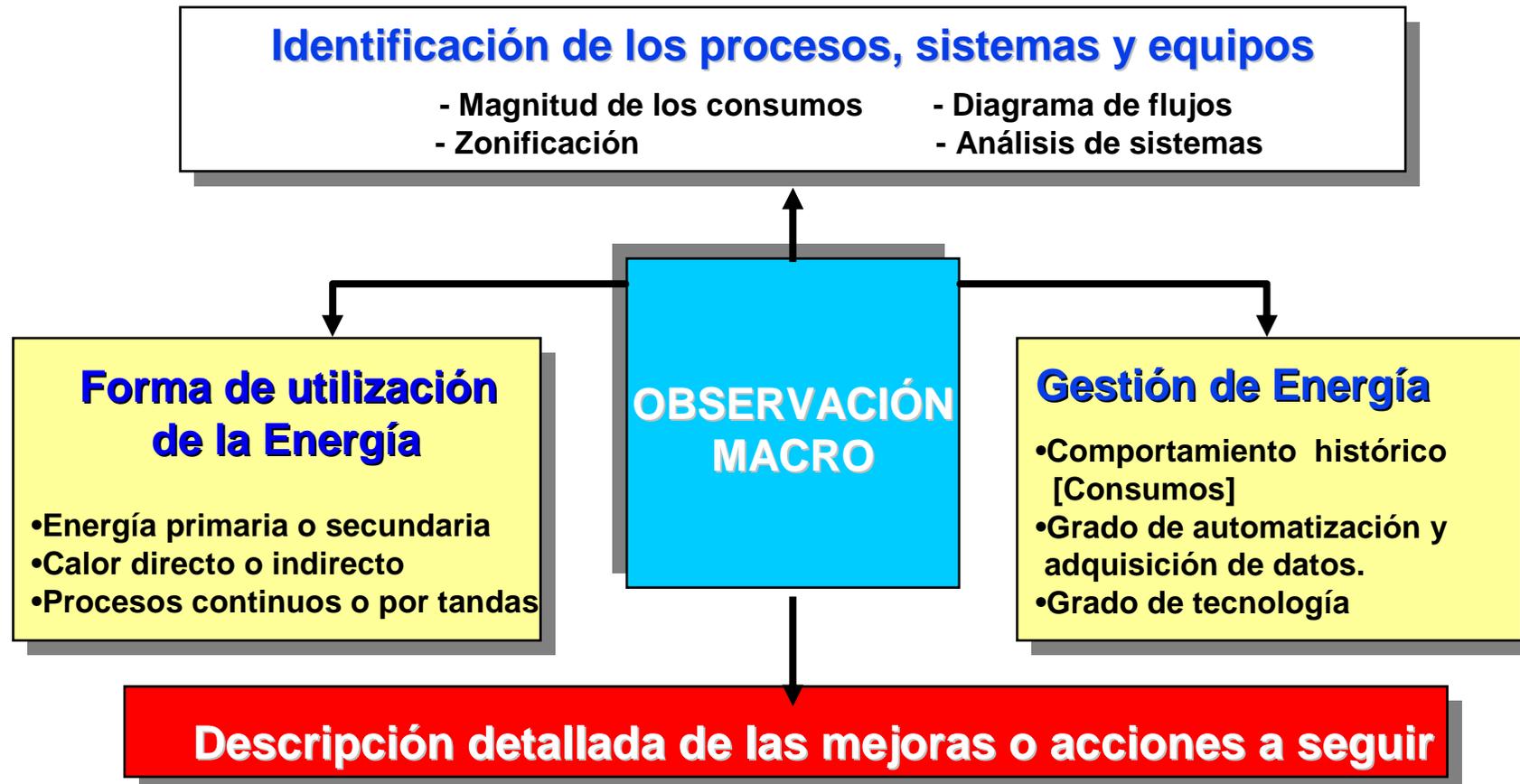


Se puede definir en términos generales, que una auditoría energética en el sector industrial, es el estudio de un conjunto de bienes y actividades delimitado en el espacio y en el tiempo, para poder recomendar los cambios necesarios con miras a mejorar la eficacia y el rendimiento energético.

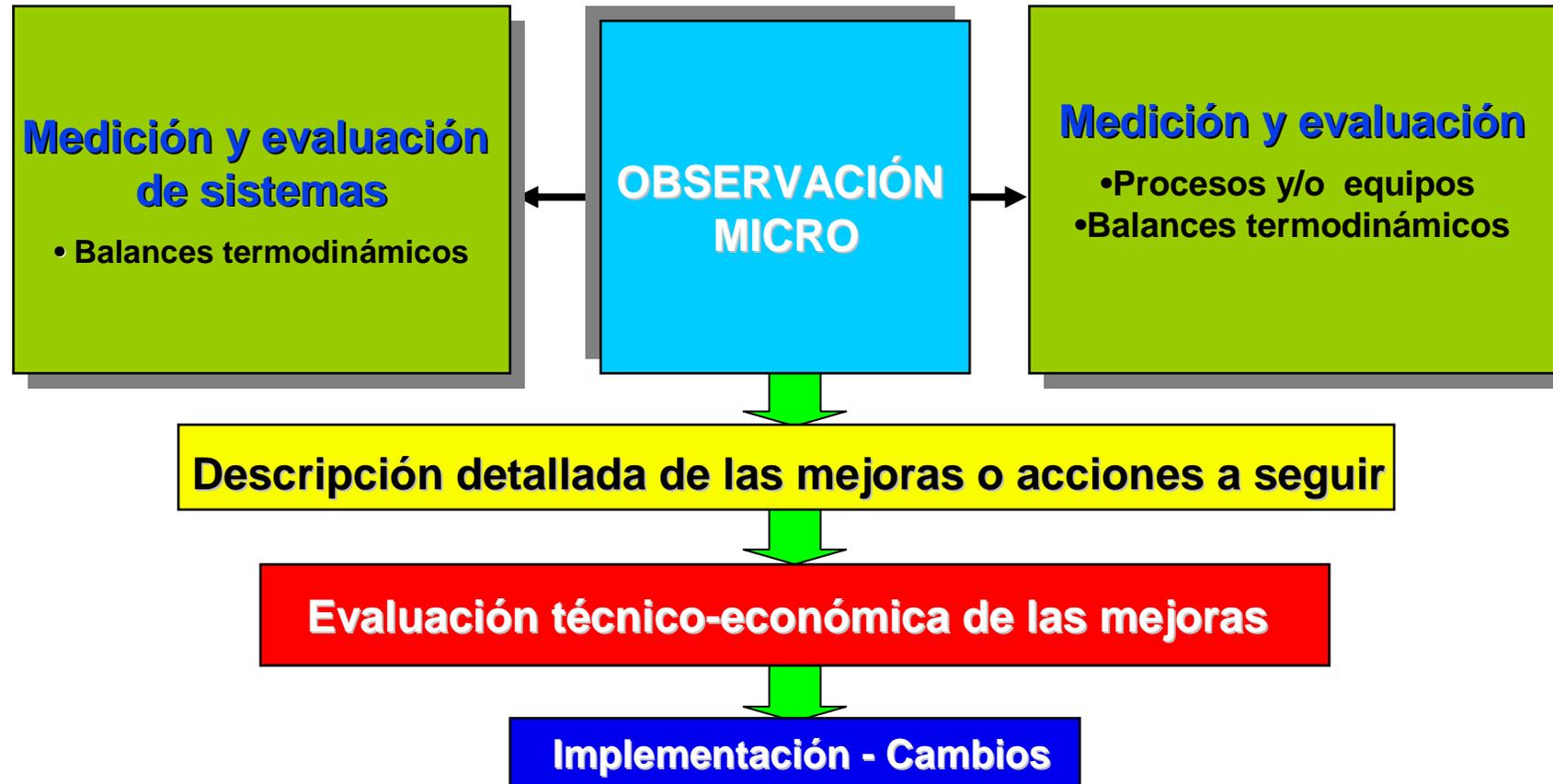
OBJETIVOS DE UNA AUDITORÍA

- Conocer la situación energética de las instalaciones
- Diagnosticar el estado de los diferentes equipos
- Hacer un análisis técnico de los componentes o grupos de componentes de cada proceso aislado.
- Recomendar las posibles acciones correctoras

CONCEPCIÓN FILOSÓFICA DE UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA



CONCEPCIÓN FILOSÓFICA DE UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA



¿DÓNDE BUSCAR MEJORAS?

- Se debe detectar y cuantificar los diversos tipos de desecho de energía.
- Desecho debido a una mala operación de los equipos y/o procesos.
- Desecho debido a un programa de mantenimiento inadecuado.
- Desecho debido al seguimiento de un proceso macroconsumidor de energía.

PASOS PARA UNA AUDITORÍA ENERGÉTICA

Visita Técnica

Planeación del Trabajo

Levantamiento de campo

Manejo de la información y cálculos de variables no medidas

Análisis de resultados

Discusiones técnicas de recomendaciones

Evaluación técnica y económica

Informe final

ANÁLISIS DE SISTEMAS

Sistema Térmico

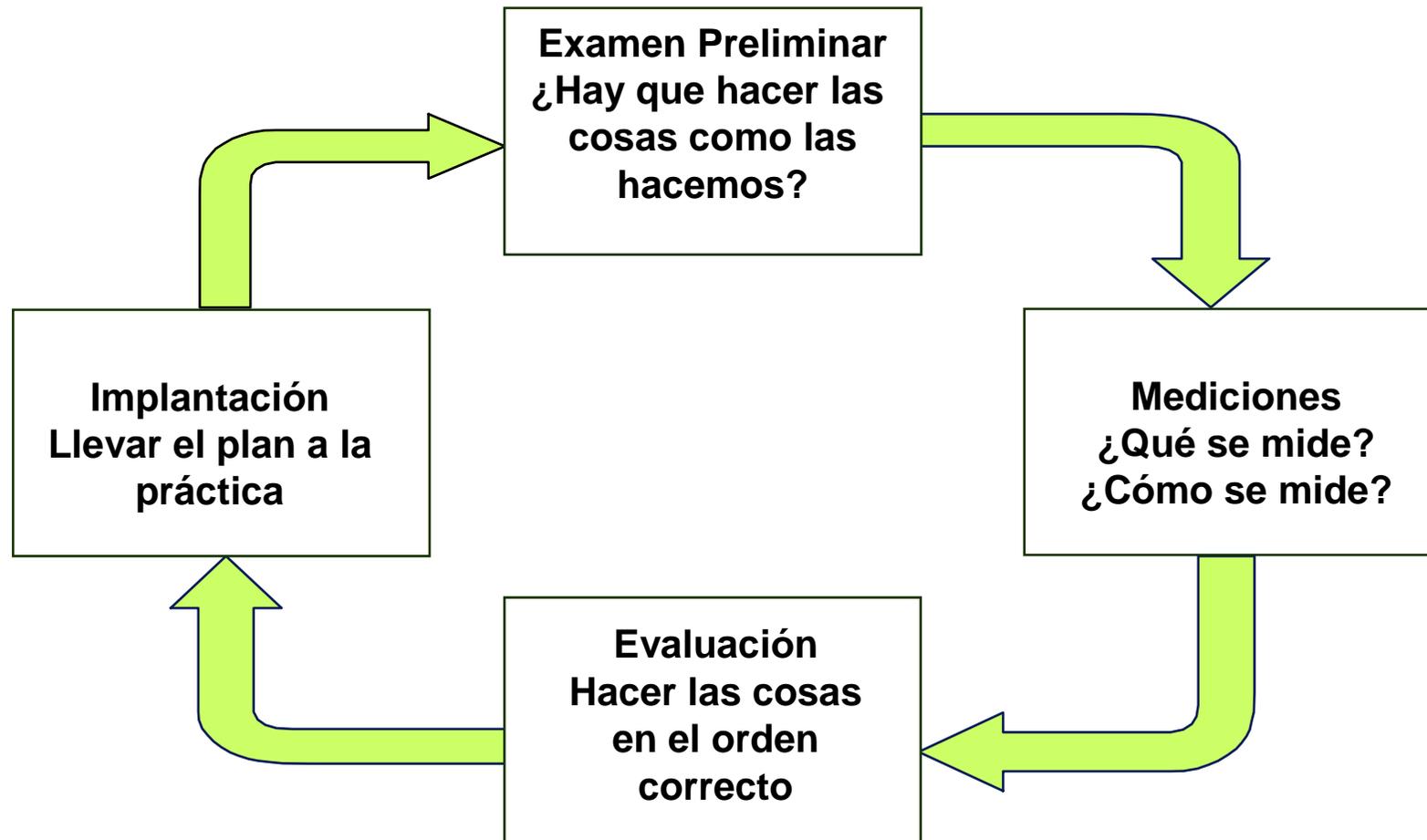
- Vapor
- Aire Comprimido
- Refrigeración
- Aguas de enfriamiento y proceso
- Equipos Específicos
(Hornos, secaderos, molinos, etc.)

ANÁLISIS DE SISTEMAS

Sistema Eléctrico

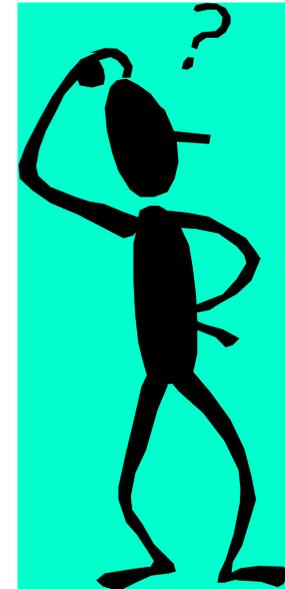
- Fuerza motriz
- Transformadores
- Iluminación
- Factor de potencia
- Armónicos

PLAN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

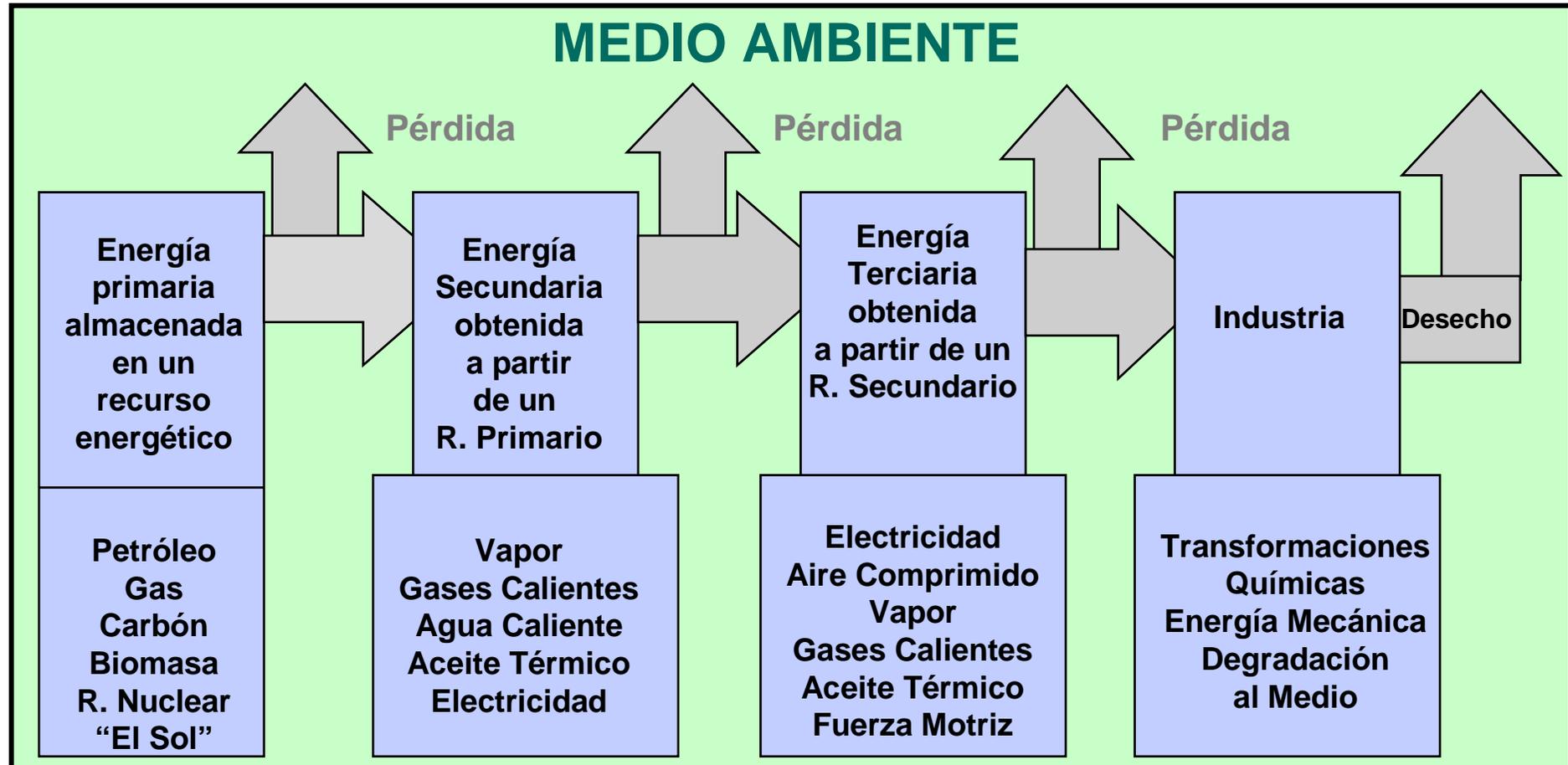


¿QUÉ ES USAR MAL LA ENERGÍA?

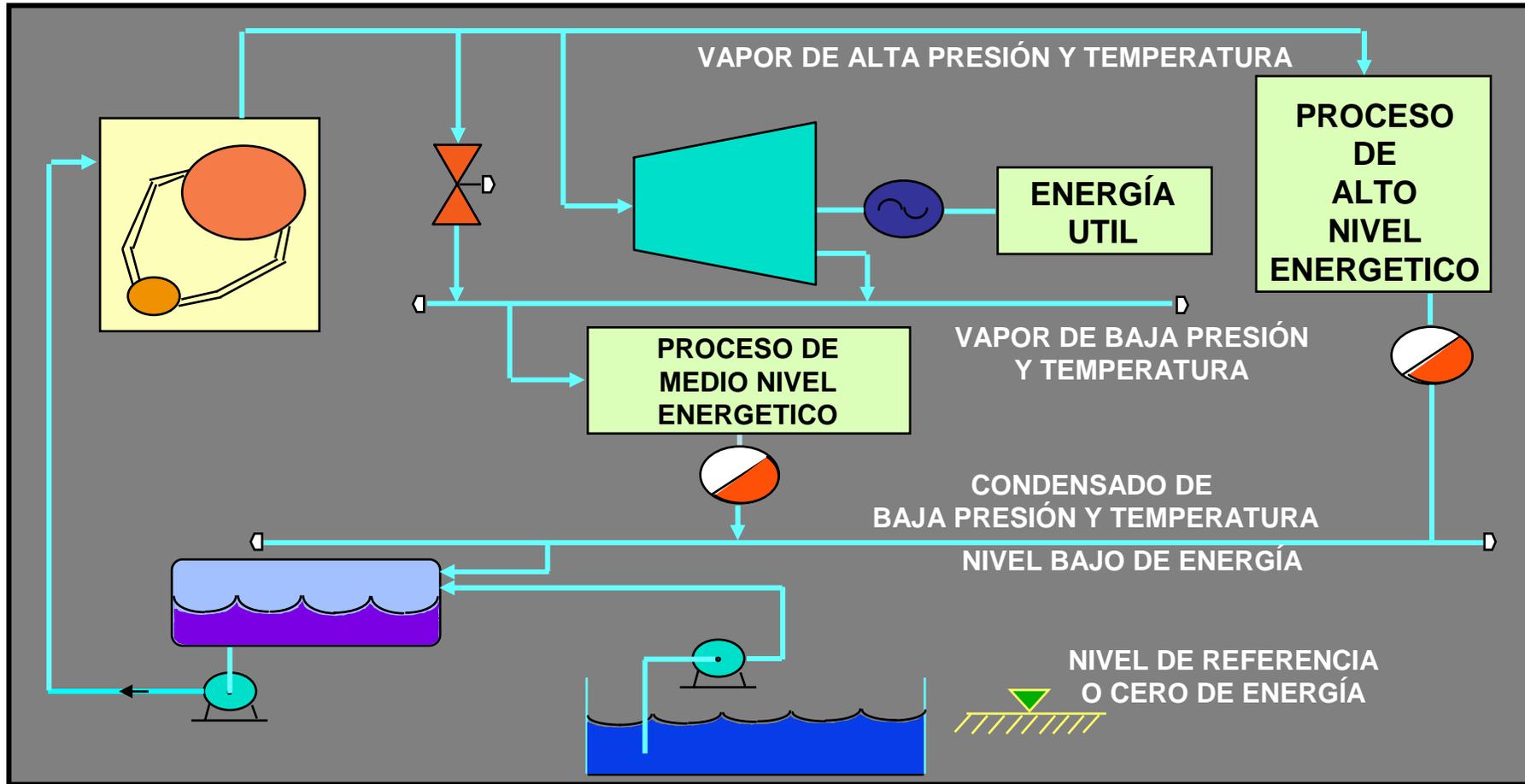
- Permitir fugas de agua, aire, vapor, etc
- Mal mantenimiento de los equipos
- Tuberías sin aislar
- Mala operación de calderas, hornos, secaderos, etc.
- Encender equipos no necesarios
- Botar agua y gases calientes
- Uso de tecnologías inadecuadas



CAMINOS DE LA ENERGÍA EN UNA INDUSTRIA



NIVELES DE ENERGÍA



AHORRO ENERGÉTICO POR SISTEMAS

SISTEMA DE VAPOR

SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA

SISTEMA DE HORNOS

SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

AHORRO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA DE VAPOR

CALIBRACIÓN DE CALDERAS



Operar la caldera con altos excesos de aire puede generar pérdidas superiores al 5% de la energía suministrada.

Operar la caldera con defecto de aire incrementa la emisión de gases nocivos.

CASO PRÁCTICO CALIBRACIÓN DE CALDERAS

Caldera de 300 BHP a gas natural, con un consumo promedio de 47908 m³/mes, operando 16 horas por día, con un costo de \$747/m³ y reducción del exceso de aire al máximo recomendado.

	Actual	Calibrada
Exceso de aire (%)	84.9 →	15
Eficiencia (%)	78.1	81.6
Rendimiento (kg vapor/m ³ gas)	11.51	12.05
Consumo Combustible (m ³ /h)	131.3	125.4
Ahorro (m ³ /h)	5.9 (4.5%)	

Ahorro
\$19'325.129

CASO PRÁCTICO RECUPERACIÓN DE CONDENSADOS

Flujo de condensado a recuperar: 8,3 l/h

Rendimiento actual de la caldera: 11,51 kg vapor/kg combustible

Costo del agua tratada: \$2623/m³

Combustible: Gas natural

Costo del combustible: \$747/m³

Densidad del combustible: 0,7 kg/m³

Operación anual del sistema: 8640 horas/año

Pérdida en agua tratada	71,7 m ³ /año	\$188.101/año
Pérdida en combustible	6230,4 m ³ /año	\$4´654.115/año
Pérdida total	---	\$4´842.216/año

CASO PRÁCTICO PÉRDIDAS POR TUBERÍA SIN AISLAR

L (m)	f (in)	Tp (°C)
1,2	3	77,3
6	3	79,4
1	3	84,8
0,3	3	121,8
0,1	3	144,2
0,3	1	144,9
0,2	1	134,5
0,2	1	125,4
3,35	1	91,9

Energía perdida [W]	
Sin aislar	Aislada
2060.7	191.3

Costo gas natural: \$747/m ³
Operación: 8640 h/año
Eficiencia caldera: 78%

Ahorro Energía aislando	1869.4 W
Ahorro combustible	2008.1 m ³ /año
	\$1'500.049/año

Inversión aislamiento	\$494.370
Periodo de recuperación de la inversión	3.95 meses
	0.33 años

CASO PRÁCTICO PÉRDIDAS POR FUGAS DE VAPOR

Elemento /Ubicación	Diámetro equivalente fuga [mm]	Presión vapor [psig]	Pérdida vapor [kg/h]
Válvula planta de tratamientos	1	90	2,8
Válvula lavadora 2	1	80	2,5
Válvula en línea	1	50	1,7

Costo agua tratada: \$2623/m³; Costo gas natural: \$747/m³; Operación: 8640 h/año

Pérdida en agua	61.2 m ³ /año	\$160.471/año
Pérdida en combustible	5294.5 m ³ /año	\$3´955.005/año
Pérdida total	---	\$4´115.475/año

AHORRO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

CASO PRÁCTICO SUSTITUCIÓN DE MOTOR

Sustitución de un motor estándar por uno de alta eficiencia:

Parámetro	Motor	
	Estándar	Eficiente
Costo E. (\$/kWh)	197	197
Tiempo de operación (h/año)	8760	8760
Potencia (HP)	50	50
Factor de carga (%)	78	78
Eficiencia (%)	89,6	95,1
Costo adquisición (millones de \$)	0	6,17
Costo de op. (millones de \$/año)	56,03	52,78
Ahorro (millones de \$/año)	3,25	
T. S. R. (años)	1,89	

CASO PRÁCTICO SUSTITUCIÓN DE MOTOR

Sustitución de un motor estándar sobredimensionado y viejo (rebobinado varias veces) por uno de alta eficiencia:

Parámetro	Motor	
	Estándar	Eficiente
Costo E. (\$/kWh)	197	197
Tiempo de operación (h/año)	8760	8760
Potencia (HP)	200	150
Factor de carga (%)	66	88
Eficiencia (%)	89	95,9
Costo adquisición (millones de \$)	0	18,15
Costo de op (millones de \$/año)	190,94	177,20
Ahorro (millones de \$/año)	13,73	
Tasa de retorno(años)	1,32	

CASO PRÁCTICO SUSTITUCIÓN DE LUMINARIAS

Alternativa: Sustituir un sistema de iluminación estándar TL12 de 2x40W por uno de alta eficiencia T8 de 2x32W. Costo energía 197 \$/kWh

Luminaria	TL12 2x40W	T8 2x32W	TL12 2x40W	T8 2x32W
Parámetro				
Número de luminarias	80	80	160	160
Horas de operación (h/día)	24	24	16	16
Potencia demandada (kW)	6,40	5,12	12,80	10,24
Costo operación (M\$/año)	11,04	8,83	14,72	11,78
Ahorro (M\$/año)	2,20		2,94	
Inversión (M\$)	2,91		5,82	
Tasa de retorno (años)	1,32		1,98	
Ahorro total (M\$/año)	5,15		Tasa de retorno neta (Años): 1,69	
Inversión total (M\$)	8,73			

AHORRO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA DE AIRE COMPRIMIDO

CASO PRÁCTICO DISMINUCIÓN DE FUGAS

	Antes	Actual
Consumo por fugas (cfm)	124,1	33,9
Porcentaje fugas (%)	19,4%	5,3%
Costo de fugas anuales (\$/año)	\$ 26.266.856	\$7'181.053
Consumo equivalente de energía por fugas (kWh/año)	107.211	29.310
Ahorro	\$ 19.085.803/año	
	77.901 kWh/año	
Inversión	\$300.000	

AHORRO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA DE ENFRIAMIENTO DE AGUA

CASO PRÁCTICO IMPLEMENTACIÓN DE VARIADOR DE VELOCIDAD

Al implementar un **variador de velocidad** que regule la operación del ventilador al **monitorear continuamente la temperatura del agua a la salida** de la torre, se ven ahorros significativos en el consumo de energía eléctrica, puesto que al implementar el variador de velocidad en un **motor de 1 HP que opere continuamente** (24 horas/día, 365 días/año) y con un costo de la energía eléctrica de 245 \$/kW se pueden alcanzar **ahorros del orden de \$1´200.000 por año.**



CASO PRÁCTICO SET POINT DEL CONTROL



La implementación del variador va de la mano del valor a definir para **el set point del control el cual debe ser del orden de 3°C a 5°C por encima de la temperatura de bulbo húmedo**, puesto que en algunas ocasiones se encuentra este parámetro igual o inferior a la temperatura de bulbo húmedo lo cual obliga a operar continuamente el ventilador al tratar de conseguir el enfriamiento hasta tal temperatura, y no logrando el ahorro energético esperado.

AHORRO ENERGÉTICO EN EL SISTEMA DE REFRIGERACIÓN

CASO PRÁCTICO DISTRIBUCIÓN DE CARGA TÉRMICA



Ahorros del orden de \$13.100.000 al año
(24 horas/día, 365 días/año, \$245 kWh)



CASO PRÁCTICO

SUSTITUCIÓN DE MOTORES ANTE UNA FALLA



Motor viejo rebobinado



Motor nuevo de alta eficiencia

Ante una falla, sustituir un motor de 200 HP (149kW) con una diferencia de eficiencia de 5 puntos (entre el viejo rebobinado y el nuevo) que opere con una disponibilidad del 90% (7884 horas/año de las 8760 horas de un año) genera ahorros anuales cercanos a los \$14'000.000, con un costo de la energía eléctrica de \$245 kWh.

**¡MUCHAS
GRACIAS!**

CONTACTOS

M.Sc. I.M. Juan Carlos Rojas R.

☎ 318 803 25 36

✉ rojasjuc@gmail.com

M.Sc. I.M. Diego Rojas R.

☎ 321 700 84 24

✉ imdiegorojasr@gmail.com