

# Revisión internacional de programas de Norma y Etiquetado para Transformadores de Distribución

**Virginie Letschert**

Lawrence Berkeley National Laboratory

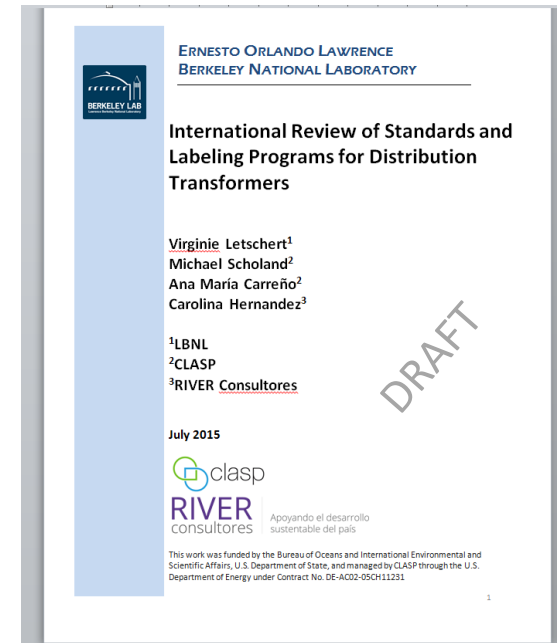
# Resumen del Estudio

## ◆ Experiencia internacional

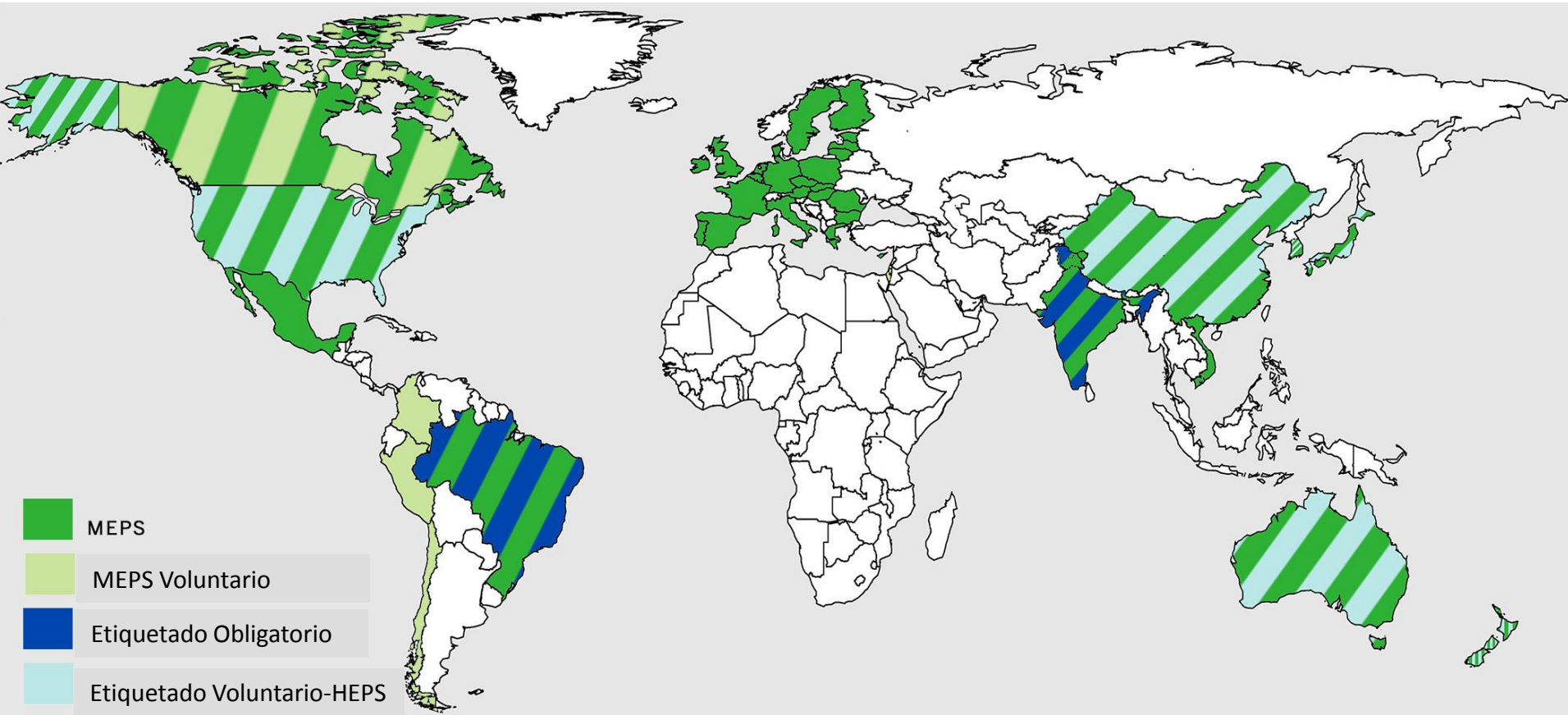
- ❑ Requisito para formular un programa de MEPS en Chile
- ❑ Qué tipo de programas existen?
- ❑ Cuáles son los aspectos técnicos de esos programas (alcance, método de prueba, definición de los requisitos)?
- ❑ Cómo se comparan los programas internacionales?
- ❑ Cómo ésta información alimenta nuestro proyecto?

## ◆ Resultados del estudio:

- ❑ 14 países con programas, 23 tipos de programas diferentes y 2 métodos de pruebas de referencia



# I-Tipos de Programas de MEPS y etiquetado



# Programas de Etiquetado Obligatorio

Estas etiquetas ofrecen información, con una escala o un sistema de clasificación similar, que permite a los usuarios comparar el rendimiento de energía entre diferentes productos.

## ◆ Programas en Brazil, India

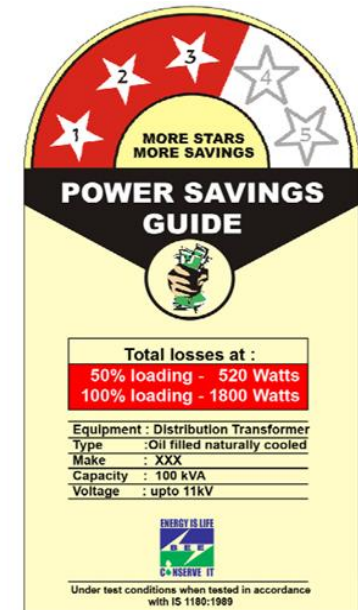
## ◆ Información sobre:

- ❑ Fabricante, modelo, tipo de TD
- ❑ Capacidad (kVA)
- ❑ Clase de tension (kV)
- ❑ Perdidas sin carga, con carga, 50% carga (India)

Energía	
Fabricante	ENERGIA ENERGIA
Modelo	Automático
Consumo energético (Wh/mes)	26,5
Temperatura de ambiente (°C)	20
Volumen de almacenamiento refrigerado (L)	100
Volumen de almacenamiento congelado (L)	10
Temperatura de compartimento congelado (°C)	-18

Nota: en Chile, existe ese tipo de programa de etiquetado para una variedad de productos domésticos y motores industriales (1-10HP)

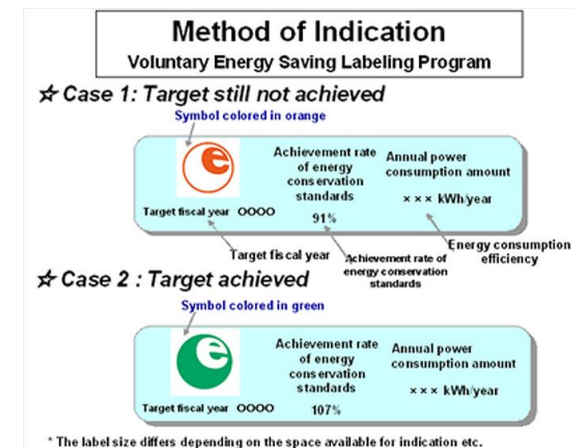
Energía (Eléctrica)		TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN EM LÍQUIDO ISOLANTE	
Fornecedor		PERDAS MÁXIMAS (tap nominal)	
Modelo		- Vazio (W)	00000
Tipo		- Totais (W)	00000
Potência (kVA)		- Relação Transformação	00000
Classe de Tensão (kV)			
		PERDAS MÁXIMAS (tap crítico)	
		- Vazio (W)	00000
		- Totais (W)	00000
		- Relação Transformação	00000
		NBI (kV)	00000



# Programas de Etiquetado Voluntario (Etiqueta de Endoso)

Estas etiquetas identifican productos que se destacan por el cumplimiento de un requerimiento de eficiencia definido (más alto que la línea base)

- ◆ Programas en EEUU, Japon, China
- ◆ Energy Star - en desarrollo



**Conclusión:** Los programas de etiquetado informan al usuario pero no garantizan la adopción de la tecnología más eficiente. En el caso de TD, la experiencia internacional muestra que estos programas tienen un impacto más significativo en combinación con otros programas. Tienen el ventaja de permitir definición de requerimientos en los procesos adquisición para las empresas eléctricas.

# Programa de MEPS

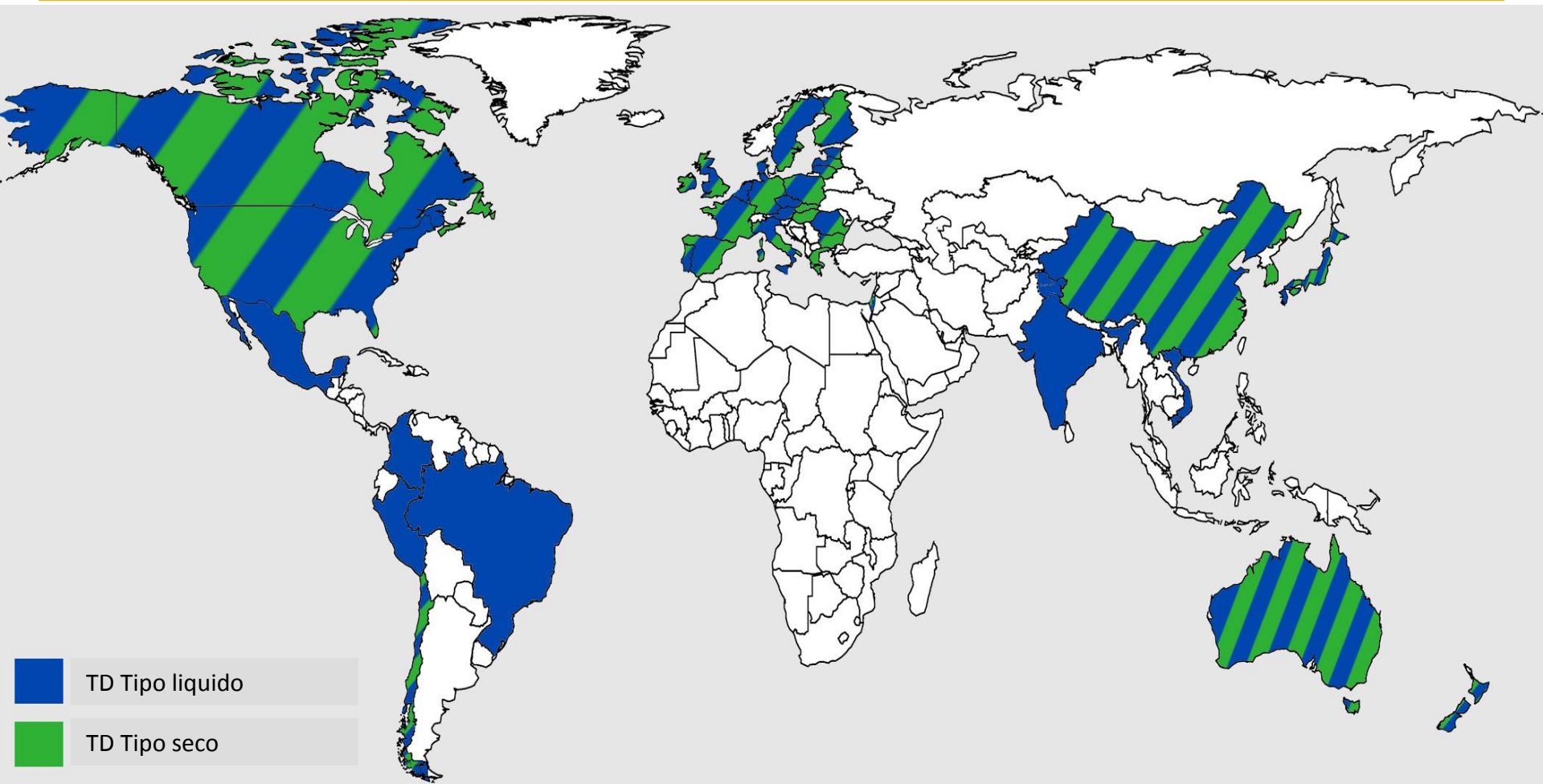
Un MEPS o norma de eficiencia energética elimina una parte del mercado que no cumple con un nivel mínimo de eficiencia energética/ desempeño

- ◆ Mas común de los programas: encontrado en (casi) todos los países de la revisión – (obligatorio o voluntario)
- ◆ Cuando obligatorio, tipo de política el más poderoso para asegurarse de la transformación del mercado

*El proyecto va a investigar una combinación de un MEPS con un programa complementario (mecanismo de push y pull)*



# 2-Alcance de Programas de MEPS y etiquetado



# 3-Comparación de los Métodos de Ensayo

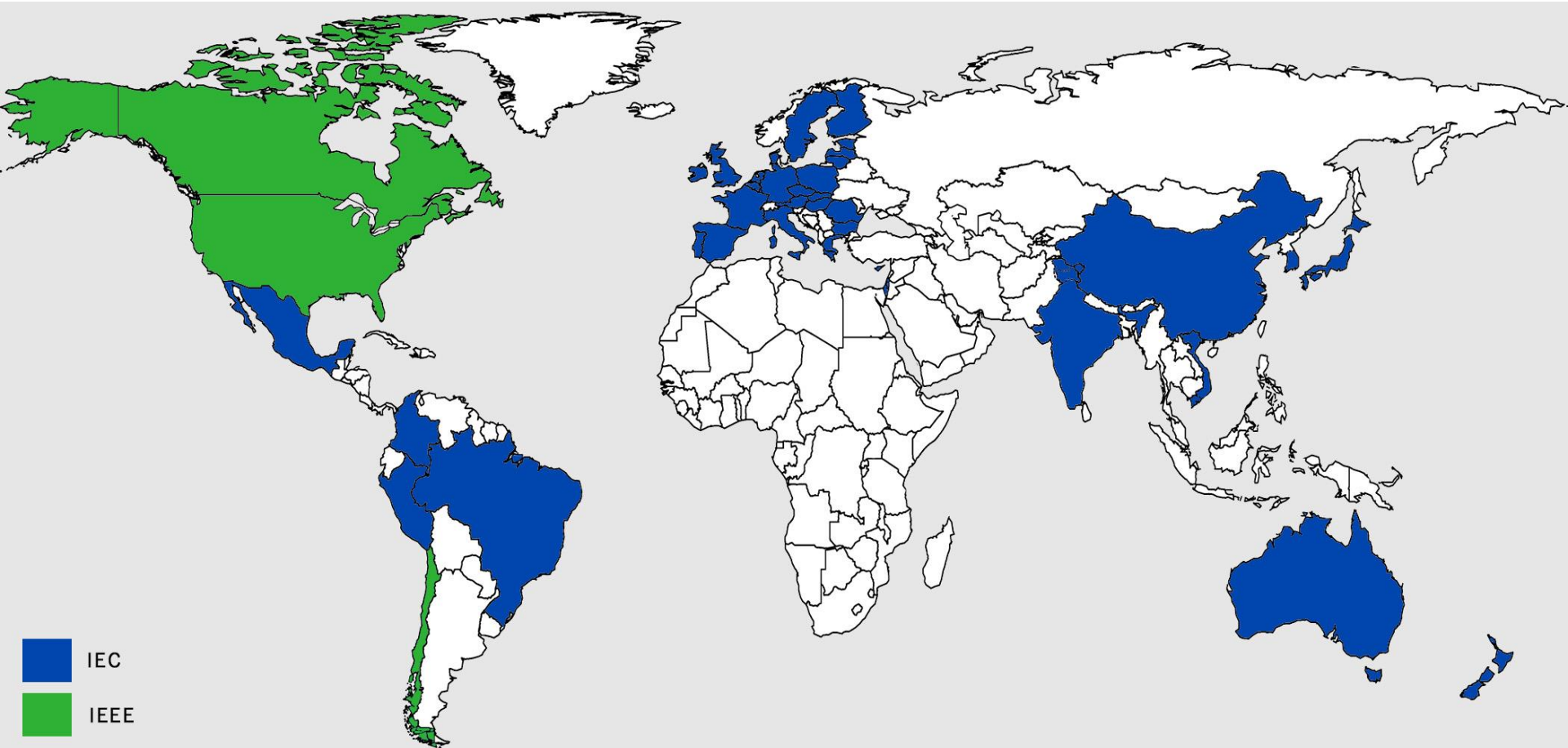
---

## ◆ 2 Familias de estándares de prueba:

- IEC: 19 partes en el estándar 60076. La revisión se enfoca en:
  - Parte 1: Generalidades
  - Parte 2: Aumento de la temperatura para los transformadores inmerso en líquido
- IEEE: 90 estándares y guías en la familia C57.12. La revisión se enfoca en:
  - C57.12.00: Requisitos generales para transformadores de distribución, de potencia, y de regulación, inmersos en líquido
  - C57.12.80: Terminología estándar para los transformadores de distribución y de potencia
  - C57.12.90: Código de ensayo para transformadores de distribución, de potencia, y de regulación, inmersos en líquido



# Métodos de Ensayo



# Aspectos

---

- ◆ Requisitos de prueba en condición general
- ◆ Medida de las pérdidas sin carga (PSC)
- ◆ Medida de las pérdidas con carga (PCC)
- ◆ Cálculo de la eficiencia

2 ejemplos para ilustrar el estudio



# Medida de las pérdidas

---

## ◆ Comparación de:

- ❑ temperatura de referencia
- ❑ formula corrección de temperatura
- ❑ tolerancias de medición
- ❑ corriente de prueba
- ❑ método de medición de la resistencia
- ❑ temperatura del bobinado

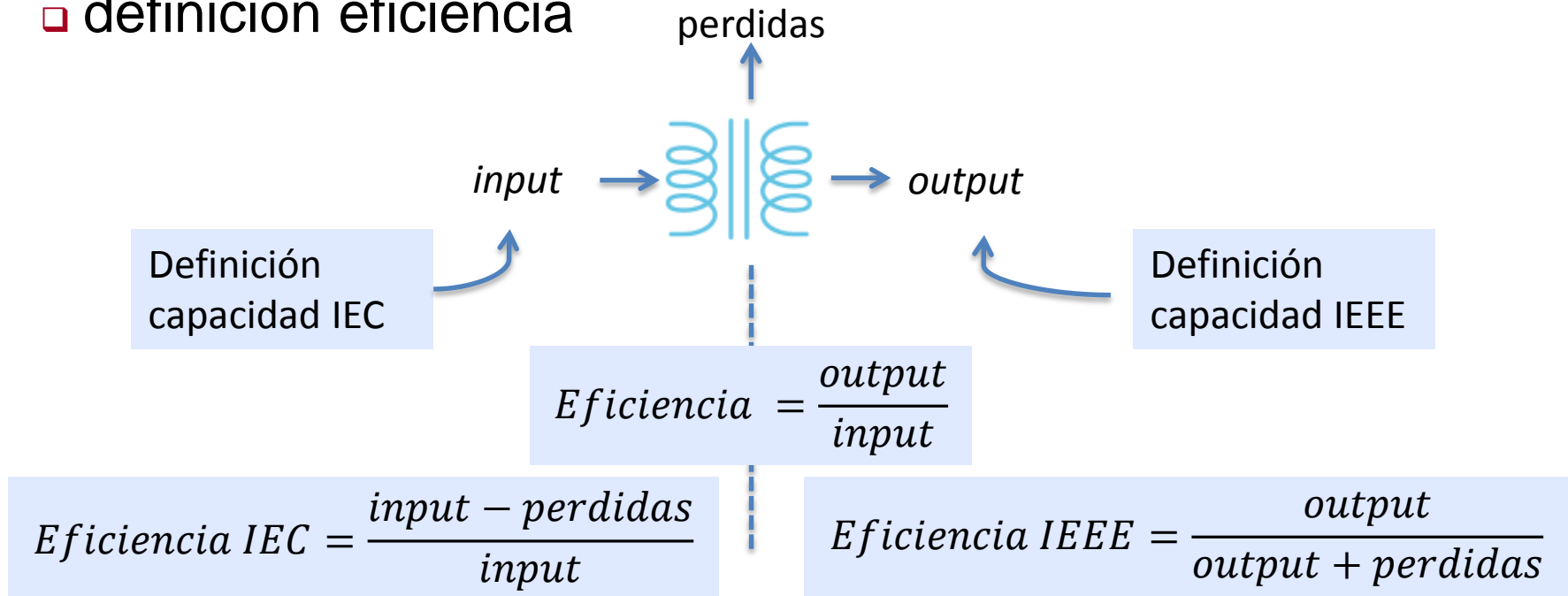
## ◆ Ejemplo: Temperaturas de referencia (diferencia la mas importante y difícil a reconciliar)

- ❑ Sin carga: IEC: 75C - IEEE: 20C
- ❑ Con carga: IEC: 75C - IEEE: 85C

# Calculo de Eficiencia

## ◆ Comparación de:

- definición capacidad
- definición eficiencia



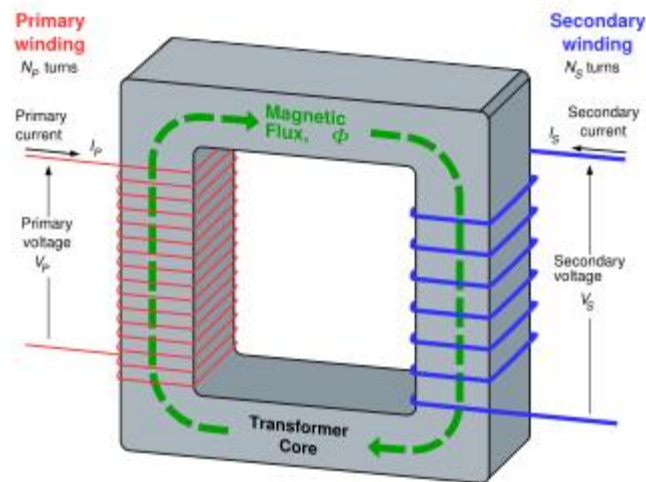
Mismo resultado en el cálculo de eficiencia para un transformador dado, sólo se necesita convertir la capacidad cuando se refiere a un transformador IEC, o IEEE

# Proceso de “Dual Logo” IEC-IEEE

- ◆ IEC y IEEE han reconocido la necesidad de armonización, así como los beneficios y desafíos de una norma armonizada.
- ◆ Proceso de "doble logotipo" con grupos de trabajo para establecer normas comunes que llevan el logotipo de la norma IEC / IEEE
- ◆ Ya existe para los siguientes estándares de Transformadores de Potencia:
  - ❑ IEC 60076-21 Ed. 1 (2011-12) (IEEE Std C57.15™-2009 Power Transformers - Part 21: Standard Requirements, Terminology, and Test Code for Step-Voltage Regulators
  - ❑ IEC 62032 Ed.1 (2005-03) (IEEE C57.135™-2001): Guide for the Application, Specification and Testing of Phase-Shifting Transformer

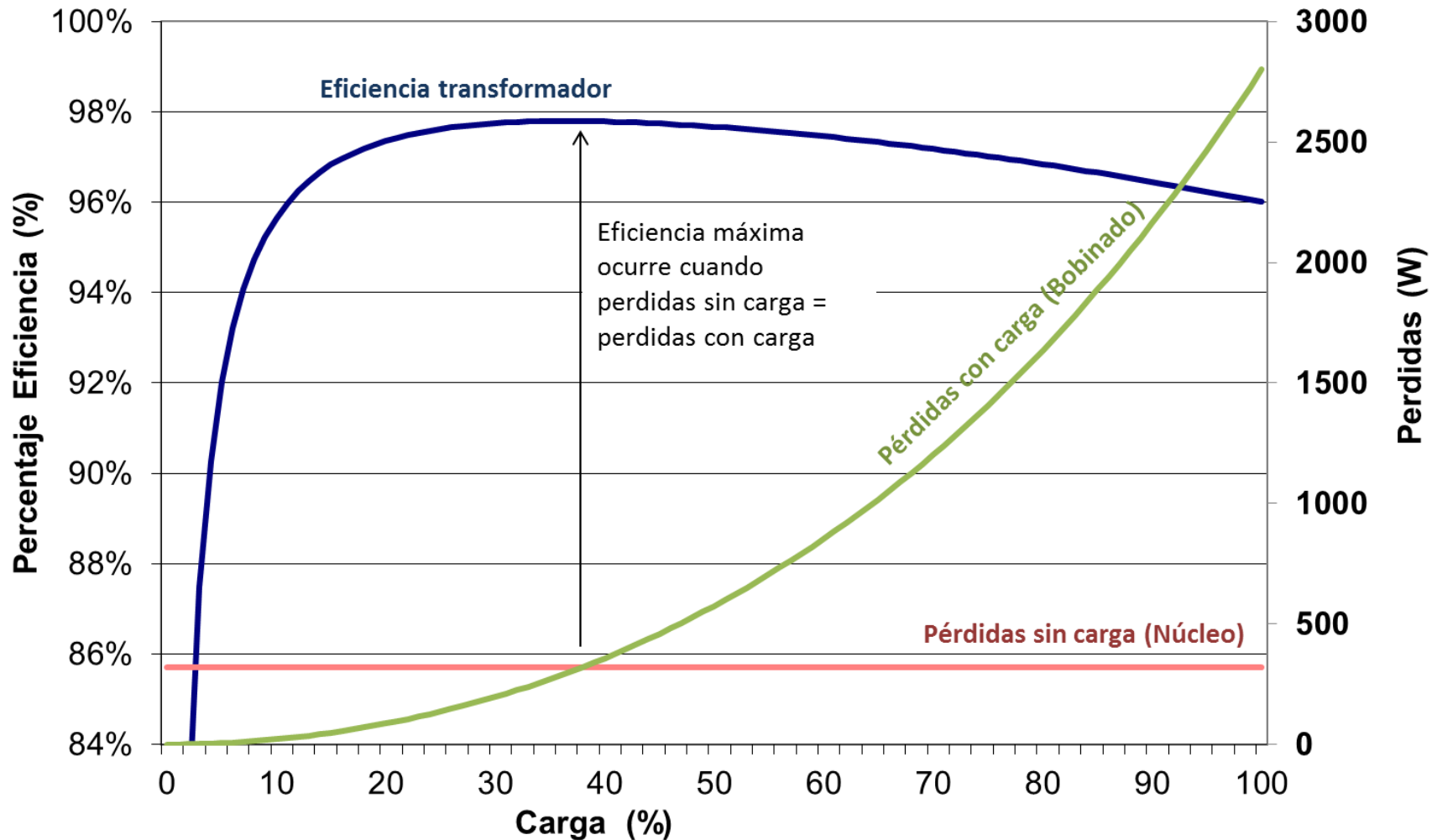
# 4-Métricas de Rendimiento

- ◆ Métrica de rendimiento de transformador es un elemento clave de la definición de un programa de EE
- ◆ La métrica está cercanamente relacionada al diseño del TD



- ◆ La métrica de rendimiento puede aplicar al diseño del núcleo, del bobinado, o a la suma de los dos.

# Evolución de Eficiencia/Pérdidas con el Factor de Carga



Fuente: SEAD



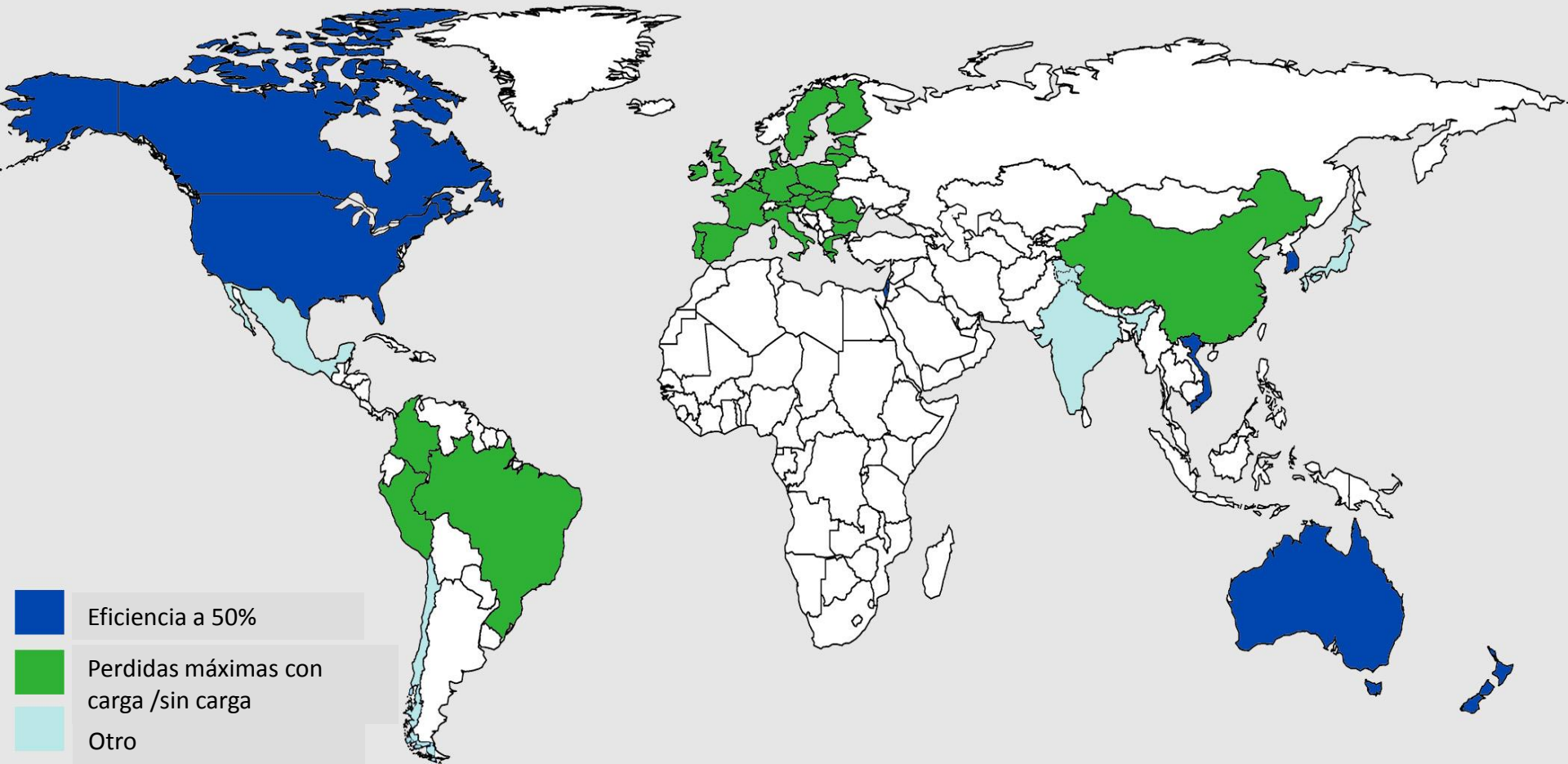
# Métrica de Rendimiento

---

- ◆ **Perdidas máximas con carga /sin carga:** define 2 limitaciones en cada diseño (una en el núcleo, una en el bobinado).
- ◆ **Pérdidas combinadas máxima:** define una limitación única a la suma de las pérdidas sin carga y las pérdidas de carga en un punto de carga especificada.
- ◆ **Eficiencia mínima:** representa la división del output / input. % de eficiencia debe ser declarado en un punto de carga especificado (50% en la mayoría de los casos)\*
- ◆ **Índice de Eficiencia Pico (IEP):** eficiencia máxima determina el valor de eficiencia más alta de cualquier diseño del transformador, con independencia de un punto de carga especificado.

\*Energy Star está desarrollando una serie de eficiencia mínima para diferentes factores de carga -todavía en discusión con las partes interesadas.

# Métrica de Rendimiento

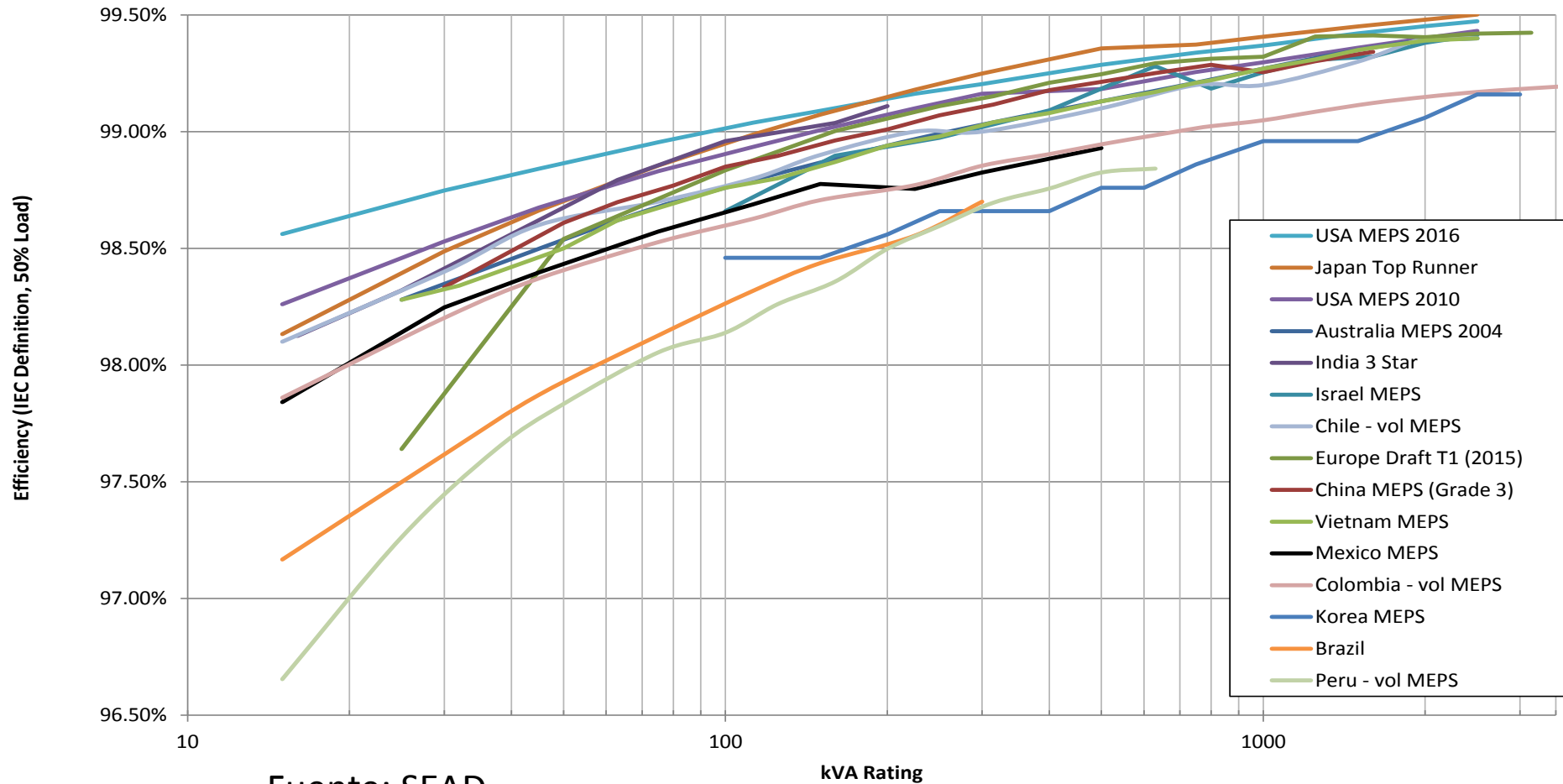


# Resumen los ventajas y desventajas

Métrica de Rendimiento	+	-
Pérdidas con carga /sin carga	<ul style="list-style-type: none"><li>- No requiere la especificación de un punto de carga</li><li>- Utilizado comúnmente en las prácticas de adquisición</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Restringe tecnológica flexibilidad / diseño</li></ul>
Pérdidas Totales Máximas / Porcentaje Eficiencia	<ul style="list-style-type: none"><li>- Combina PSC y PCC en una métrica que proporciona la máxima flexibilidad tecnológica / diseño</li><li>- Permite diseños con costo optimizado</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Requiere un punto de carga específica</li></ul>
Índice de Eficiencia Pico (IEP)	<ul style="list-style-type: none"><li>- No requiere la especificación de un punto de carga en la regulación</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Todavía no ha sido utilizado en regulación de transformadores de distribución (sólo transformadores de potencia)</li></ul>

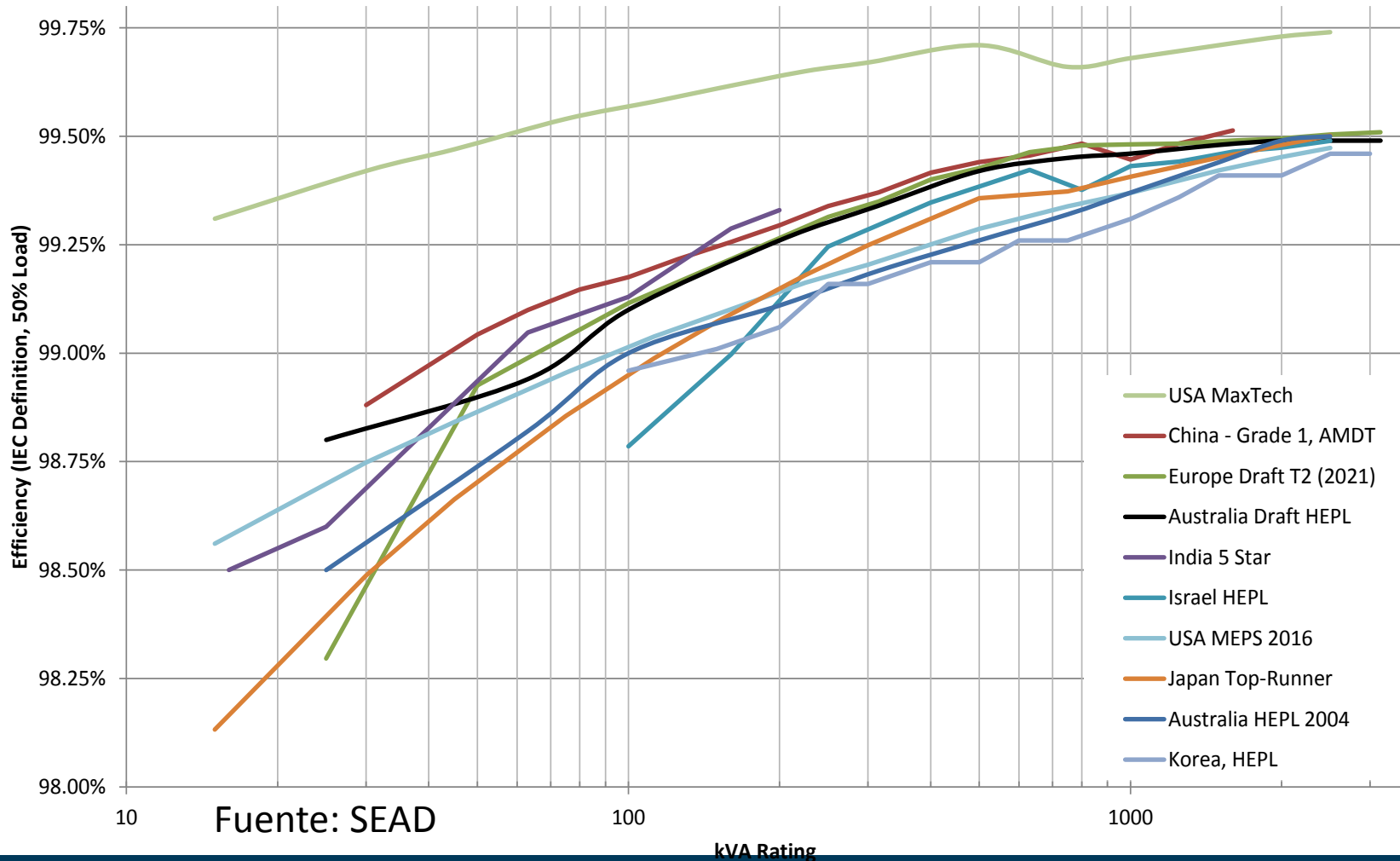
# 5-Nivel de Programas de MEPS y etiquetado

## Requisitos de MEPS para Transformadores de Distribución 3-fases tipo líquido



# Nivel de Programas de MEPS y etiquetado – Alta Eficiencia

Requisitos de alta eficiencia para TD 3-fases tipo líquido



# Próximos Pasos

---

- ◆ El estudio presenta la información encontrada en la revisión de programas internacionales
- ◆ Adicionalmente, el Ministerio considerará:
  - ❑ Las practicas en Chile en materia de métodos de ensayo y métricas de rendimiento (encuesta RIVER)
  - ❑ La participación en el mercado de los diferentes tipos de Transformadores
  - ❑ Comentarios de los participantes sobre:
    - Alcance
    - Métodos de ensayo
    - Métricas de rendimiento