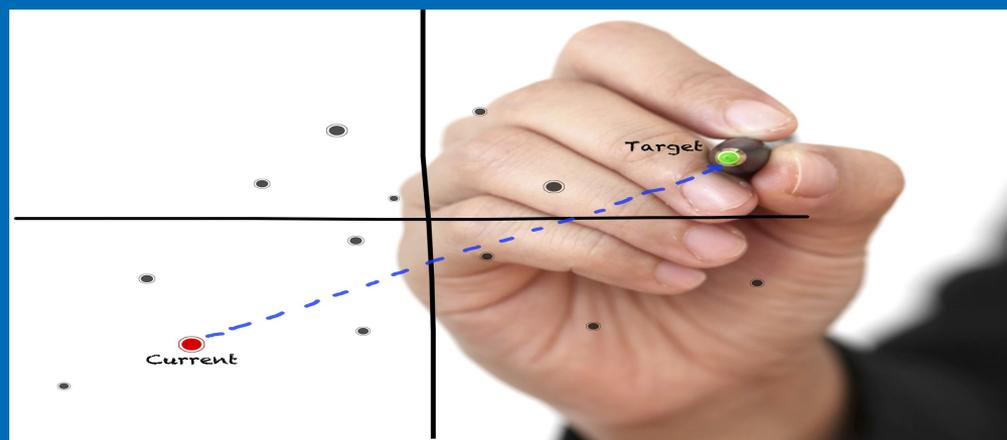


# NUEVOS ESTÁNDARES DE CALIDAD DE PRODUCTO ELÉCTRICO EN LA DISTRIBUCIÓN Y LA NUEVA FORMA DE MONITOREARLOS.

NUEVA NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUCIÓN



Gobierno  
de Chile



División Ingeniería de Electricidad – DTIE  
Julio Clavijo Cabello.

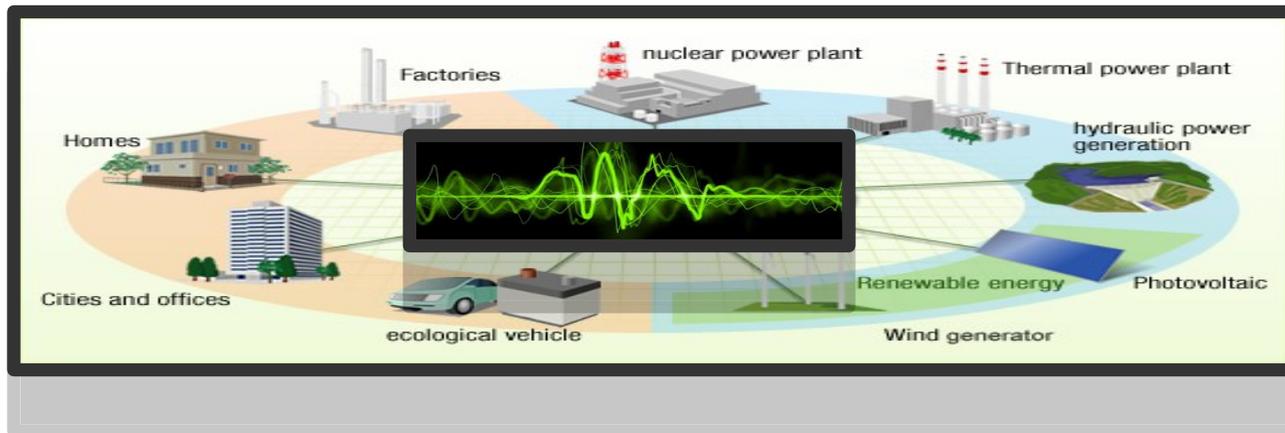
Vigilamos que las personas cuenten con productos y servicios seguros y de calidad, en los sistemas de Electricidad y Combustibles.



# ¿QUE ES CALIDAD DE SUMINISTRO?

## ◆ Según el Decreto Supremo 327/1997:

Es el **conjunto de parámetros físicos y técnicos** que, conforme a dicho reglamento y las normas técnicas pertinentes, debe cumplir el **producto electricidad**. Dichos parámetros son, entre otros, **tensión, frecuencia y disponibilidad**.



## ◆ Según la IEEE 1159/1995:

Es una **amplia variedad de fenómenos electromagnéticos** que caracterizan el **voltaje y la corriente** en un cierto momento y lugar del sistema eléctrico.

# CALIDAD DE SUMINISTRO

- Las **perturbaciones y fenómenos electromagnéticos** son originadas por diversas causas internas o externas al sistema eléctrico:

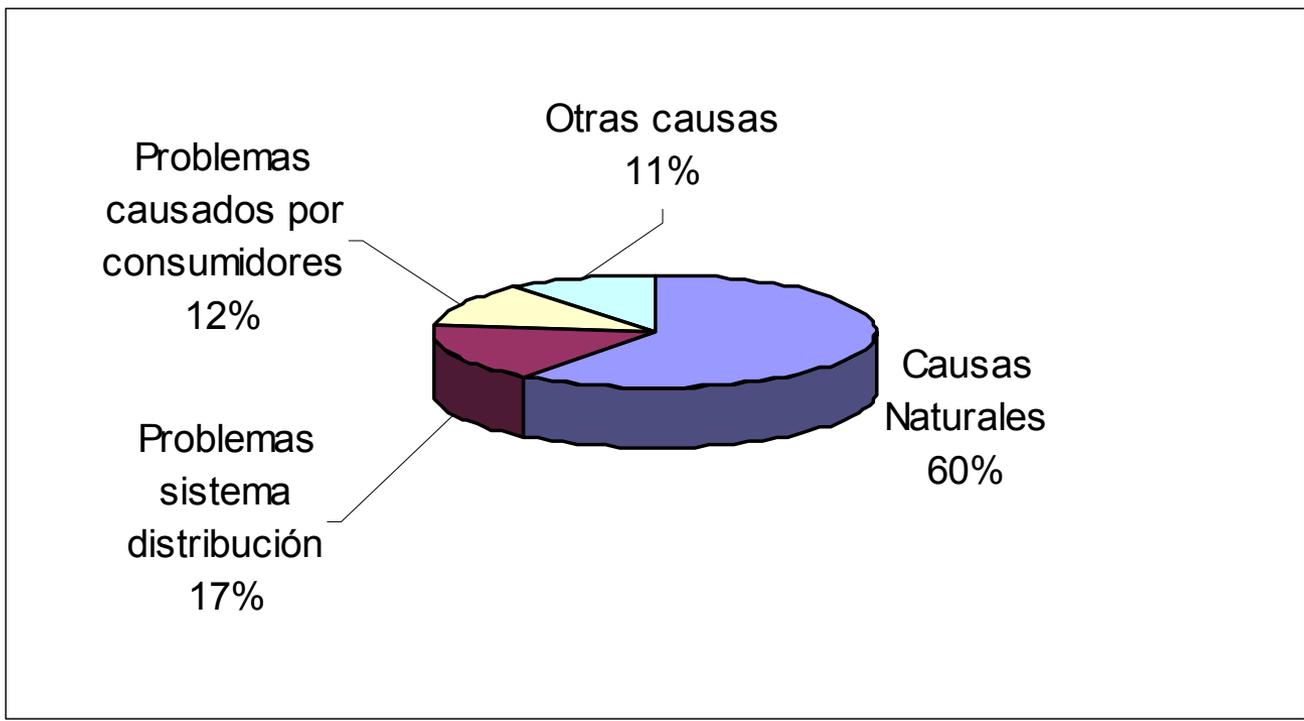
**Operación de condensadores,**  
**Equipos electrónicos de potencia,**  
**Cortocircuitos en el Sistema Eléctrico de Potencia,**  
**Descargas atmosféricas, caídas de árboles, etc.**



**Fluctuaciones de tensión,**  
**Distorsión Armónica,**  
**Interrupciones o Caídas de corta duración,**  
**Oscilaciones transitorias, etc.**



Resultados de una encuesta realizada sobre las causas que originan problemas en la calidad de suministro (Fuente IEEE).



Desde el punto de vista de los consumidores



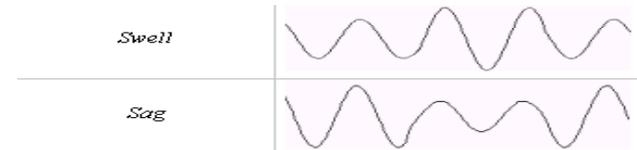
# CALIDAD DE SUMINISTRO



## Principales de perturbaciones que afectan la Calidad de Suministro

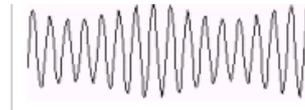


- Variaciones de Voltaje:
  - Regulación de tensión
  - Desequilibrio de tensión
  - Variaciones rápidas de tensión



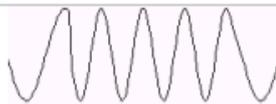
- Flicker

*Fluctuaciones de Voltaje  
(Flicker)*



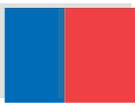
- Variaciones de Frecuencia

*Variaciones de Frecuencia*



- Distorsión Armónica:
  - Voltaje
  - Corriente

*Distorsión Armónica*



# EFECTOS PRINCIPALES DE UNA MALA CALIDAD DE PRODUCTO ELÉCTRICO.



- Interrupciones de suministro debido a sobre calentamiento excesivo en transformadores.
- Operación incorrecta en las protecciones.
- Incremento del riesgo de resonancia de bancos de condensadores.
- Incendios por calentamiento excesivo de conductores, motores, y bancos de condensadores.
- Quema masivas de artefactos electrónicos. (pérdidas de datos y daños en la fuente de alimentación)
- Disminución de vida útil de transformadores y motores (Vibración en excesivo- Ruido)



**LA TERCERA**  
24 de junio de 2008

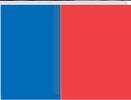
HOME | POLÍTICA | MUNDO | NACIONAL | NEGOCIOS | TENDENCIAS | EDUCACIÓN | CULTURA

ÚLTIMO MINUTO: 13:16 | Gran mayoría de estadounidenses creería en Dios y el diablo

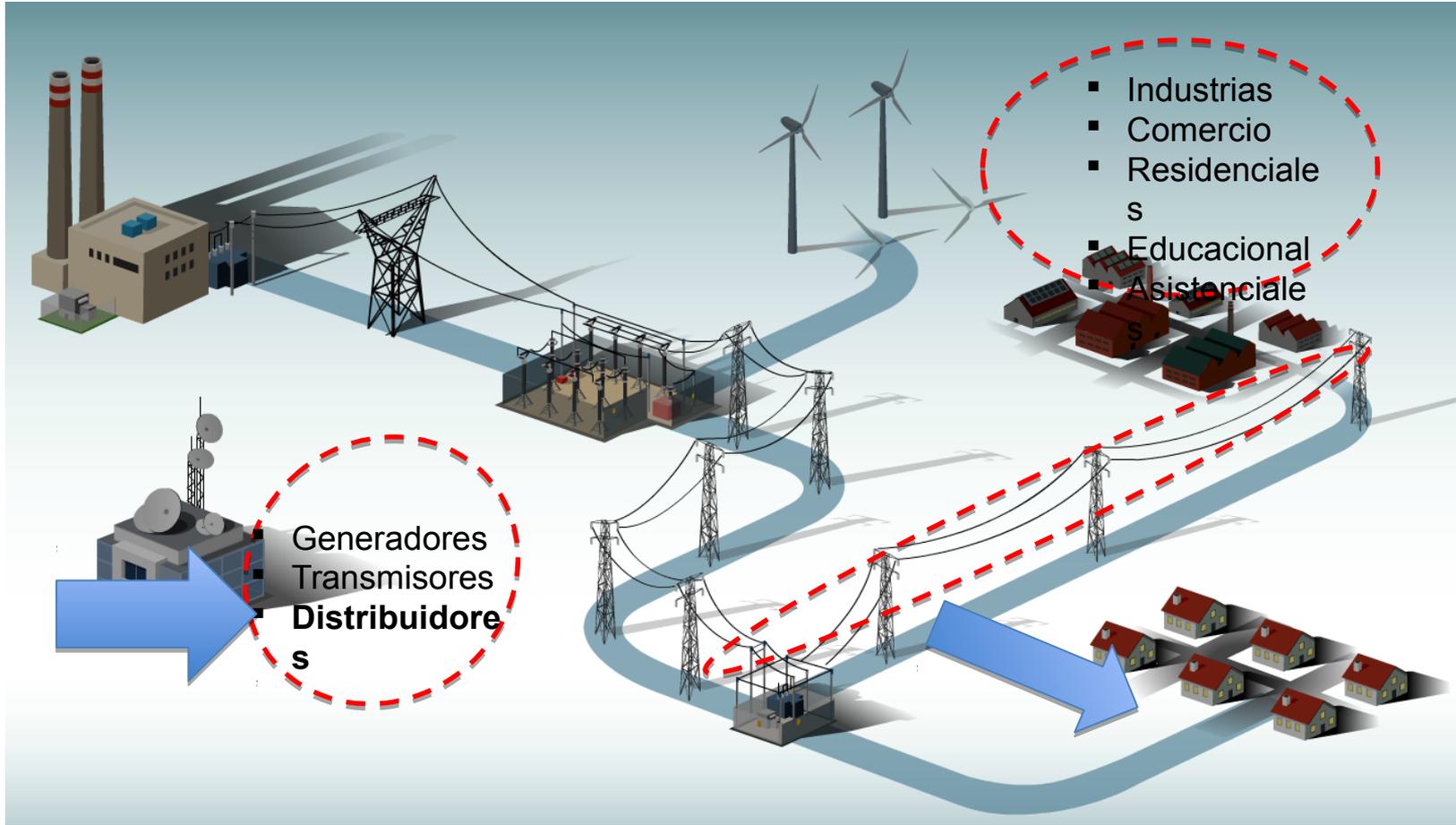
**NACIONAL**

## Chilectra arriesga multa por alza de voltaje y quema de artefactos eléctricos en Cerro Navia

La SEC instruyó una investigación para determinar las causas del hecho, que afectó a los vecinos de la Villa Neptuno. Chilectra asume su responsabilidad en la falla técnica y reparará o repondrá los electrodomésticos quemados



# ¿QUIENES SON RESPONSABLES DE CALIDAD DE SUMINISTRO?



1. Origen de perturbaciones: múltiple
2. Interacción: permanente
3. Responsabilidad: compartida

# INGRESO DE NUEVOS ACTORES AL MUNDO DE LA DISTRIBUCIÓN





## 7 Pilares de la Agenda de Energía

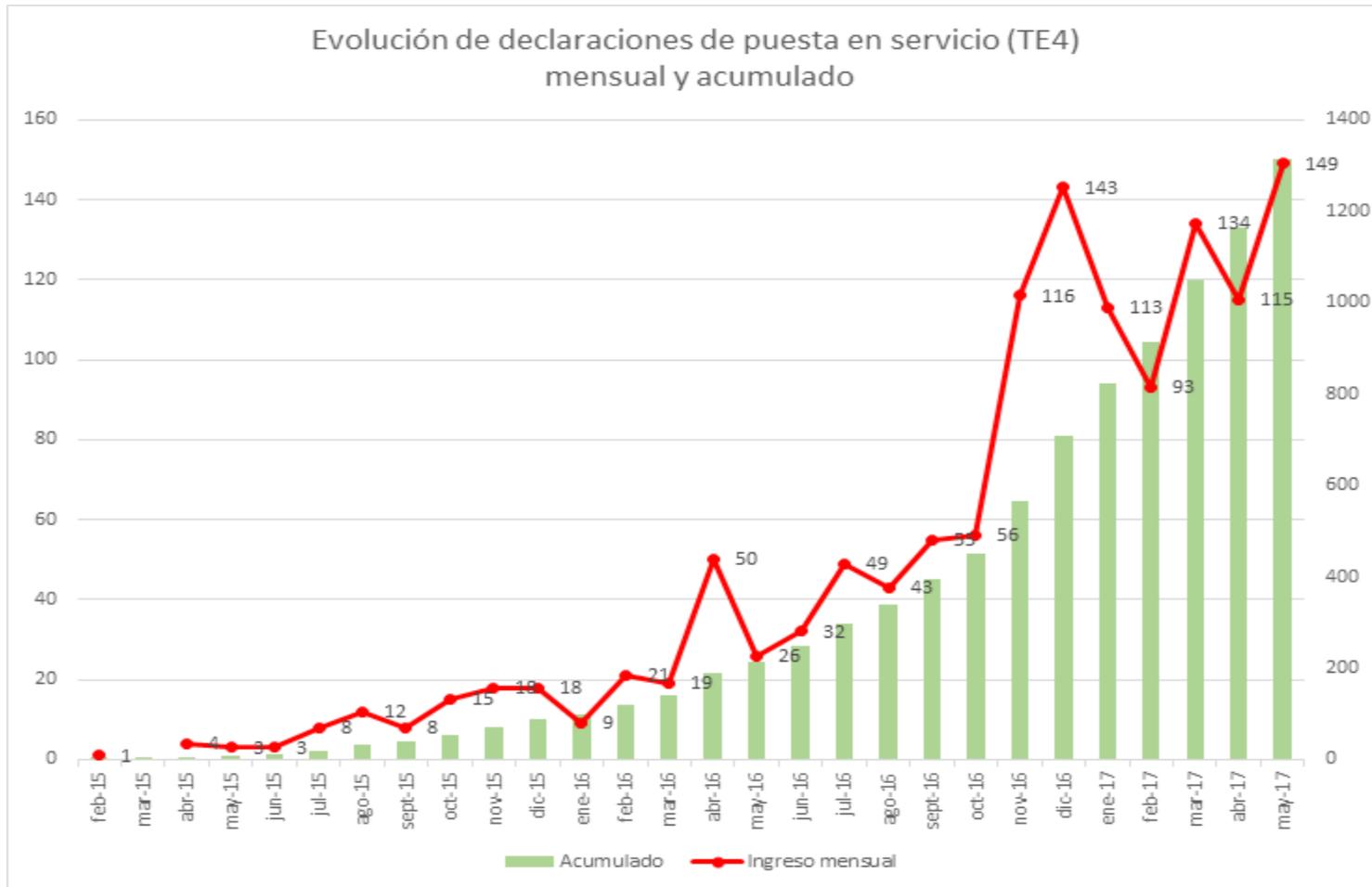
1. Un nuevo rol del estado.
2. Reducción de los precios de energía, con mayor competencia, eficiencia y diversificación en el mercado energético.
3. Desarrollo de recursos energéticos propios.
4. Conectividad para el desarrollo energético.
5. Un sector energético eficiente y que gestiona el consumo.
6. Impulso a la inversión en infraestructura energética.
7. Participación ciudadana y ordenamiento territorial.

<http://www.minenergia.cl/>

<http://www.energia2050.cl/>

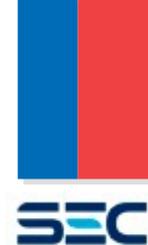


# Generación Distribuida – Ley 20.571

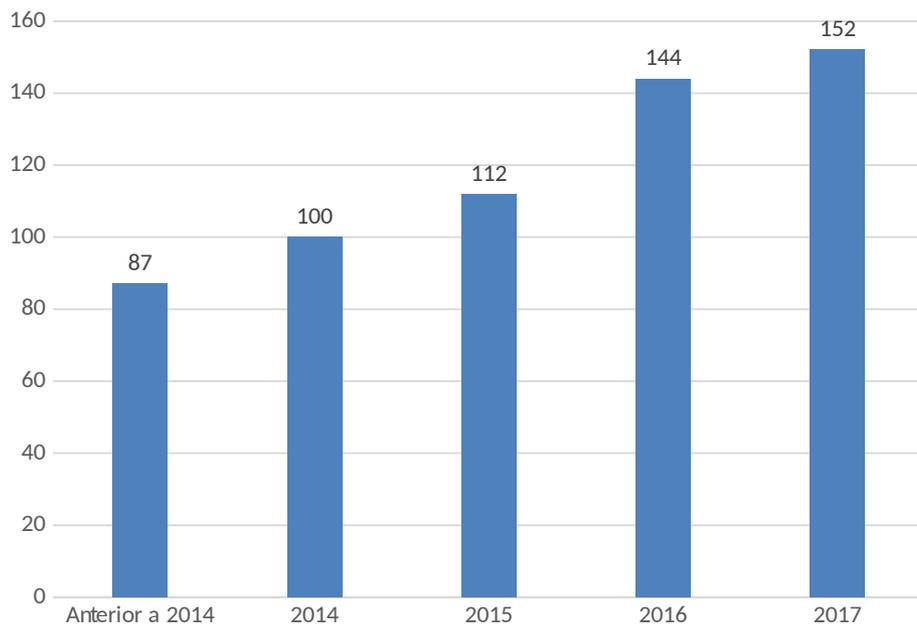


9 MW – Mas 1400.

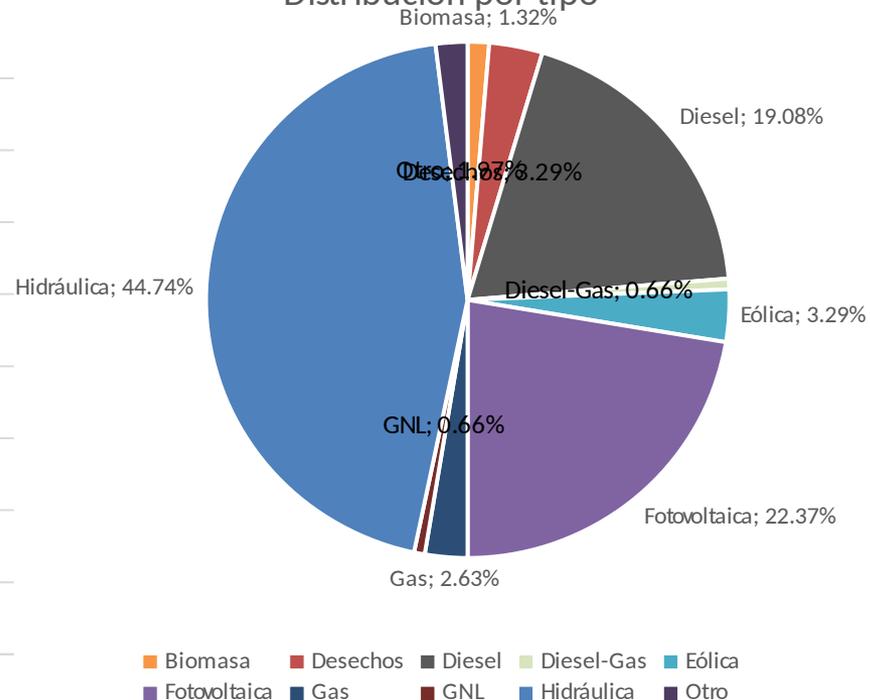
# Generación Distribuida – PMGD



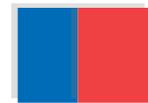
Cantidad de PMGD en Operación (acumulado)



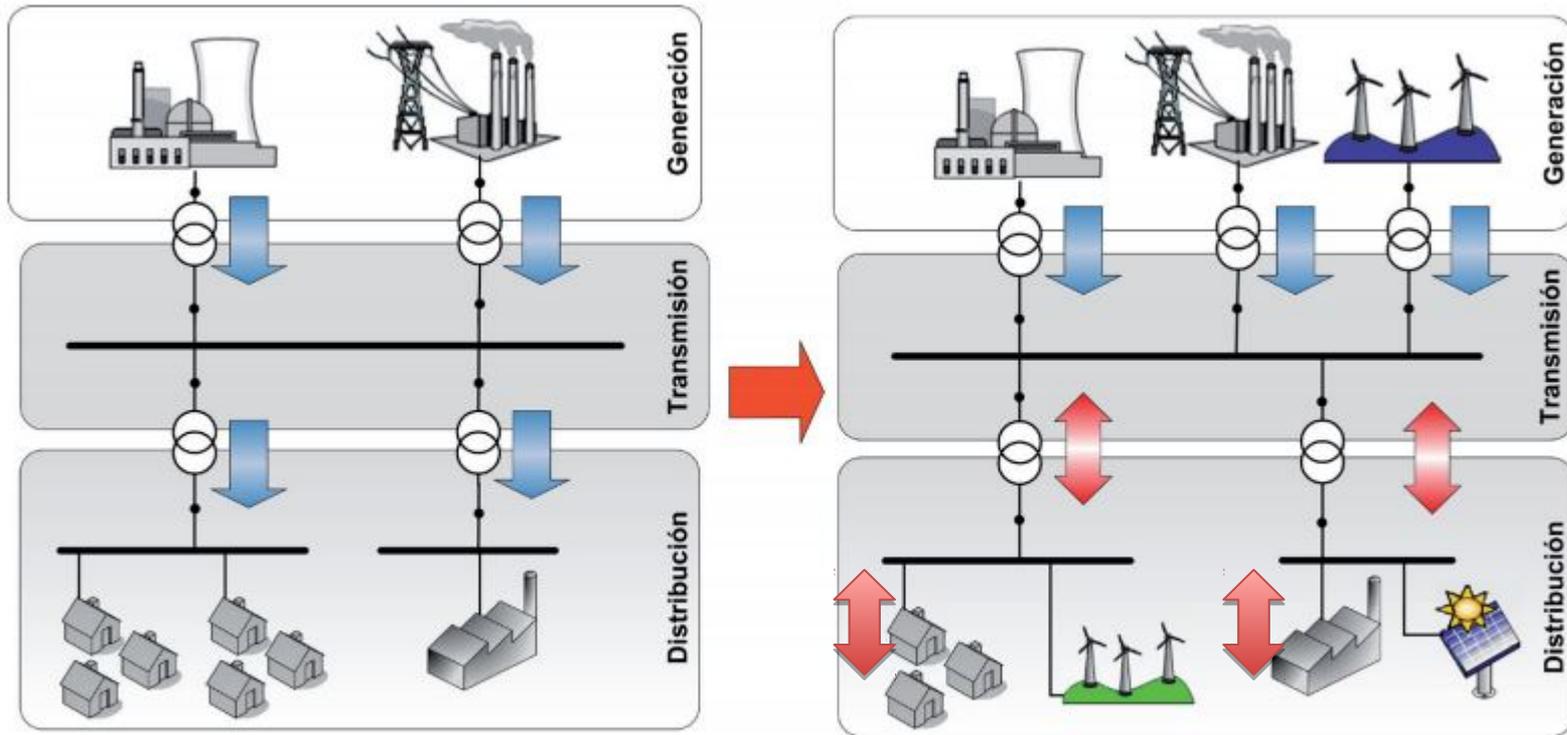
Distribución por tipo



152 PMGD, Mas de 420 MW de Potencia



# INGRESO DE NUEVOS ACTORES AL MUNDO DE LA DISTRIBUCIÓN



# ELECTROMOVILIDAD





# PROYECTO DE NUEVA NORMA TÉCNICA DE DISTRIBUCIÓN

Calidad de Producto Eléctrico



## Nueva Norma Técnica de Calidad de Servicio para Sistemas de Distribución (NTD)

El objetivo general es permitir el correcto funcionamiento de sector eléctrico y el objetivo principal establecer las exigencias y estándares de Calidad de Servicio para los Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica.

La NTD establece exigencias que deben cumplir las distribuidoras de energía eléctrica en materia de:

- a) La Calidad de Producto.
- b) La Calidad de Suministro.
- c) La Calidad de Comercial.

Adicionalmente, se **establecen exigencias** y estándares respecto de la calidad de producto para **equipos e instalaciones** pertenecientes a **Usuarios** conectados mediante líneas propias o de terceros a las instalaciones de una Empresa Distribuidora

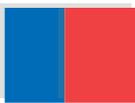
# TRABAJO NORMATIVO

## BASE LAS SIGUIENTES NORMAS

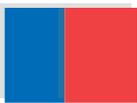
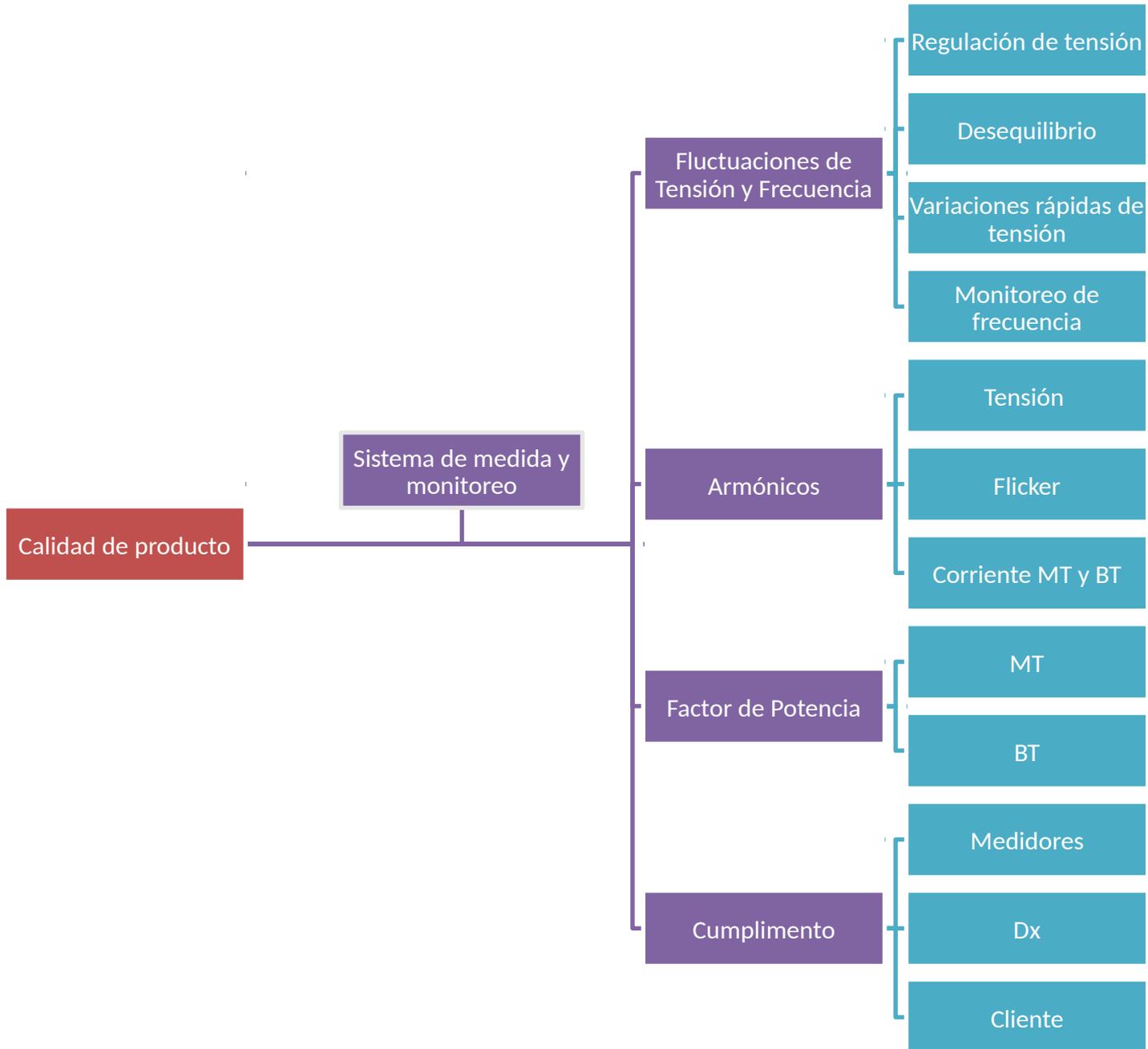
1. Reglamento de la ley general de servicios eléctricos DS 327 .
  2. Borradores de propuesta de Normas técnicas Dx,
  3. Métodos de Medida: IEC 61000-4-30
  4. Armónicos individuales y distorsión: IEEE 519, EN 50160, IEC 61000-3-6
  5. Flicker: IEC 61000-4-15
- Características de la tensión: UNE-EN 50160, IEC 61000-4-30, IEC 61000-4-7 y IEC 61000-4-15,
1. Índices de Confiabilidad: IEEE 1366



INTERNATIONAL  
ELECTROTECHNICAL  
COMMISSION



# Norma Dx - Calidad de Producto



# FLUCTUACIONES TENSIÓN Y FRECUENCIA

## Regulación de Tensión

Tensión de la red	Densidad de la red	Alta y Media	Baja y Muy Baja
Baja Tensión		± 7,5%	± 9,5%
Media Tensión		± 6,0%	± 8,0%



**Sin perjuicio de lo anterior, en condiciones normales de operación, todos los valores eficaces de la tensión promediados en 10 minutos, para todos los tipos de redes, en BT y MT, deberán situarse dentro del intervalo  $V_n - 15\%$  y  $V_n + 10\%$ .**

# FLUCTUACIONES TENSIÓN Y FRECUENCIA

## Regulación y variaciones rápidas de Tensión



### Límites para Desequilibrio de Tensión

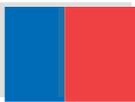
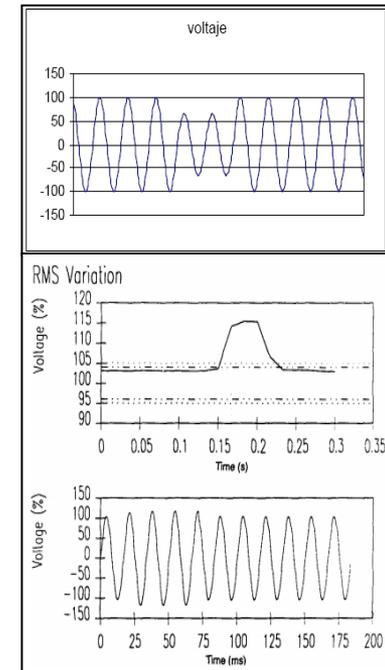
Densidad de la red	Alta y Media	Baja y Muy Baja
Límite Desequilibrio de Tensión	2%	3%

### VARIACIONES RÁPIDAS DE TENSIÓN

Las variaciones rápidas de tensión o eventos de tensión, sean estos o “**huecos**” de tensión o **sobretensiones**, deberán detectarse, medirse y registrarse de acuerdo a lo establecido en la norma **IEC 61000-4-30**.

Para el caso de los **huecos de tensión**, se considerará que el umbral de detección es igual a **90% de la tensión nominal**, mientras que para las **sobretensiones** dicho umbral corresponderá al **110%** de la tensión nominal.

Las **Empresas Distribuidoras** deberán mantener una **base de datos** con los registros de los eventos de tensión en el sistema de distribución

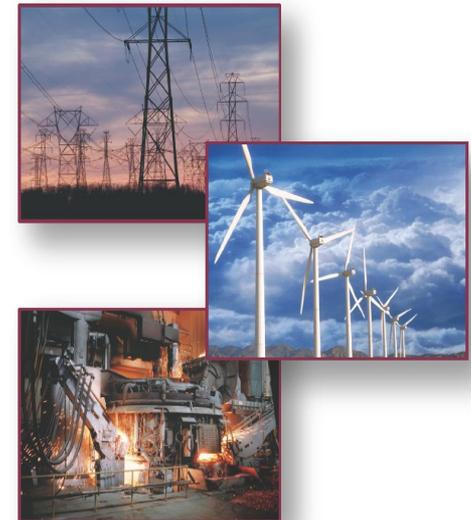


# FLUCTUACIONES TENSIÓN Y FRECUENCIA

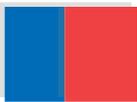
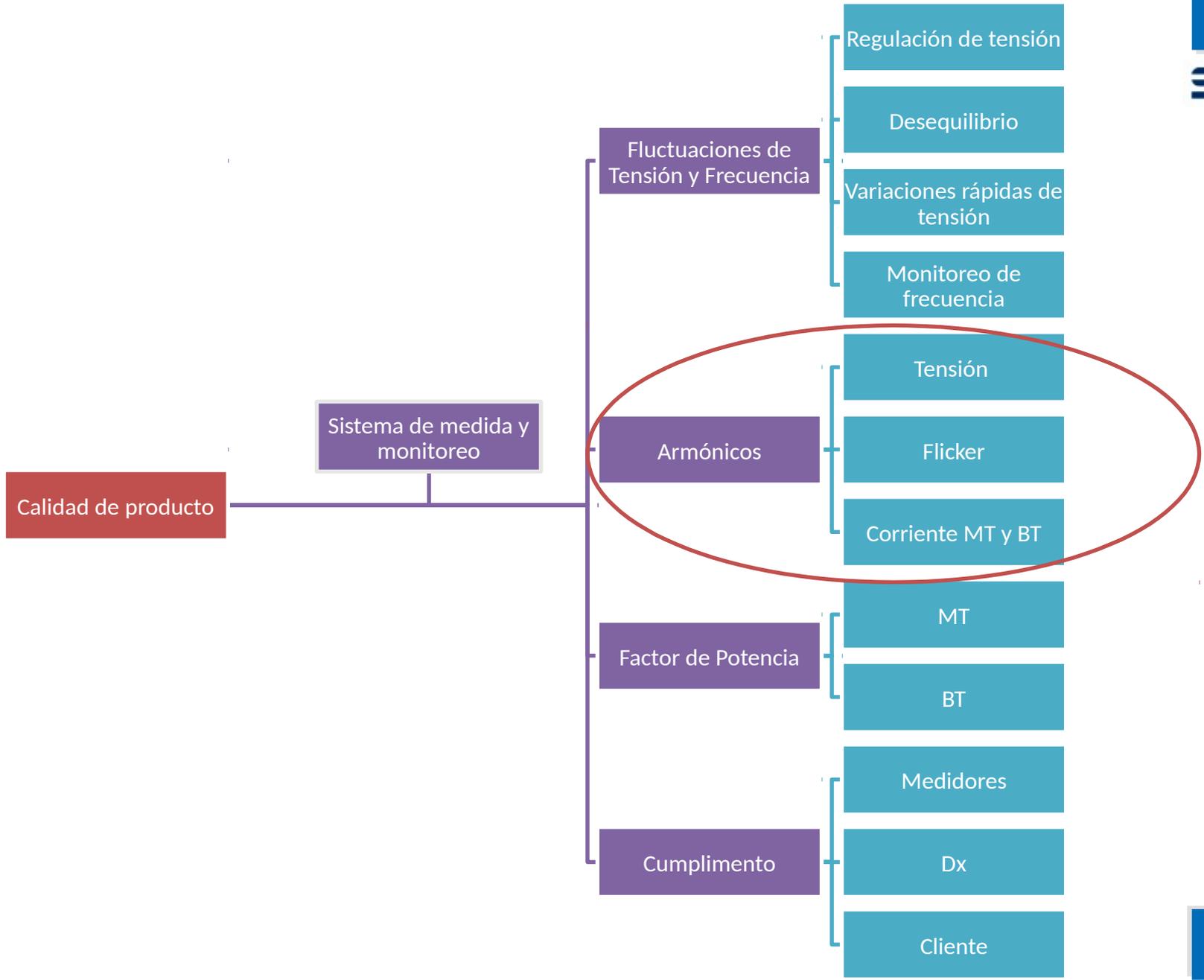
## Monitoreo de Frecuencia

- Las **Empresas Distribuidoras** deberán **monitorear la frecuencia** de la tensión de suministro, verificando que se mantenga en un valor nominal igual a **50 [Hz]**.
- Para cumplir con lo anterior, mensualmente las Empresas Distribuidoras, deberán medir y registrar la frecuencia en la cabecera de los alimentadores, promediada en intervalos de 10 minutos, de manera de elaborar un estadística que permita identificar el porcentaje del tiempo en que la frecuencia se encuentra dentro de los siguientes intervalos.

Estado de la Frecuencia (f)	Intervalo de Frecuencia [Hz]
Subfrecuencia Extrema	$f < 47,0$
Subfrecuencia	$47,0 \leq f < 49,5 \text{ Hz}$
Normal	$49,5 \leq f < 50,5 \text{ Hz}$
Sobrefrecuencia	$50,5 \leq f < 52,0$
Sobrefrecuencia Extrema	$52,0 \leq f$



# Norma Dx - Calidad de Producto



# DISTORSIÓN ARMÓNICA DE TENSIÓN Y SEVERIDAD DE PARPADEO

## Distorsión Armónica de Tensión- IEEE 519

- Distorsión armónica total de la tensión (THD<sub>V</sub>):

$$THD_V = \frac{\sqrt{\sum_{j=2}^{50} V_j^2}}{V_1}$$

- Se deberá controlar hasta la armónica 50.

Tabla 6: Límites para Índices de Distorsión Armónica Individual expresados en porcentajes de la tensión fundamental

Armónicas impares no múltiplos de 3		Armónicas impares múltiplos de 3		Armónicas Pares	
Orden	Armónica tensión (%)	Orden	Armónica tensión (%)	Orden	Armónica tensión (%)
5	6	3	5	2	2
7	5	9	1.5	4	1
11	3.5	15	0.3	6	0.5
13	3	21	0.2	8	0.5
17	2	>21	0.2	10	0.5
19	1.5			12	0.2
23	1.5			>12	0.2
25	1.5				

Adicionalmente, en Estado Normal de operación y durante el 100% del tiempo, de cualquiera semana del año o de siete días consecutivos de medición y registro, los valores eficaces de la tensión promediados en 10 minutos, deberán ser tales que la **distorsión armónica total de tensión** no supere el **8%**, tanto en **BT** como en **MT**.

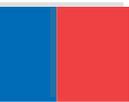
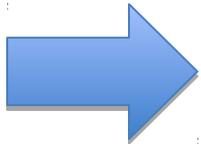
# DISTORSIÓN ARMÓNICA DE TENSIÓN Y SEVERIDAD DE PARPADEO

## Severidad de Parpadeo (Flicker)

- La magnitud de la severidad de Parpadeo (Flicker) de tensión que se presente en los sistemas de distribución se medirá en base a índices de severidad de corto plazo (Pst) y de largo plazo (Plt), de acuerdo a lo establecido en las Normas internacionales IEC 61000-4-15.

### Límites para Índices de Severidad de Parpadeo (Flicker)

Densidad de la Red	Pst (10 minutos)	Plt (2 horas)
Alta y Media	1,0	0,8
Baja y Muy Baja	1,25	1,0



# DISTORSIÓN ARMÓNICA DE CORRIENTE

- Distorsión Armónica de Corriente para Usuarios en Media Tensión (IEEE 519)

Distorsión Armónica Total de Corriente (THD<sub>I</sub>):

$$THD_I = \frac{\sqrt{\sum_{j=2}^{50} I_j^2}}{I_1}$$

- Se deberá controlar hasta la armónica 50.

Límites Distorsión Armónica de corriente en el PCC de los Usuarios, expresados como porcentajes de  $I_L$

Orden de la armónica k (armónicas impares)						
	3 ≤ j < 11	11 ≤ j < 17	17 ≤ j < 23	23 ≤ j < 35	35 ≤ j < 50	TDD
≤ 20 (*)	4.0	2.0	1.5	0.6	0.3	5.0
20 - 50	7.0	3.5	2.5	1.0	0.5	8.0
50 - 100	10.0	4.5	4.0	1.5	0.7	12.0
100 - 1000	12.0	5.5	5.0	2.0	1.0	15.0
> 1000	15.0	7.0	6.0	2.5	1.4	20.0

- Las armónicas pares están limitadas al 25% de los límites establecidos para las armónicas impares.
- $I_{sc}$  corresponde a la máxima corriente de cortocircuito en el punto común de conexión (PCC).

# DISTORSIÓN ARMÓNICA DE CORRIENTE

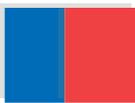


- Artículo 3-8 Distorsión Armónica de Corriente para Usuarios en Baja Tensión (Norma IEC)

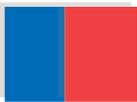
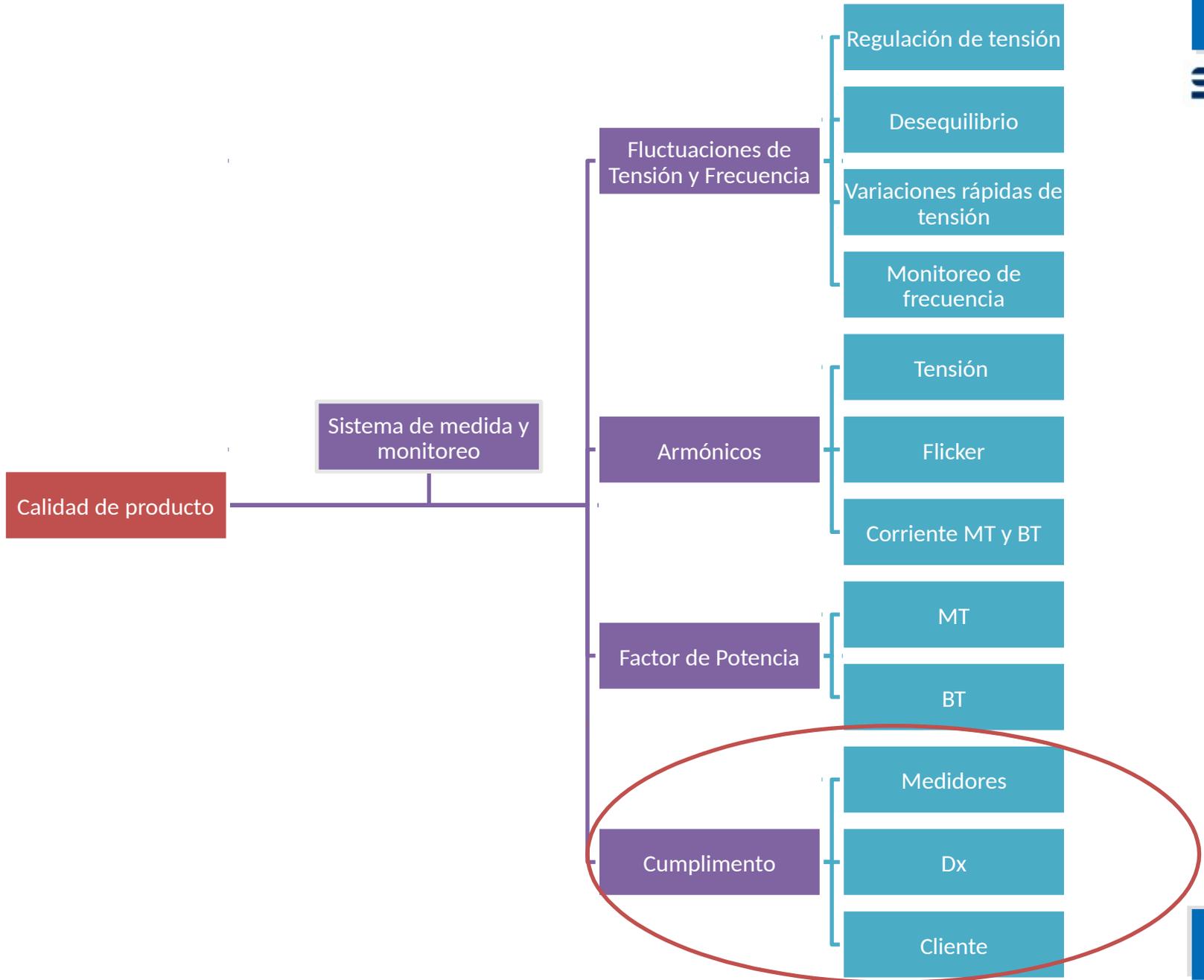
## Límites Distorsión Armónica de corriente en el Punto de Conexión de los Usuarios en Baja Tensión

Orden de la armónica (n)	Usuarios BT1	Usuarios BT2, BT3 y BT4
	Corriente armónica máxima, en (A)	Corriente armónica máxima, en (%) de la corriente fundamental
<b>Armónicos Impares No Múltiplos de 3</b>		
5	2,28	12,0
7	1,54	8,5
11	0,66	4,3
13	0,42	3,0
17	0,26	2,7
19	0,24	1,9
23	0,20	1,6
25	0,18	1,6
>25	4,5/n	0,2+0,8*25/n
<b>Armónicos Impares Múltiplos de 3</b>		
3	4,60	16,6
9	0,80	2,2
15	0,30	0,6
21	0,21	0,4
>21	4,5/n	0,3
<b>Armónicos Pares</b>		
2	2,16	10,0
4	0,86	2,5
6	0,60	1,0
8	0,46	0,8
10	0,37	0,8
12	0,31	0,4
>12	3,68/n	0,3
THD_I	n.a.	20

nuevo



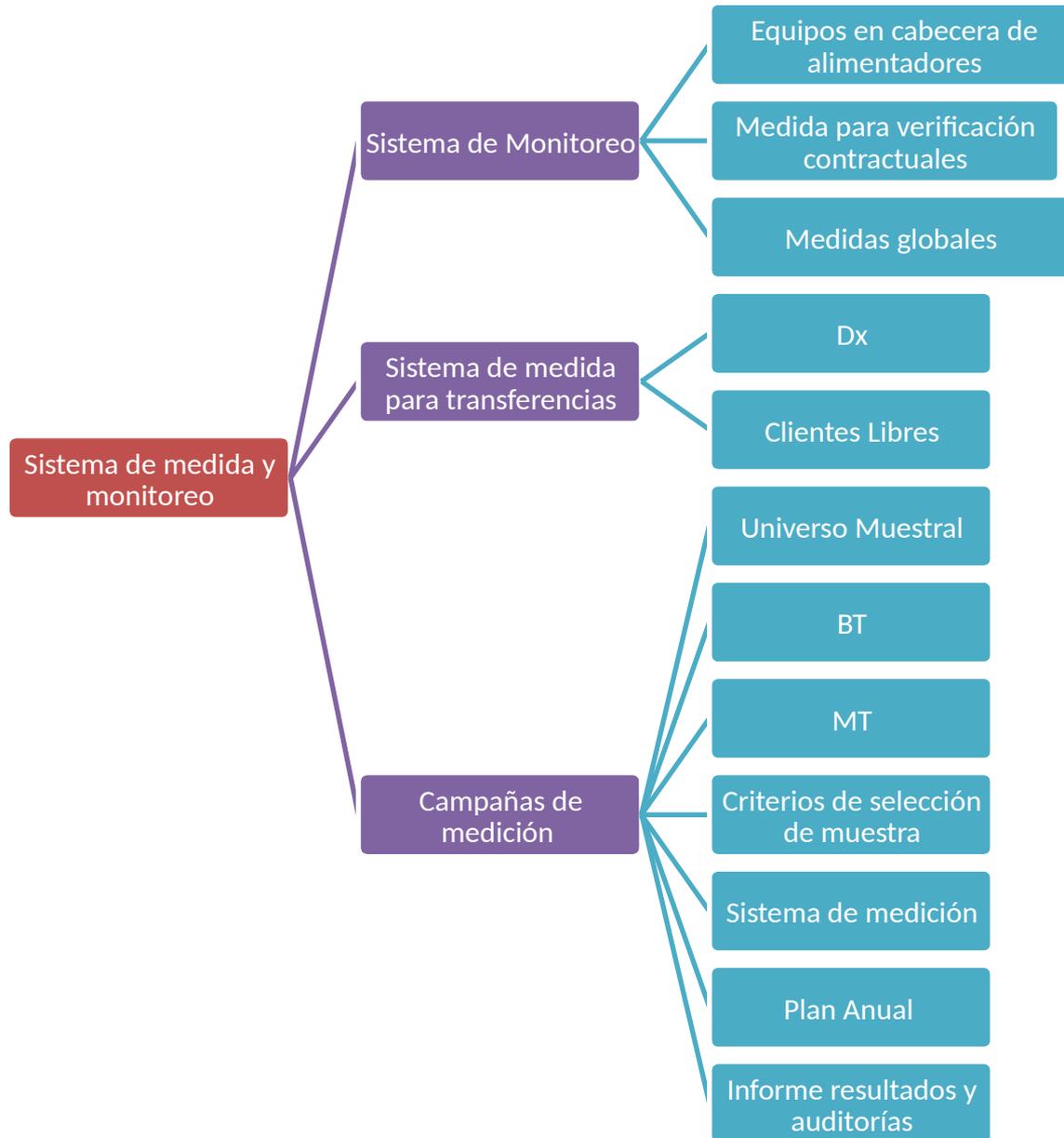
# Norma Dx - Calidad de Producto



# Sistemas de Medida y Monitoreo



# Norma Dx- Sistema de medida y monitoreo



# Métodos de Medidas



Para la medición de cada uno de las perturbaciones de calidad de producto establecidos en esta norma, los instrumentos, equipos o analizadores de redes a utilizar deberán estar acordes con los métodos y procedimientos establecidos en la norma **IEC 61000-4-30-2015 “Técnicas de medida y ensayo- Métodos de medida de calidad de la potencia eléctrica”**. (*Testing and measurement techniques –Power quality measurement methods*) . Es una norma cuyo objeto es definir los métodos de medida e interpretación de los resultados de los parámetros de calidad de suministro eléctrico en sistemas eléctricos de potencia 50/60 Hz.



# Métodos de Medidas

## Medidas clase A

Deberán emplearse medidores clase A de acuerdo a la norma IEC 61000 -4- 30, cuando se requiere de medidas precisas para efectos de aplicaciones contractuales, verificación del cumplimiento de los valores de referencia estipulados en ésta norma o en el caso de resolver reclamaciones o disputas entre a la empresa distribuidora y un cliente

## Medidas clase S

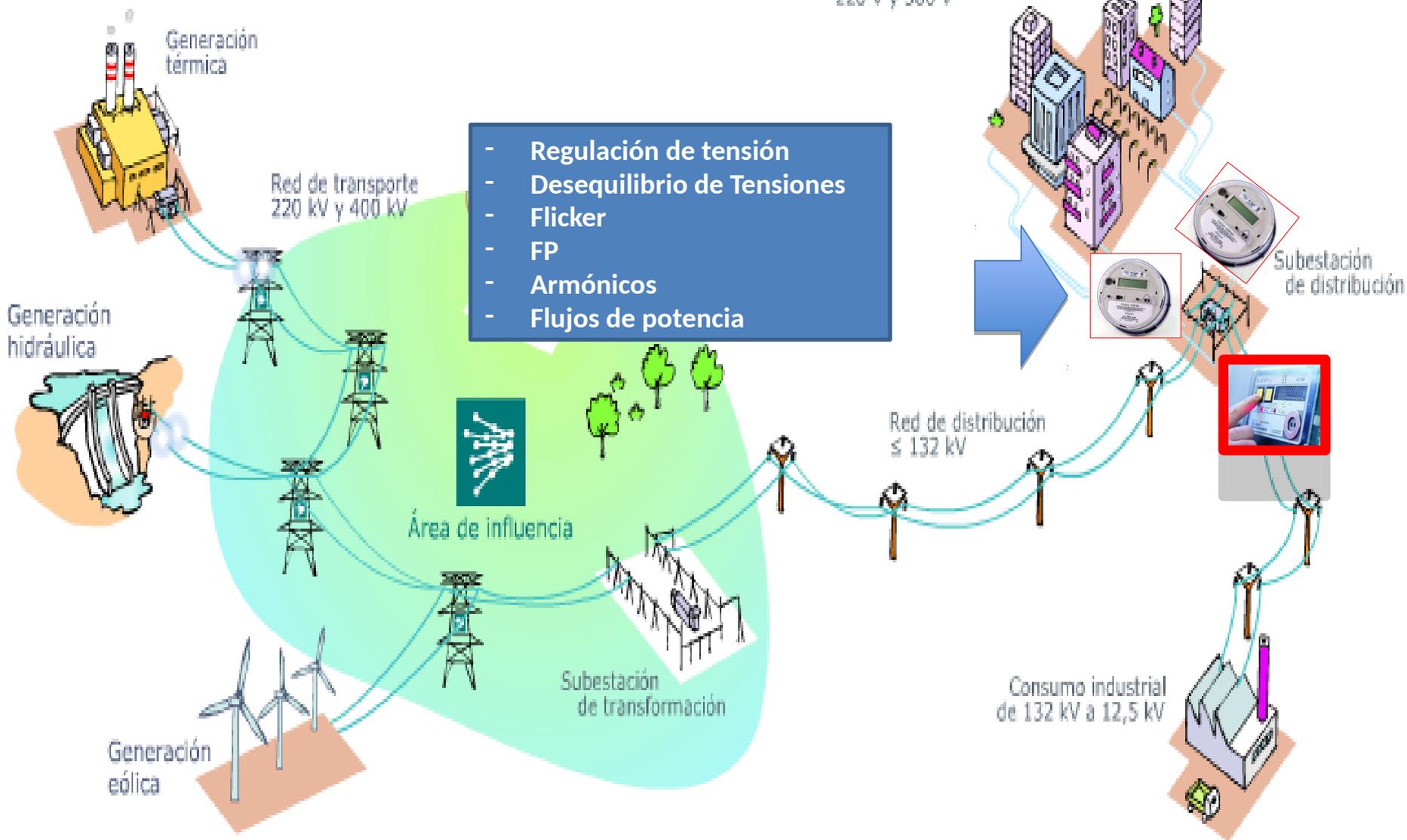
Medidores clase S podrán emplearse para investigaciones estadísticas, estudios de diagnóstico en instalaciones y otras aplicaciones donde no se requiere una alta precisión o baja incertidumbre.



# EQUIPOS DE MEDIDA EN CABECERA DE ALIMENTADORES.



## De la generación al consumo

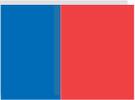
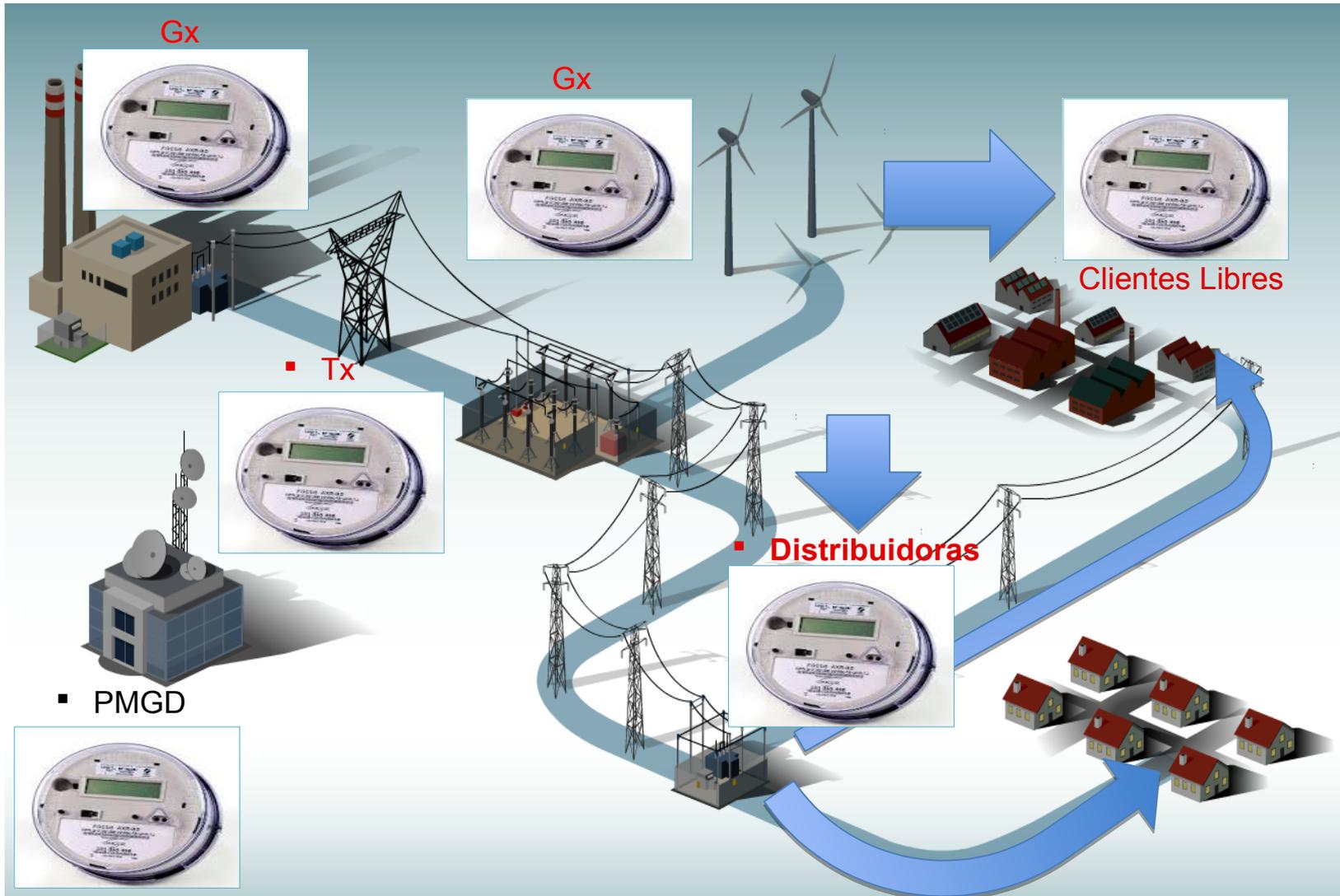


# SISTEMAS DE MEDIDA PARA TRANSFERENCIAS



# SISTEMAS DE MEDIDA PARA TRANSFERENCIAS

Empresas Distribuidoras y Clientes Libres

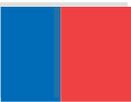


# Características de Medidores Dx y CI

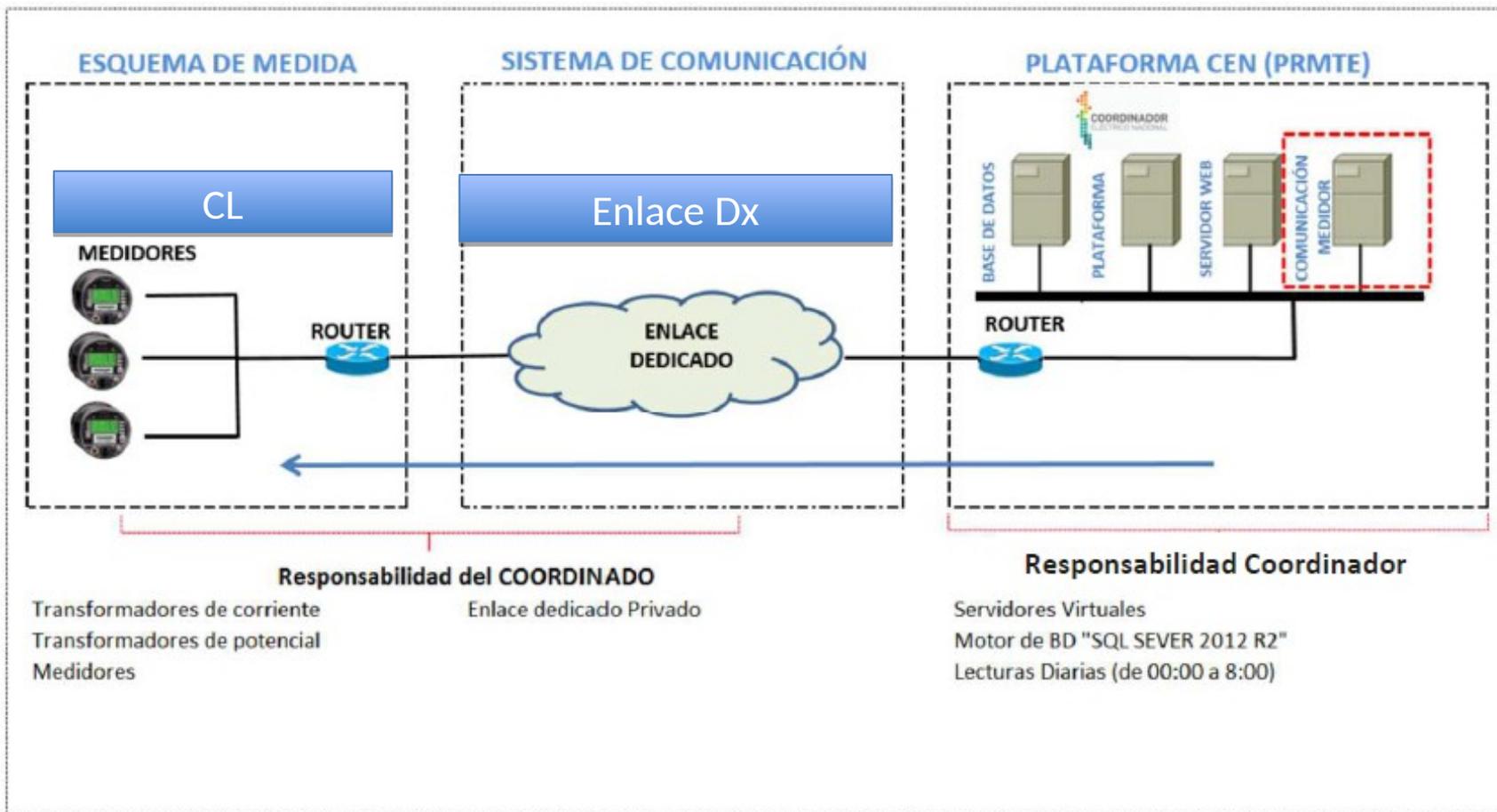
## Anexo Técnico de NTSyCS



Características Técnicas	Características Medidor	
	> 1 MW	< 1 MW
Índice de Clase de Precisión	0,2	0,2 o 0,5
Integración de Registro	15 min	15 min
Canales memoria masa	12	4
Memoria masiva mínima	40 días	40 días
Unidad de registro de variables en memoria masa	Energía (kWh)	Energía (kWh)
Registro de variables de corriente y tensión en memoria masa	Promedio	No Aplica
Medición en 4 Cuadrantes	Si	Si
Flujos independientes de inyección y retiro	12 canales	4 canales
Sincronización Horaria	GPS/IRIG-B/NTP	Sincronización Automática o Manual con respecto a UTC -3, sin cambio de horario durante todo el año.
Puerto de comunicación	Ethernet	Preferentemente Ethernet o puede ser puerta serial pero con disponibilidad de interrogación para el Coordinador (al menos 1 hora al día).
Configuración de hora	Hora referida a UTC-3 sin cambio de hora durante todo el año.	Hora referida a UTC-3 sin cambio de hora durante todo el año.



# ESTRUCTURA GENERAL SISTEMA DE MEDIDAS



Enlace dedicado vía Ethernet: VPN con acceso directo al medidor y solamente con privilegios de lectura.

# Cientes Regulados

## Sistemas de medición inteligentes





SEC

# CAMPAÑAS DE MEDICIÓN Plan Anual



# Aspectos Generales de las Campañas de Medición

Tipo de Muestreo y Número de Muestras a realizar en las Campañas de Medición en Redes de Distribución de Baja Tensión

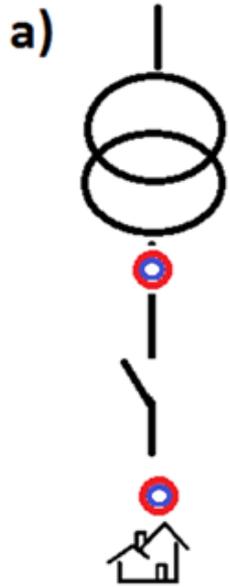
Tamaño de Muestra Puntos de Consumo en BT	Tipo de Muestreo	Cantidad de Muestras BT
$0 < \text{Puntos de Consumo} < 1.000$	Anual	1
$1.000 \leq \text{Puntos de Consumo} < 10.000$	Mensual	1
$10.000 \leq \text{Puntos de Consumo} < 50.000$	Mensual	5
$50.000 \leq \text{Puntos de Consumo} \leq 100.000$	Mensual	10
Puntos de Consumo mayor 100.000	Mensual	0,01% del total de los Puntos de Consumo en BT (mínimo 10).

Tipo de Muestreo y Número de Muestras a Considerar en las Campañas de Medición en Redes de Distribución de Media Tensión

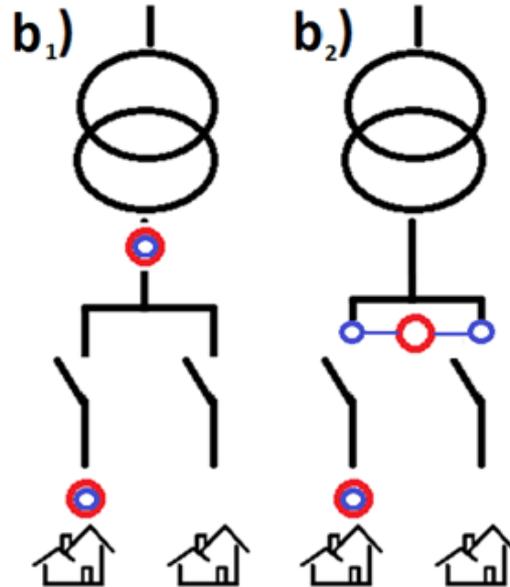
Tamaño de Muestra Puntos de Consumo en MT	Tipo de Muestreo	Cantidad de Muestras MT
$0 < \text{Puntos de Consumo} < 100$	Anual	1
$100 \leq \text{Puntos de Consumo} < 300$	Anual	5
$300 \leq \text{Puntos de Consumo} < 500$	Anual	7
Puntos de Consumo Mayor 500	Anual	1,8 % del total de los Puntos de Consumo en MT (mínimo 10).

Mas 7.500 muestras en BT y mas de 900 en MT

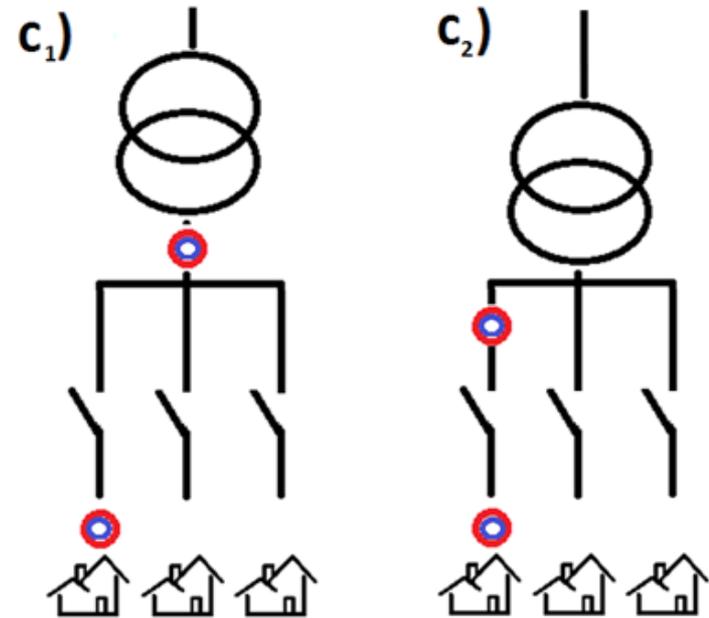
# COMPOSICIÓN DE LA MUESTRA



Transformador con 1 circuito  
en el lado de BT



Transformador con 2 circuitos  
en lado de BT



Transformador con más 2 circuitos  
en el lado de BT

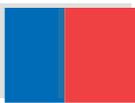
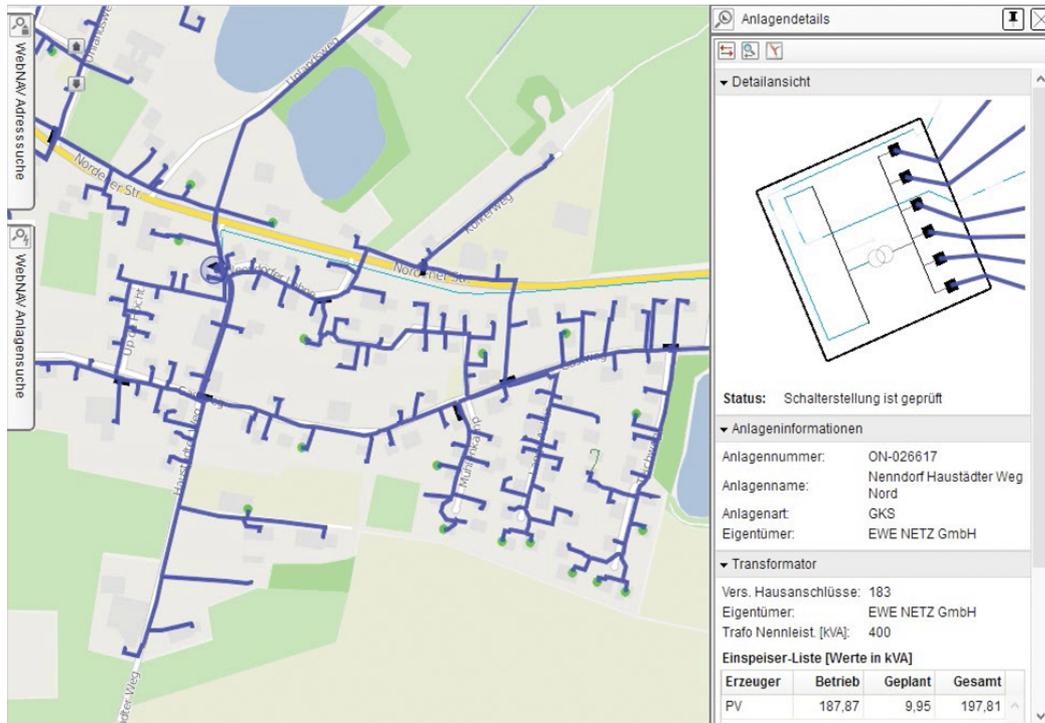
-  Compacto de Medida (TT/CC y TT/PP)
-  Equipo de Medida

# Crterios de Selección de Muestras



# Control

- El plan debe ser validado por la SEC (agosto del año anterior)
- Las mediciones son informadas a la SEC mensualmente, dentro de los primeros 20 días del mes siguiente.





Comisión  
Nacional de  
Energía

Gobierno de Chile



**FIN**

**Julio Clavijo Cabello.**

Jefe de Unidad de Energías Renovables  
División Ingeniería de Electricidad – DTIE



Gobierno  
de Chile

[www.gob.cl](http://www.gob.cl)