

**NORMA TÉCNICA DE CALIDAD DE
SERVICIO PARA SISTEMAS DE
DISTRIBUCIÓN**



Artículo 3-7 Distorsión Armónica de Corriente para Usuarios en Media Tensión

Para la aplicación del presente artículo, se entenderá que el Punto Común de Conexión (PCC) de un Usuario corresponde al punto de la Red de Distribución más cercano a él y donde otros Usuarios se conectan a dicha red. En general, para Usuarios que se conecten al SD directamente a través de un transformador exclusivo para su conexión, el PCC se ubica en el lado de alta tensión de dicho transformador. Para el caso de Usuarios que se conecten al SD a través de un transformador del cual se alimentan diversos consumos, el PCC se ubica en el lado de baja tensión de dicho transformador. En el caso de un sólo Cliente en el extremo de una línea radial de alimentación, el PCC se establece en el extremo de la carga.

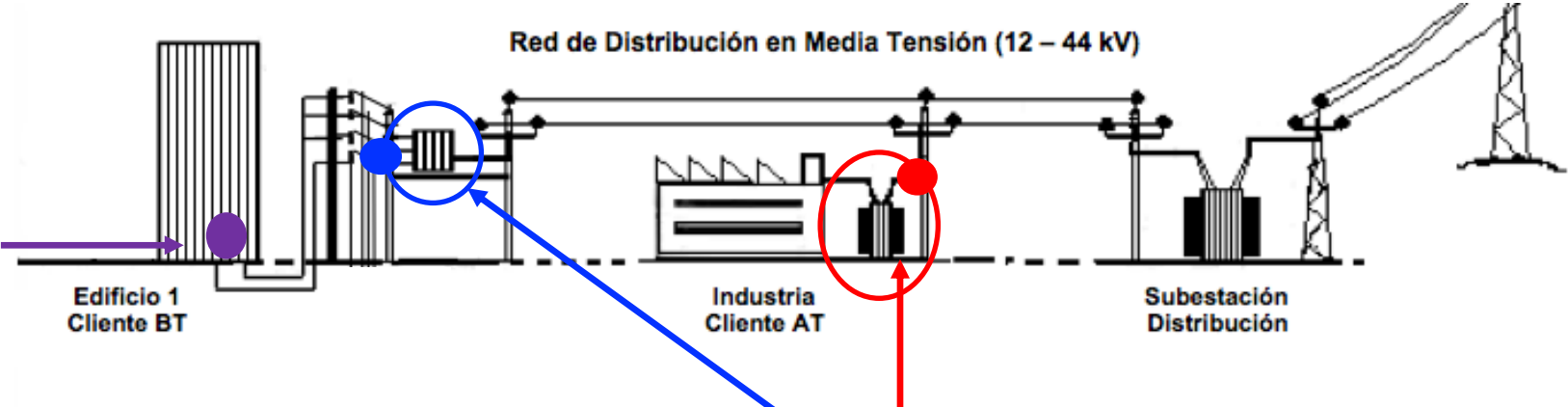


Tabla 11: Límites Distorsión Armónica de corriente en el Punto de Conexión de los Usuarios en Baja Tensión

| Orden de la armónica (n) | Usuarios de tarifa BT1 | Usuarios de tarifas BT, excepto BT1 |
|-------------------------------------|-----------------------------------|---|
| | Corriente armónica máxima, en (A) | Corriente armónica máxima, en (%) de la corriente fundamental |
| Armónicos Impares No Múltiplos de 3 | | |
| 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 |
| Armónicos Impares Múltiplos de 3 | | |
| 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 |
| Armónicos Pares | | |
| 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 | No Aplica | 20 |

Tabla 10: Límites Distorsión Armónica de corriente en el PCC de los Usuarios, expresados como porcentajes de I_L

| Orden de la armónica j (armónicas impares) | | | | | | |
|--|-----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------|
| I_{SC}/I_L | $3 \leq j < 11$ | $11 \leq j < 17$ | $17 \leq j < 23$ | $23 \leq j < 35$ | $35 \leq j < 50$ | 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 |

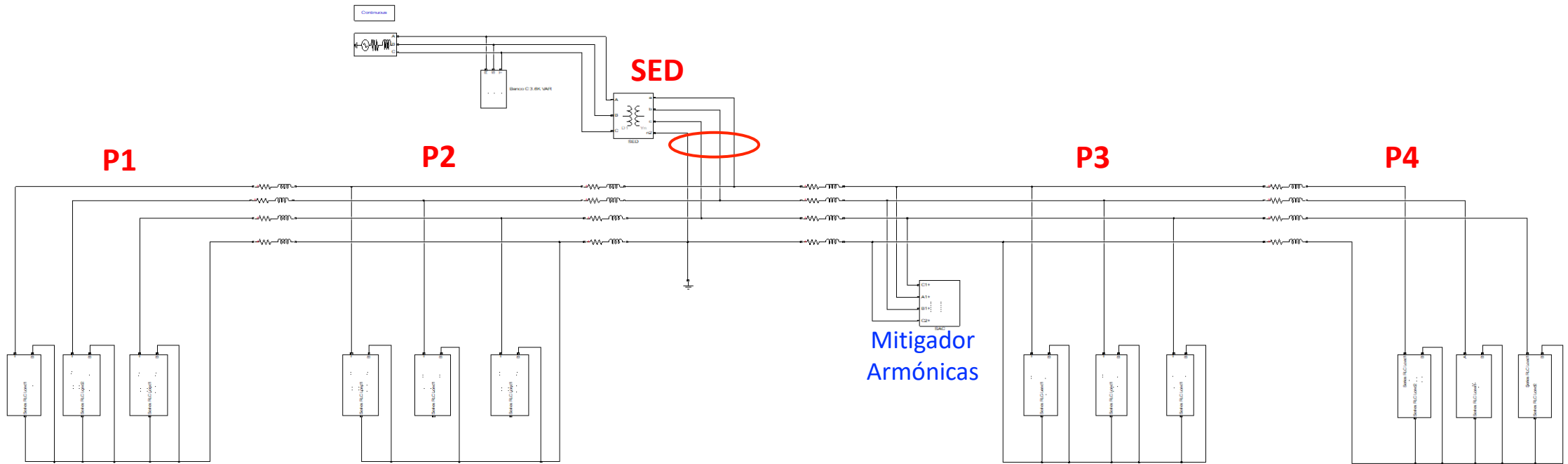
Título 3-3

DISTORSIÓN ARMÓNICA DE CORRIENTE Y FACTOR DE POTENCIA

| | REACTIVO (F.P) | ARMONICOS (TDD) |
|---|--|---|
| Causante | Usuario | Usuario |
| Afectado | Empresa Distribuidora | Empresa Distribuidora |
| Perjuicio Tecnico | Aumento en las pérdidas de distribucion | Aumento en las pérdidas de distribucion |
| Forma de detectar | Mediciones en subestaciones. Si hay muchos usuarios de la subestación no se puede determinar el culpable a menos que se midan todos. | Mediciones en subestaciones. Si hay muchos usuarios de la subestación no se puede determinar el culpable a menos que se midan todos. |
| Tipo de fenomeno | Variante en el tiempo | Variante en el tiempo |
| De que depende | Depende del proceso y cargas de los usuarios | Depende del proceso y cargas de los usuarios |
| ¿La empresa electrica lo puede solucionar a nivel de red? | Si. La tecnologia disponible lo permite (BBCC) | Si. La tecnologia disponible lo permite (Supresores) |
| Resolución Tecnica (Norma) | Art. 3-11: "Los clientes residenciales no estarán sujetos a lo dispuesto en el presente artículo, siendo responsabilidad de la Empresa Distribuidora mantener la Calidad del Producto dentro de los límites". establecidos". | Art. 3-14: "El cliente identificado con incumplimiento a la norma tiene 30 días para generar un plan de acción" (PCC 1 y 3). No habla del PCC 2, "usuarios conectados a un SD a traves de un transformador que alimenta diversos consumos" (usuarios domiciliarios) |

SIMULACIÓN MATLAB/SIMULINK

SIMULACIÓN



SED: 100KVA 12kV/380V

Alimentador: 3 ϕ AL 3x35MM2

FACTOR DE POTENCIA: 0,9

FACTOR DE USO: 0,2

MITIGADOR: 40 A.

SIMULACIÓN EQUIPO MITIGADOR ARMONICAS

| Ensayo | S [VA] | P [W] | Q [VAR] | Fp | Consumo [W] | THD-i | In [A] | Perdidas [W] | Perdidas % |
|--------------------|--------|--------|---------|------|-------------|-------|--------|--------------|------------|
| Lineal | 20.165 | 20.065 | 72 | 1,00 | 19.342 | 0% | 5,0 | 723 | 3,6% |
| No Lineal | 22.179 | 19.871 | 3.681 | 0,90 | 18.872 | 18,1% | 18,0 | 999 | 5,0% |
| No Lineal con Mit. | 20.810 | 19.856 | 2.539 | 0,95 | 19.021 | 9,9% | 10,5 | 835 | 4,2% |

COMPARATIVO SIMULACION - MEDICIONES

| | SIN MITIGADOR | | | | CON MITIGADOR | | | |
|-------------------|---------------|-------------|--------------|-------------|---------------|-------------|-------------|-------------|
| | THDi R | THDi S | THDi T | I neutro | THDi R | THDi S | THDi T | I neutro |
| SIMULACION | 27,9 | 32,0 | 24,2 | 20,0 | 13,6 | 14,2 | 11,9 | 10,2 |
| CEC | 29,6 | 32,0 | 26,4 | 21,6 | 11,7 | 14,1 | 10,5 | 9,7 |
| EEPA | 26,0 | 22,4 | 20,91 | 28,6 | 14,5 | 15,2 | 12,9 | 9,9 |
| SAESA | 19,5 | 19,3 | 21,2 | 51,9 | 14,1 | 13,1 | 14,3 | 29,5 |
| CGE | 15,0 | 17,9 | 20,2 | 61,9 | 8,8 | 11,2 | 13,6 | 19,4 |

EXPERIENCIA EN TERRENO



Ciudad: Rancagua

**Lugar de Medición:
Subestación N° 7431 / 300 kVA**

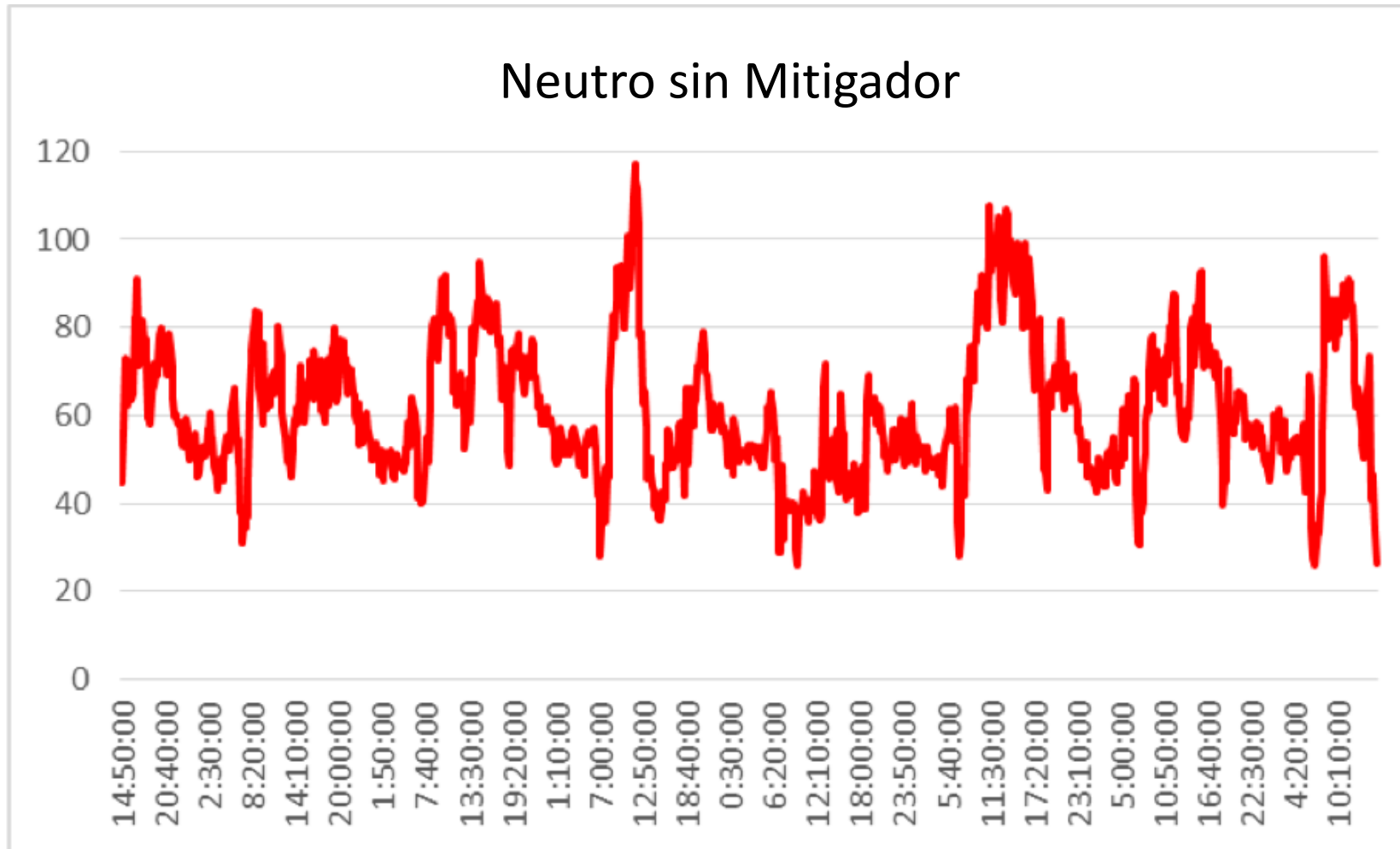
**Período con Mitigador: 05-10-2016
12-10-2016**

**Período sin Mitigador: 12-10-2016
19-10-2016**

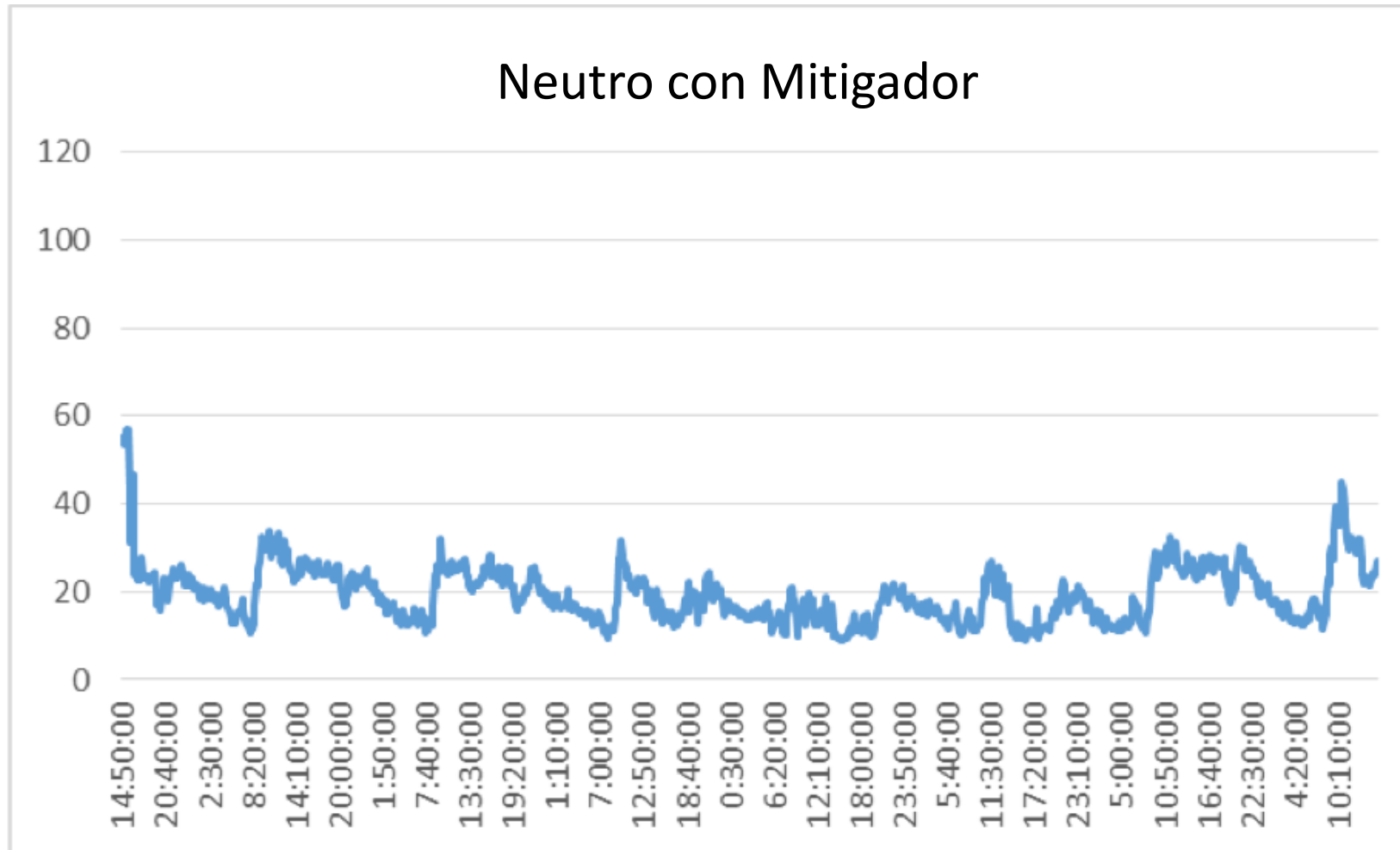
Clientes: 125 monofásicos y 14 trifásicos



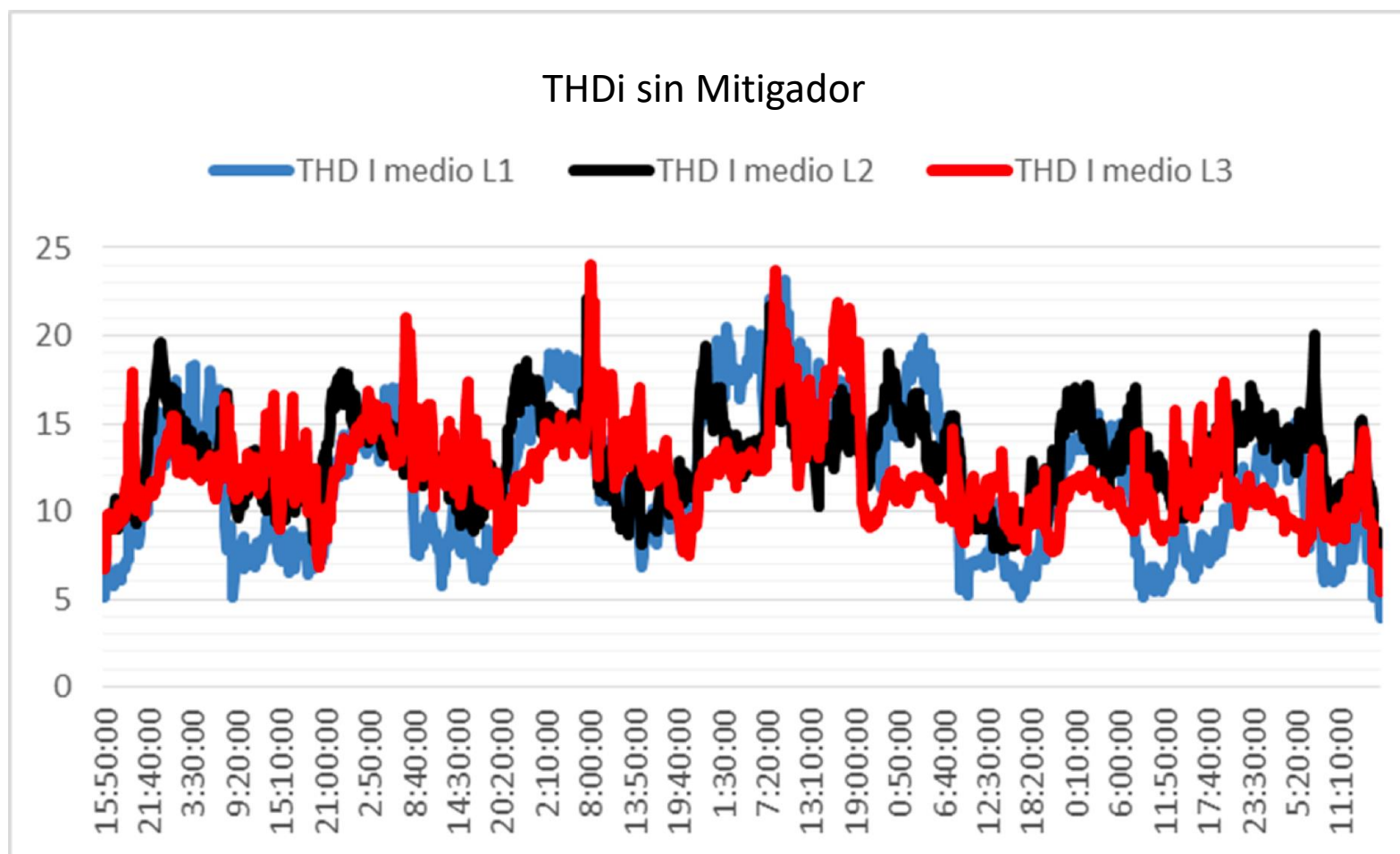
EXPERIENCIA EN TERRENO



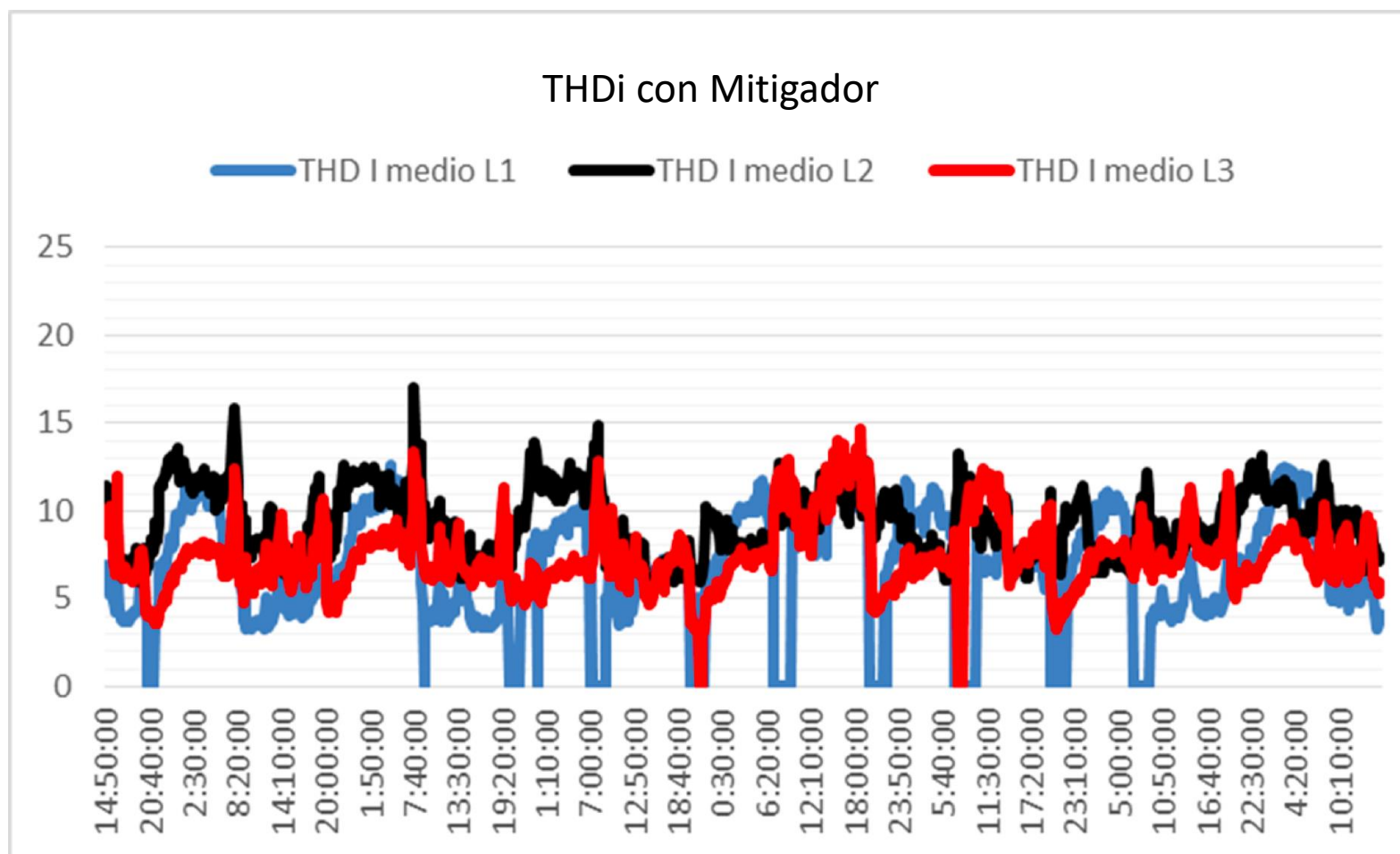
EXPERIENCIA EN TERRENO



EXPERIENCIA EN TERRENO



EXPERIENCIA EN TERRENO



EXPERIENCIA EN TERRENO



Ciudad: Osorno

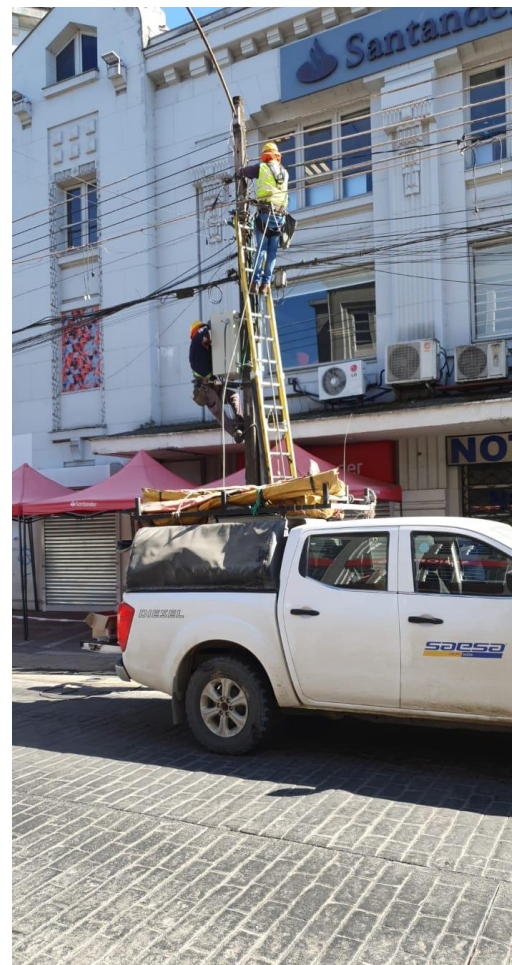
Lugar de Medición:

Subestación Nº35207 / 500 kVA

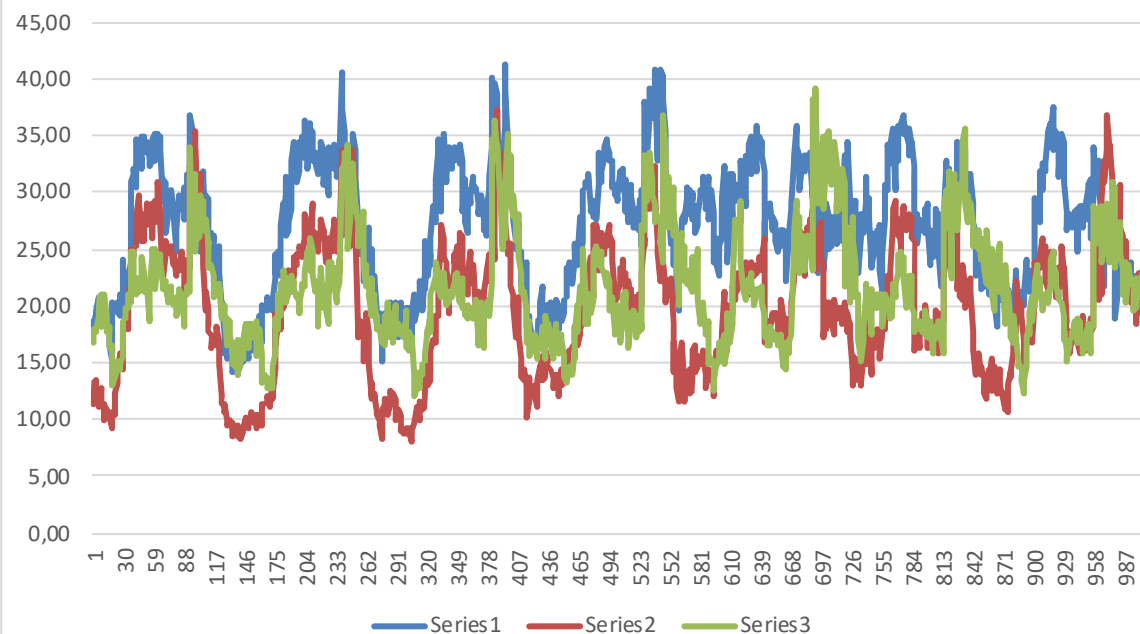
Periodo sin Mitigador: 11-01-2020 al 18-01-2020

Periodo con Mitigador: 09-02-2021 al 16-02-2021

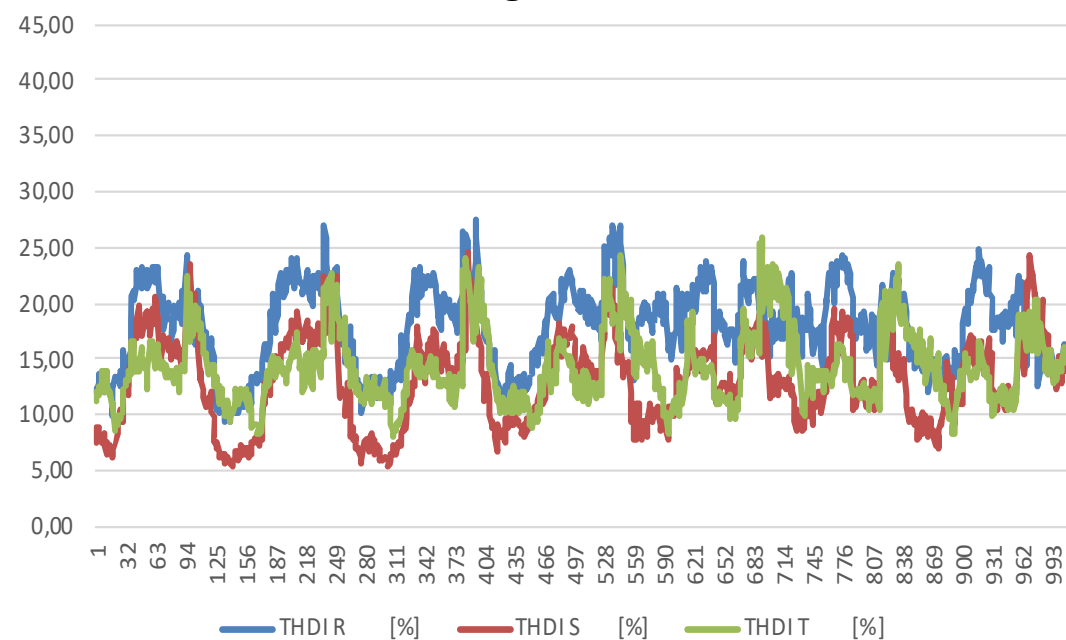
Clientes: 177 monofásicos y 41 trifásicos



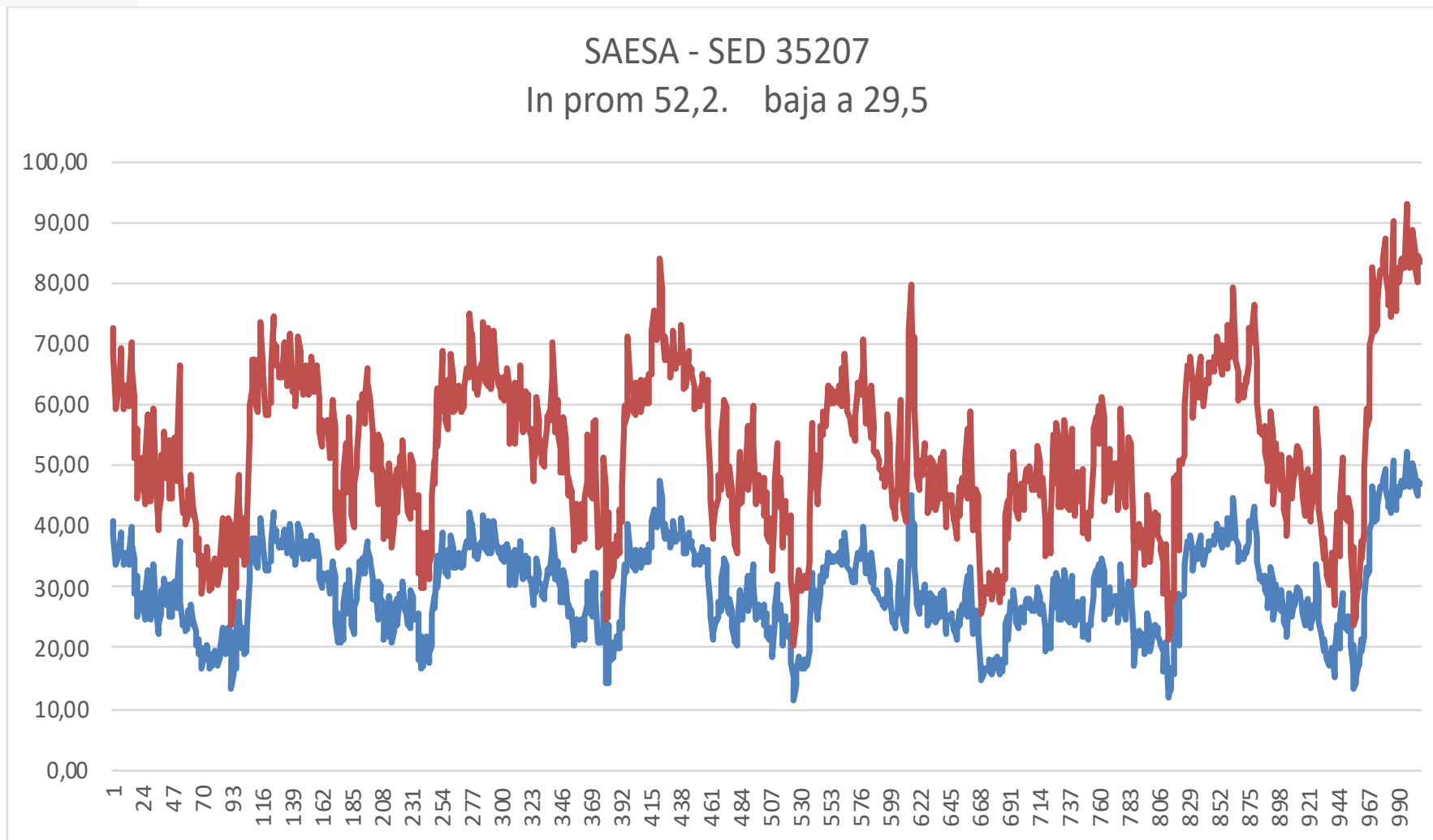
THDi sin Mitigador – SED 35207



THDi con Mitigador – SED 35207



EXPERIENCIA EN TERRENO



CONCLUSIONES

- 1) La NT tiene un vacío en el procedimiento que impide a la Compañía Distribuidora resolver el problema del TDD cuando posee muchos usuarios en una SED.
- 2) El problema de los Armónicos en las Redes de Distribución tiene soluciones técnicas probadas y en uso por muchos años.
- 3) Se sugiere que para las distribuidoras (PCC2) el problema de los armónicos se trate igual que el del Factor de Potencia.