



XXV CONGRESO INTERNACIONAL DE
MANTENIMIENTO Y GESTIÓN DE ACTIVOS
26 AL 28 DE ABRIL DE 2023. Bogotá - Colombia



Asociación
Colombiana
de Ingenieros

Herramientas para la gestión de la condición del transformador de potencia.

Diana Lisette Arango Cañas
Yster Santiago Herrera Herrera





Contenido

- Metodología
- Definiciones
- Salud
- Criticidad
- Modelo de vulnerabilidad
- Aplicaciones para el modelo de condición
- Consolidado del sistema de gestión de transformadores
- Conclusiones



Metodología

Salud



Criticidad



Vulnerabilidad



Consolidación de las
metodologías



Señales para tomar
decisiones



Definiciones

Salud



La condición del transformador para desempeñar la función para la cual es requerido.

Criticidad



Es la herramienta que permite establecer jerarquías o priorizar entre sistemas, equipos y componentes.

Vulnerabilidad



Afectación mecánica que está recibiendo el transformador ante las fallas que ocurren en el lado de baja.



Salud

$$HI_{transformador} = \frac{\sum_{j=1}^n K_j * HIF_j * 100\%}{\sum_{j=1}^n 4K_j}$$

Dónde:

K_j = Peso acumulado de cada parámetro

HIF = Criterio calificado.

$$HIF = \frac{\sum_{i=1}^n S_i * W_i}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Dónde:

n = Número de criterios

S_i = Puntaje de evaluación

W_i = Peso de cada criterio

EVALUACION DE LA CALIFICACIÓN PARA EL INDICE DE SALUD DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA				
No.	CRITERIO	K_j	CODIGO	HIFj
1	DGA	10	A,B,C,D,E	4,3,2,1,0
2	Aceite	8	A,B,C,D,E	4,3,2,1,1
3	Furanos	5	A,B,C,D,E	4,3,2,1,2

Muy Pobre	Pobre	Medio	Bueno	Muy Bueno
(0-30)	(30-50)	(50-70)	(70-85)	(85-100)

Índice de salud de activos HI



Criticidad

¿Para qué?

Identificar los impactos que se generan sobre la calidad de la prestación del servicio, la seguridad de las personas, el medio ambiente, las finanzas y la reputación, cuando ocurre una falla en un activo.

Medida de la posibilidad de que algo suceda en determinadas circunstancias de modo, espacio y tiempo.

		CONSECUENCIA				
		Mínima	Menor	Moderada	Mayor	Máxima
PROBABILIDAD		1	2	4	8	16
Muy alta	5	5	10	20	40	80
Alta	4	4	8	16	32	64
Media	3	3	6	12	24	48
Baja	2	2	4	8	16	32
Muy baja	1	1	2	4	8	16

Efecto principal de un riesgo que es considerado al momento de realizar la valoración de acuerdo al objeto de impacto afectado.

Muy alta
 Alta
 Media
 Baja

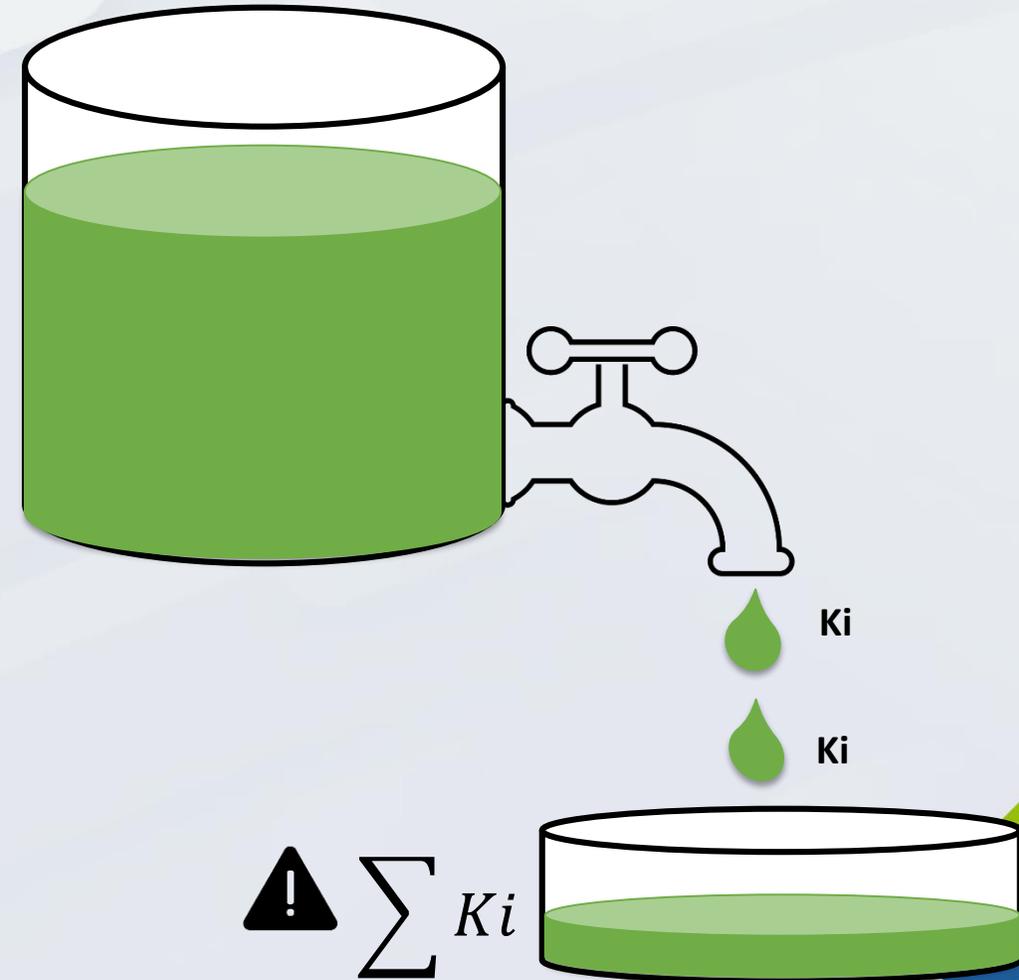


Modelo de vulnerabilidad de transformadores

Se busca obtener una señal de la afectación mecánica que puede sufrir un transformador ante los eventos de falla que ocurren en las redes de distribución.

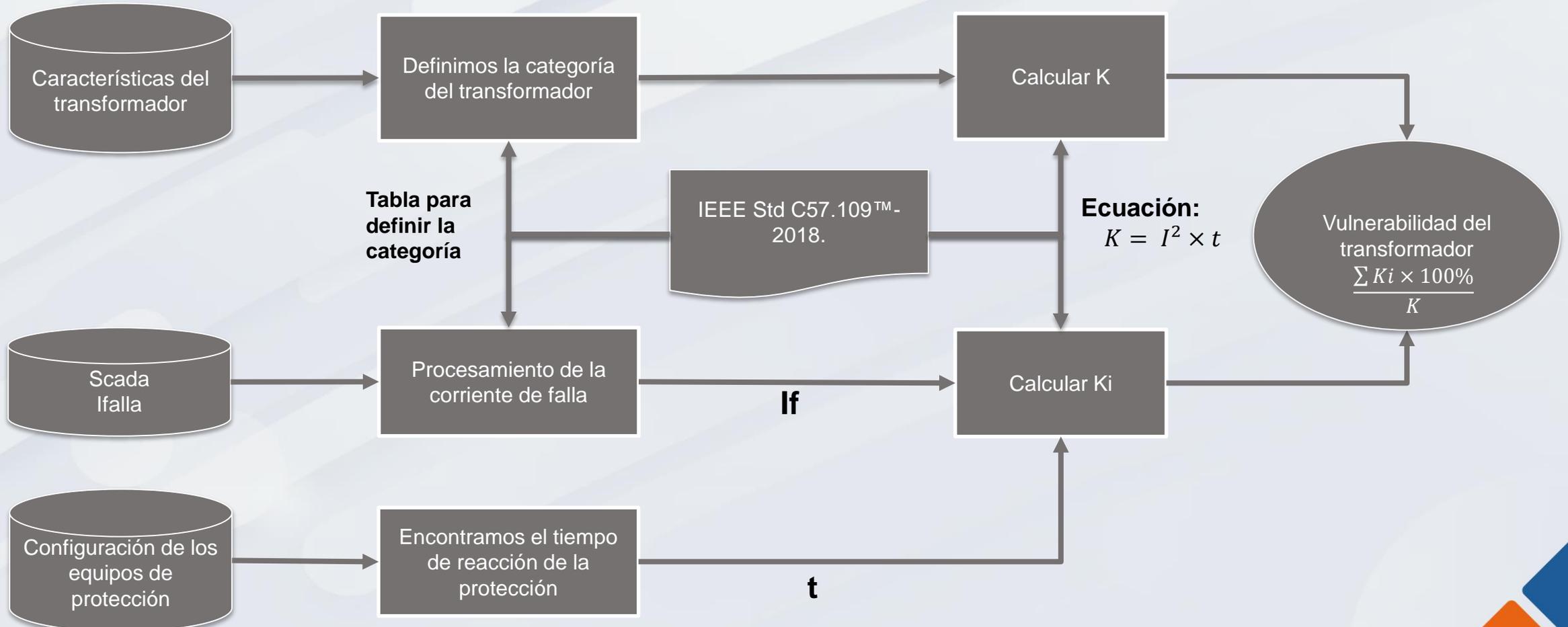
Haciendo uso de la guía para la duración de la corriente de falla pasante de transformadores (IEEE Std C57.109™-2018), se hizo una interpretación con el objetivo de estimar el estado actual de afectación que tienen los transformadores debido a los efectos mecánicos provocados por las corrientes de falla en el secundario.

K





Calculo de vulnerabilidad



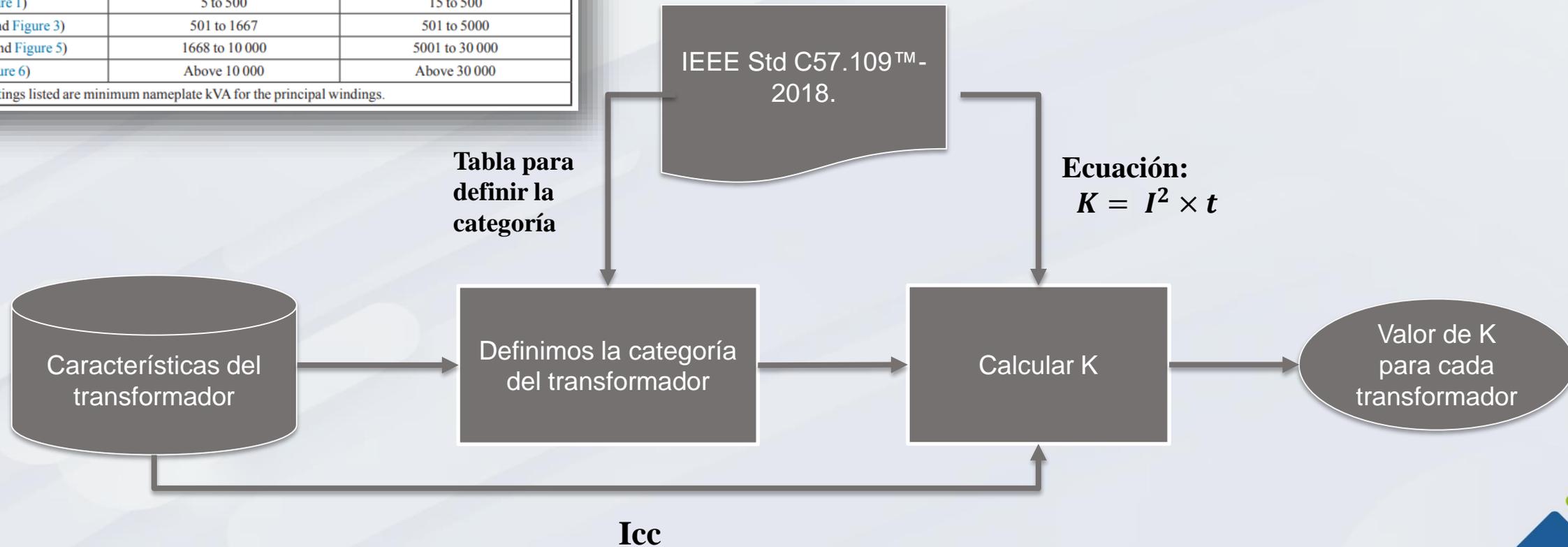


Calculo de vulnerabilidad

Table 1—Category of transformer ratings

Category	Single phase (kVA)	Three phase (kVA)
I ^a (Figure 1)	5 to 500	15 to 500
II (Figure 2 and Figure 3)	501 to 1667	501 to 5000
III (Figure 4 and Figure 5)	1668 to 10 000	5001 to 30 000
IV (Figure 6)	Above 10 000	Above 30 000

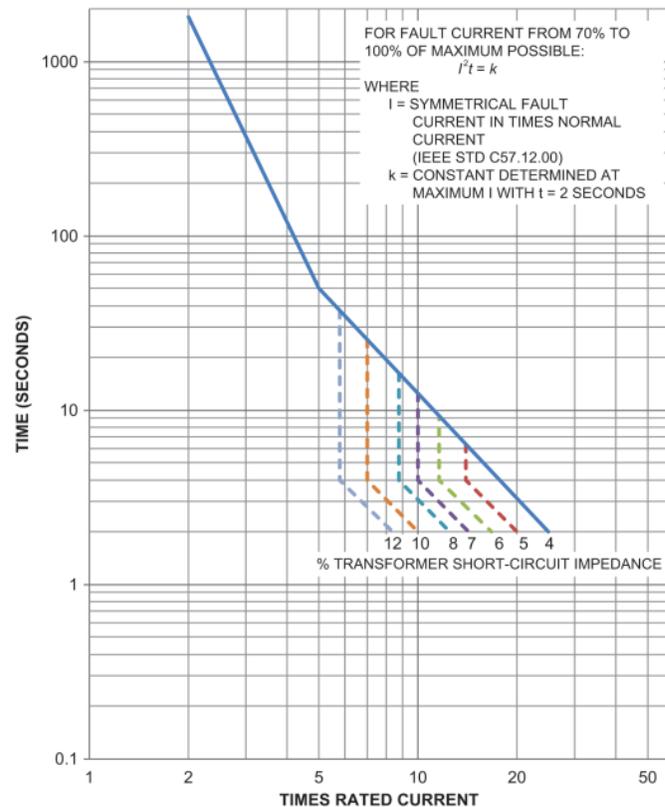
NOTE—All kVA ratings listed are minimum nameplate kVA for the principal windings.





Calculo de vulnerabilidad

THROUGH-FAULT PROTECTION CURVE FOR FAULTS THAT WILL OCCUR FREQUENTLY
(TYPICALLY MORE THAN TEN IN A TRANSFORMER'S LIFETIME)

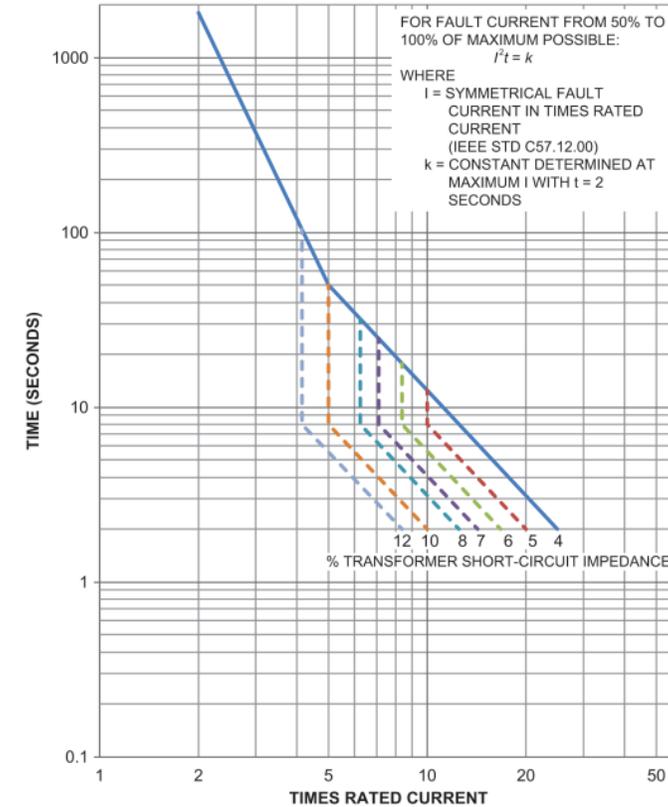


NOTE 1—Sample $Ft = k$ curves have been plotted for selected transformer short circuit impedances.

NOTE 2—Low current values of less than or equal to five times rated current may result from overloads rather than faults. An appropriate loading guide should be referred to for specific allowable time durations.

Figure 2—Category II transformers: 501 kVA to 1667 kVA single-phase and 501 kVA to 5000 kVA three phase

THROUGH-FAULT PROTECTION CURVE FOR FAULTS THAT WILL OCCUR FREQUENTLY
(TYPICALLY MORE THAN FIVE IN A TRANSFORMER'S LIFETIME)



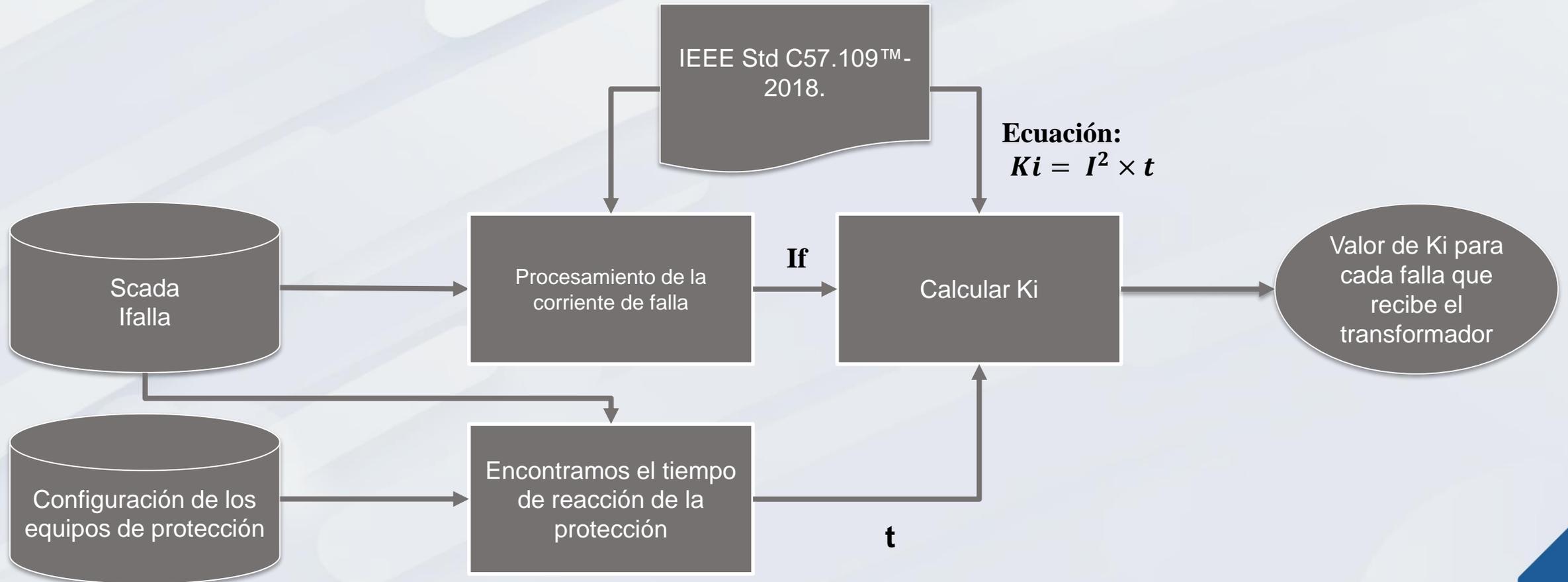
NOTE 1—Sample $Ft = k$ curves have been plotted for selected transformer short circuit impedances.

NOTE 2—Low current values of less than or equal to five times rated current may result from overloads rather than faults. An appropriate loading guide should be referred to for specific allowable time durations.

Figure 4—Category III transformers: 1668 kVA to 10 000 kVA single phase and 5001 kVA to 30 000 kVA three phase

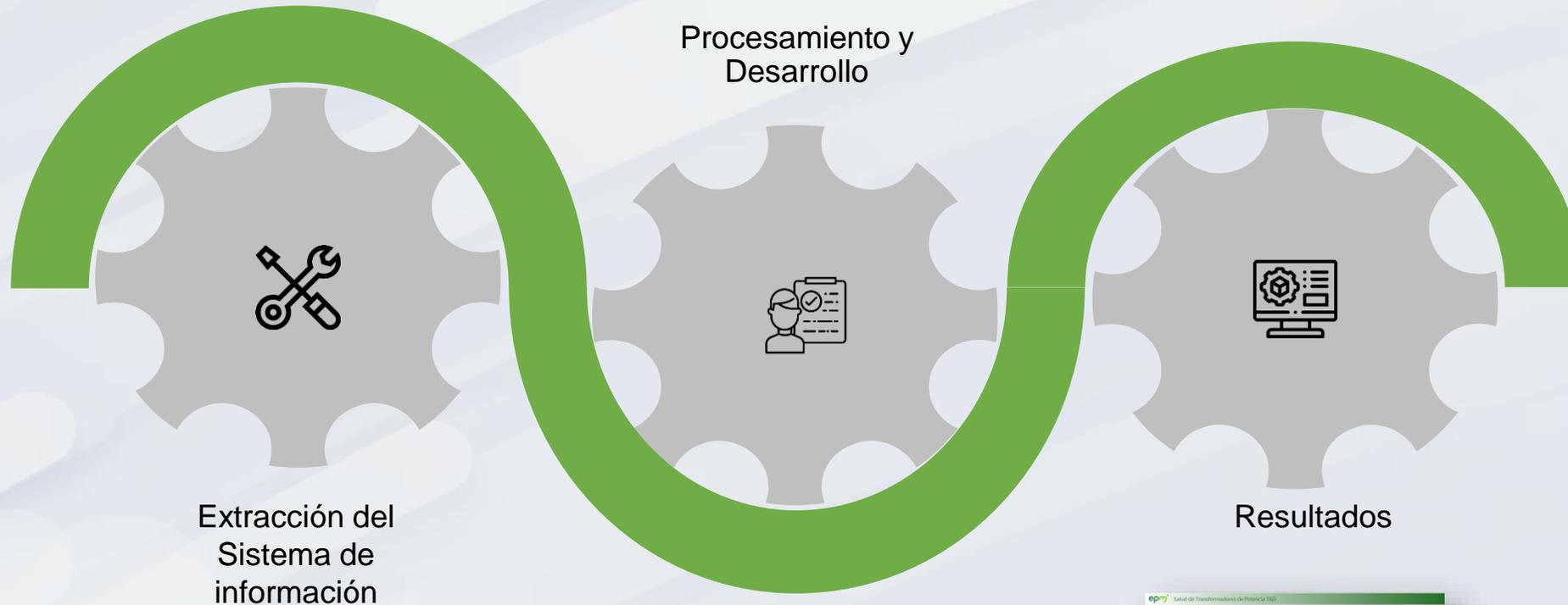


Calculo de vulnerabilidad



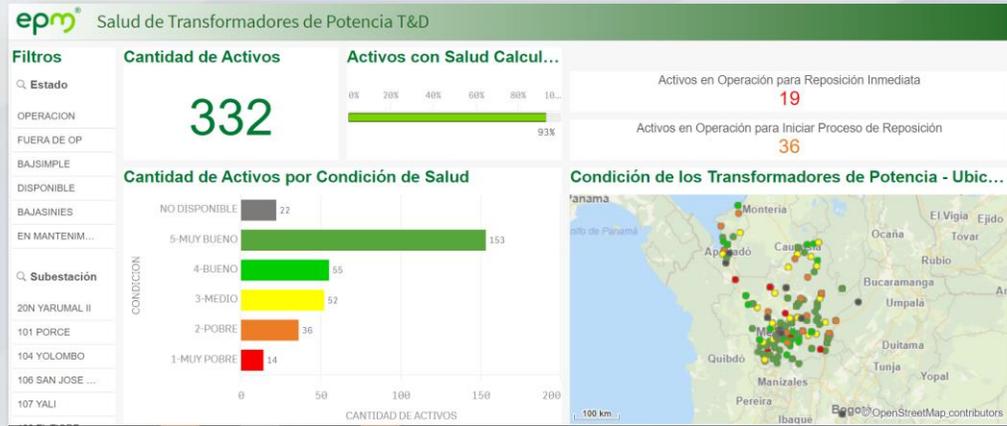


Desarrollo de las metodologías





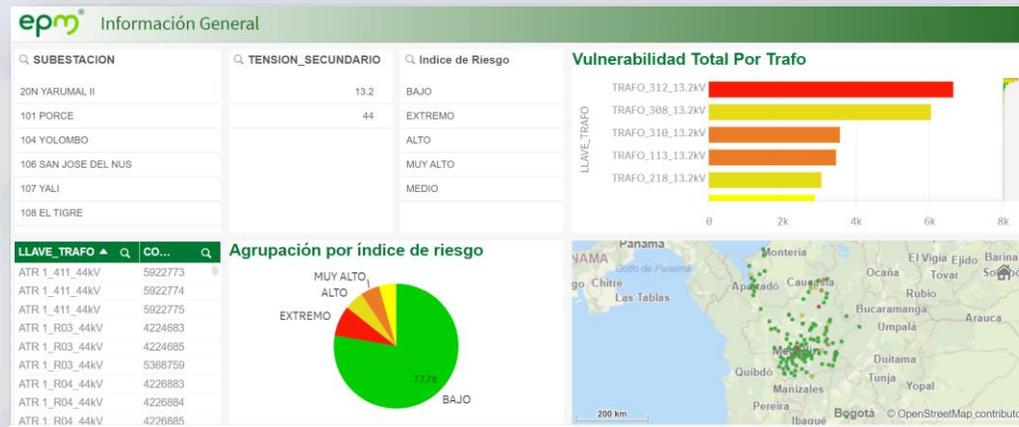
Aplicaciones monitoreo de condición



Salud



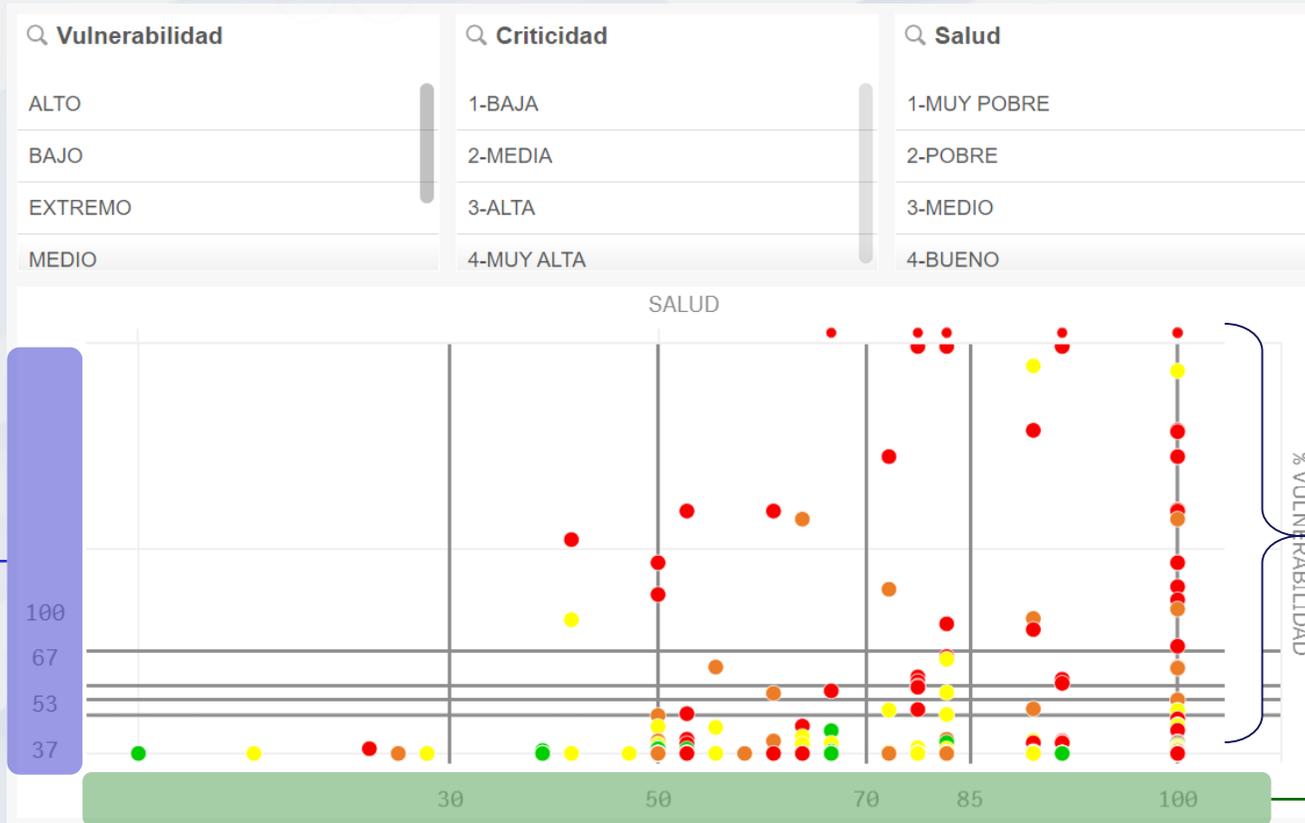
Crítica de subestaciones



Vulnerabilidad de transformadores



Consolidado del sistema de gestión de transformadores



Eje Y:
Vulnerabilidad

Extremo	Muy alto	Alto	Medio	Bajo
Desgaste superior al 100%	Desgaste (67% - 100%)	Desgaste (53% - 67%)	Desgaste (37% - 53%)	Desgaste (0% - 37%)

Colores:
Criticidad

Muy Alta	Alta	Media	Baja

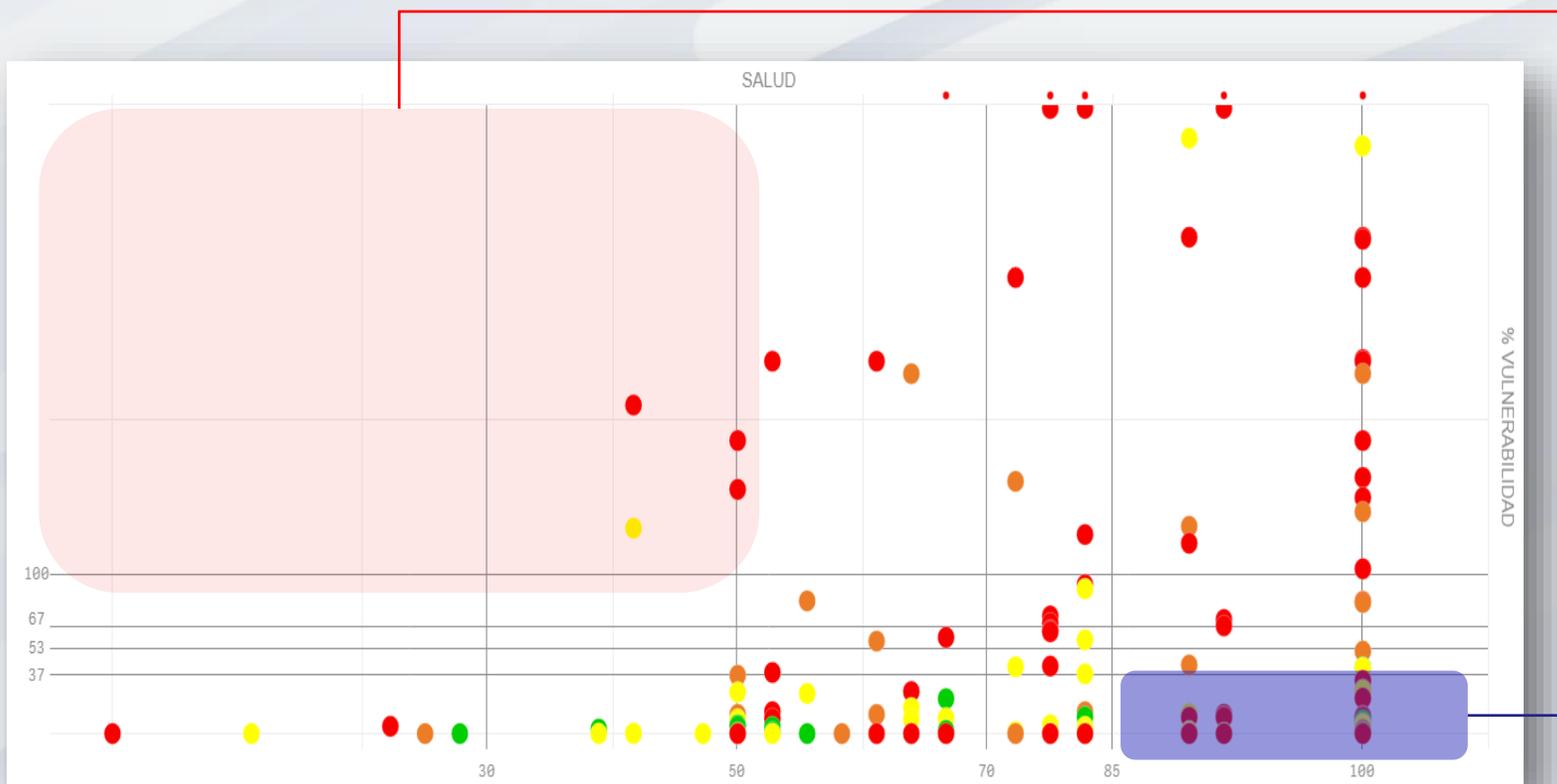
Eje X:
Índice de salud

Muy Pobre	Pobre	Medio	Bueno	Muy Bueno
(0-30)	(30-50)	(50-70)	(70-85)	(85-100)

Aplicación del sistema de gestión de trafos en Qlik Sense



Consolidado del sistema de gestión de transformadores



Transformadores que requieren gestión inmediata.

Nota: Tienen índice de salud menor a 30 es Muy Pobre, que un % de vulnerabilidad superior a 100% es un nivel Extremo y que el color me indica el nivel de criticidad siendo rojo Muy Alto

Transformadores con mejor salud y un contexto operacional normal.

Nota: Tienen salud Muy Bueno y Bueno. Tienen vulnerabilidad media y baja.



Conclusiones

- La consolidación de estos tres resultados salud, criticidad y vulnerabilidad, en transformadores de potencia permiten optimizar las decisiones de inversión, reposición y mantenimiento en el largo plazo, en función del riesgo, el contexto operacional y la condición del activo.
- Reconocer el contexto operacional en el que se encuentra el transformador es de vital importancia para realizar una adecuada gestión sobre estos, como por ejemplo apoyar la toma de decisión sobre instalar transformadores más robustos en las zonas donde las redes de distribuciones tienen frecuentes y altas corrientes de falla.
- Integrar los sistemas de información a las soluciones analíticas permite tener resultados vigentes cada que se consultan y facilita el consumo masivo de esta información para la adecuada gestión de activos.
- Esta solución está basada en estadística descriptiva, explotando y explorando los datos que actualmente obtenemos del transformador de potencia, se evolucionará esta herramienta al incorporar variables financiera y utilizar simulación de escenarios.