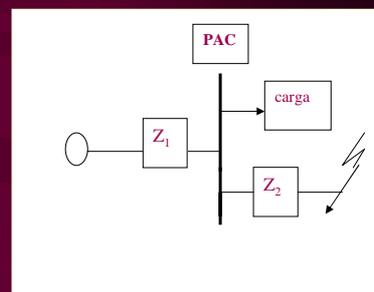
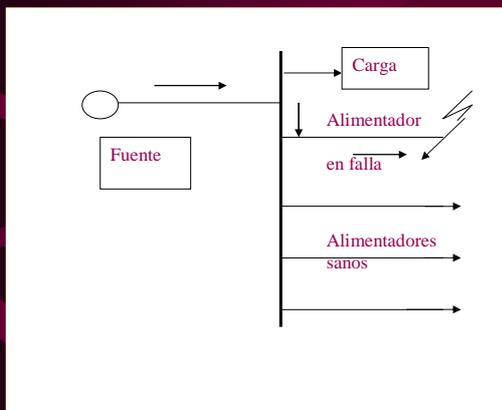


Perturbaciones Importantes

- Interrupciones
- Huecos de Tensión y Micro-cortes
- Armónicas (inter y sub-armónicas)
- Flicker
- Sobretensiones transitorias
- Sobretensiones permanentes
- Subtensiones permanentes
- Desbalance

Concepto de Punto de acoplamiento común (PAC)



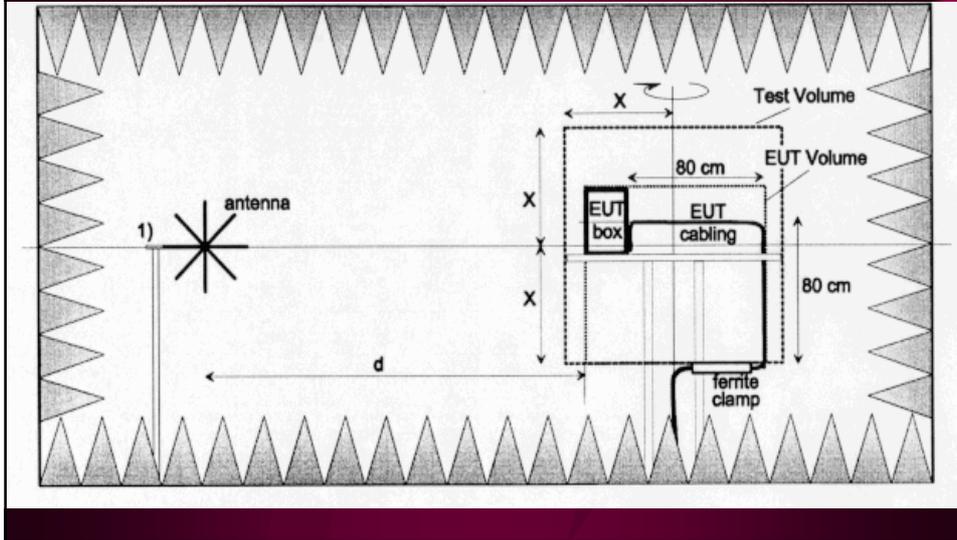
Extensión del concepto a Compatibilidad Electromagnética

- Efecto del **Ambiente**, conducción no galvánica y **frecuencias elevadas**
- Ensayos típicos: emisión e inmunidad frente a campos electromagnéticos
- Efectos de los campos sobre la salud
- Seguridad personal, varios accidentes recientes con vehículos y en hospitales
- Fenómenos difíciles de explicar
- Incorporación de nuevos actores
- Interferencias por auto-perturbación

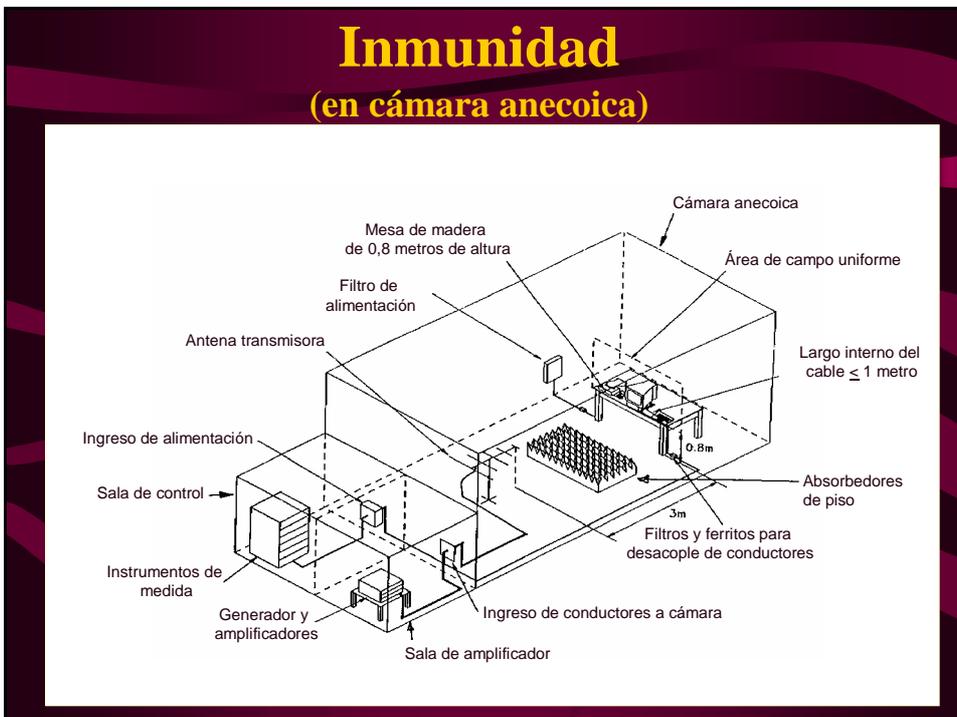
Compatibilidad Electromagnética

- Para poder garantizarla se incorporan nuevos ensayos, que todavía no se realizan en nuestro país:
 - Ensayo de emisión frente a campos EM radiados de radio-frecuencia
 - Ensayo de inmunidad de campos EM radiados de radio-frecuencia
 - Ensayo de inmunidad frente a radiación EM conducida
- Representa hoy una importante barrera comercial para nuestros productos

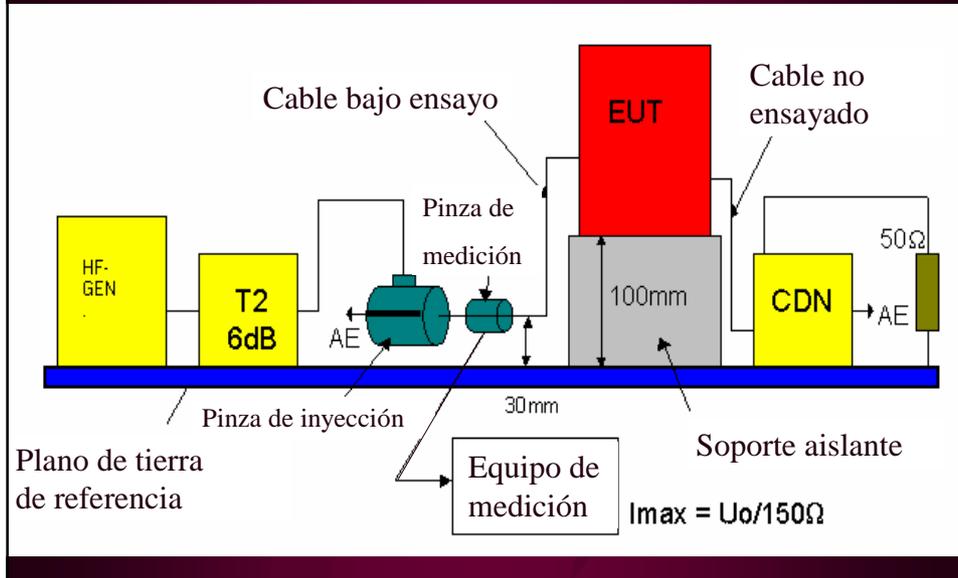
Emisión (en cámara anecoica)



Inmunidad (en cámara anecoica)



Radiación conducida



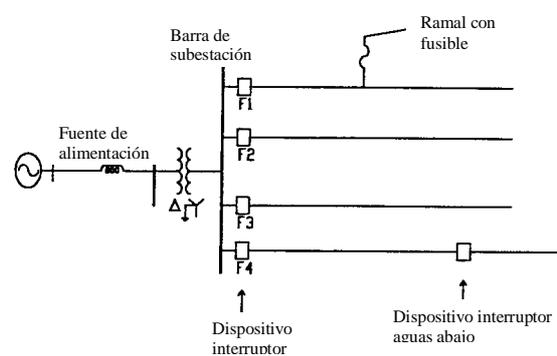
Efectos esperados para los próximos años

- Impacto de la Generación Distribuida
- Crecimiento en la presencia de armónicas
- Incremento de la incidencia de los Huecos de Tensión
- Problemas en la identificación de responsabilidades por daños a equipos
- Problemas de compatibilidad electromagnética
- Necesidad de nuevos índices de calidad

Perturbaciones principales para los próximos 10 años

- Huecos de tensión
- Armónicas
- Sobretensiones que dañan a los artefactos del usuario
- Interferencia Electromagnética

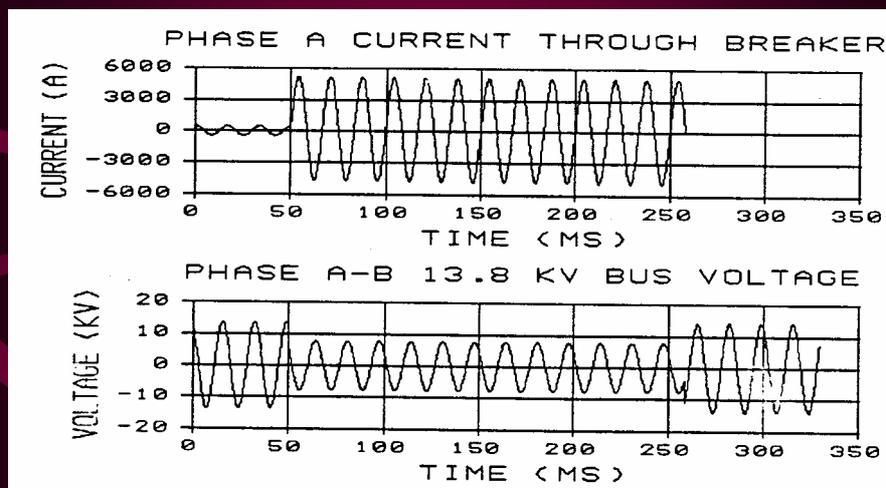
Huecos de Tensión Circuito típico de distribución



Huecos de tensión Caracterización

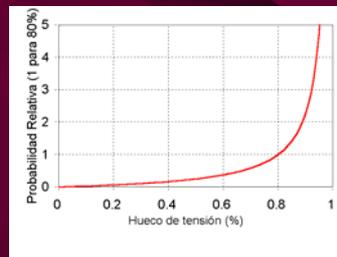
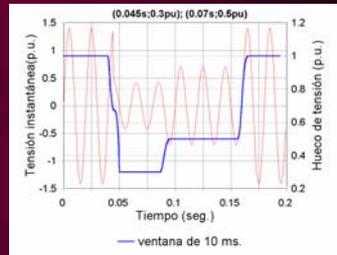
- Magnitud y forma de variación
- Salto de fase
- Duración
- Alcance
- Forma
- Ángulo de inicio
- Vía de transferencia
- Efecto de las cargas conectadas

Hueco de tensión causado por un cortocircuito



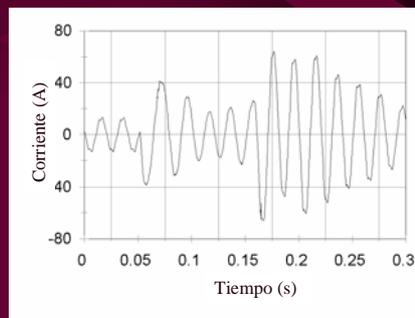
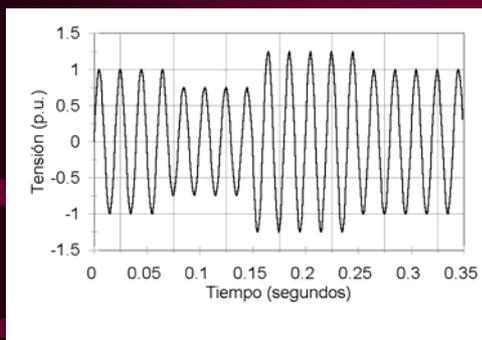
Huecos de tensión

- Principales características:
 - Mayormente transitorios
 - Muy frecuentes
 - Índices de eventos (SAIFI, SARFI_x)
 - Acompañados por salto de fase
- Quién los genera:
 - Maniobras y fallas en el sistema
 - Descargas atmosféricas
 - Conexión de cargas importantes
 - Imprecisiones respecto a su origen
- Quién los sufre:
 - Usuarios de equipos sensibles
 - No dañan equipos si salidas de servicio
- Su transmisión:
 - A distancia inversamente con magnitud
- Soluciones:
 - Coordinación con protecciones
 - Uso de equipos mitigadores

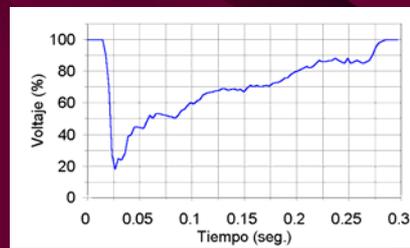
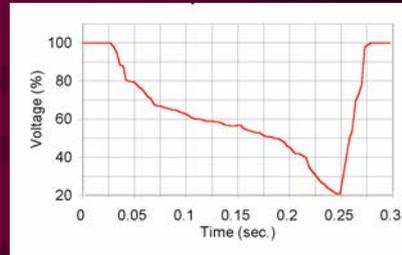


Huecos y Swells de tensión

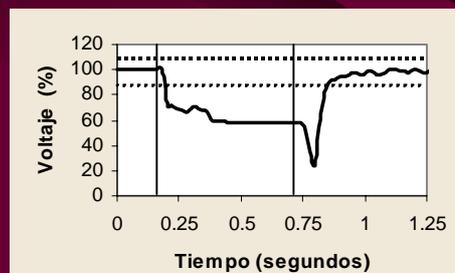
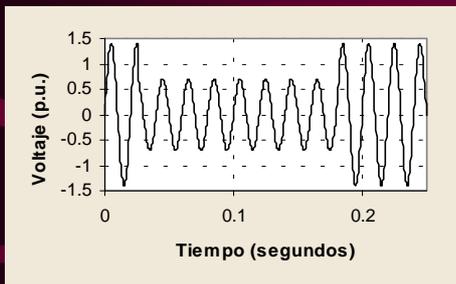
Saltos de fase



Características del hueco de tensión

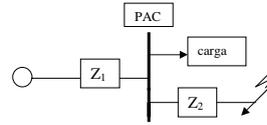


Huecos de tensión constantes o variables



Magnitud y Salto de fase

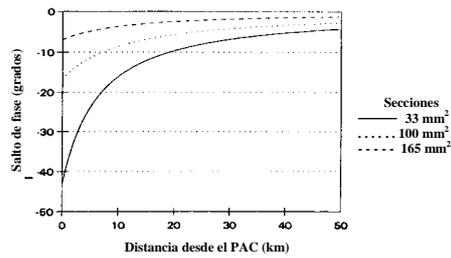
Fórmulas simples



$$V_{\text{hueco}} = Z_2 / (Z_1 + Z_2)$$

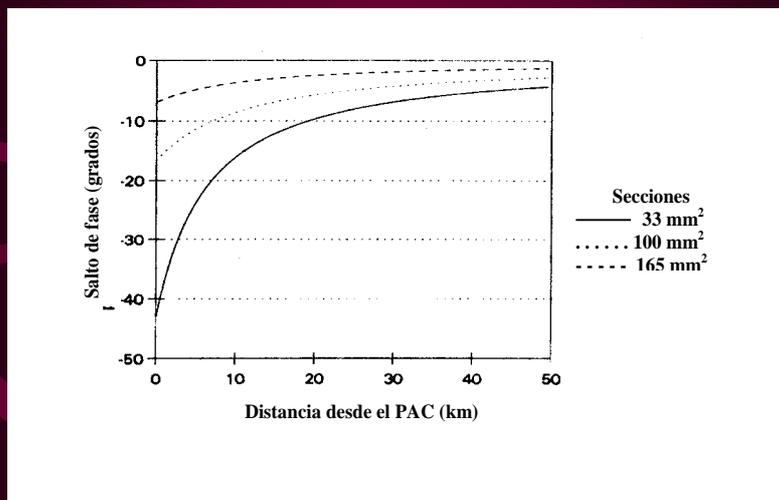
$$L_{\text{crit.}} = Z_1 / z \cdot V_{\text{crit.}} / (1 - V_{\text{crit.}})$$

$$\phi_{\text{hueco}} = \arctan (X_2 / R_2) - \arctan [(X_1 + X_2) / (R_1 + R_2)]$$



$$L_{\text{crit}} = - \{ \tan [\arctan (x/r) + \phi_{\text{crit}}] R_1 - X_1 \} / \{ \tan [\arctan (x/r) + \phi_{\text{crit}}] r - x \}$$

Variación del Salto de Fase con la distancia y sección de la línea



Modificación de características

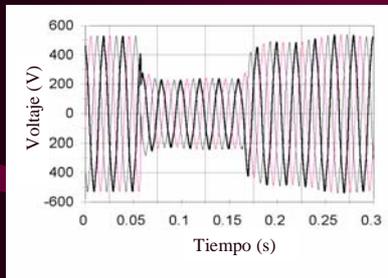
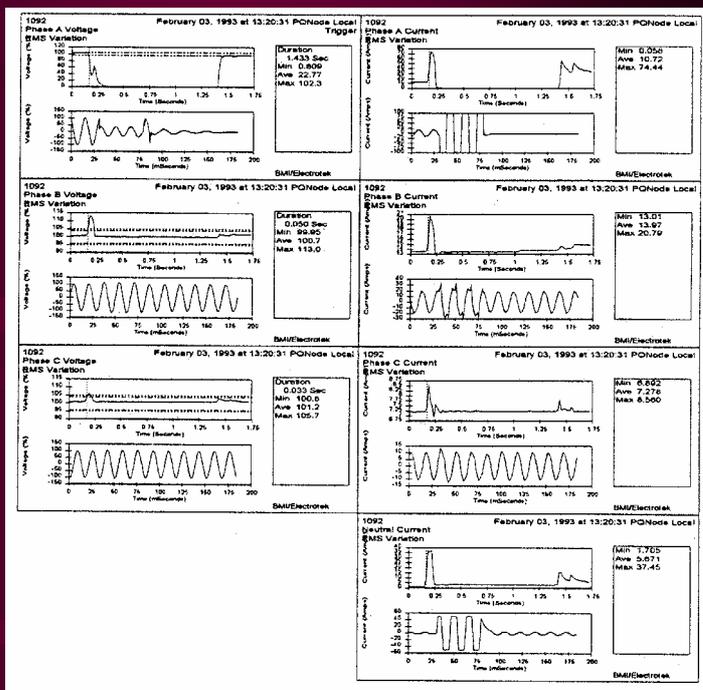


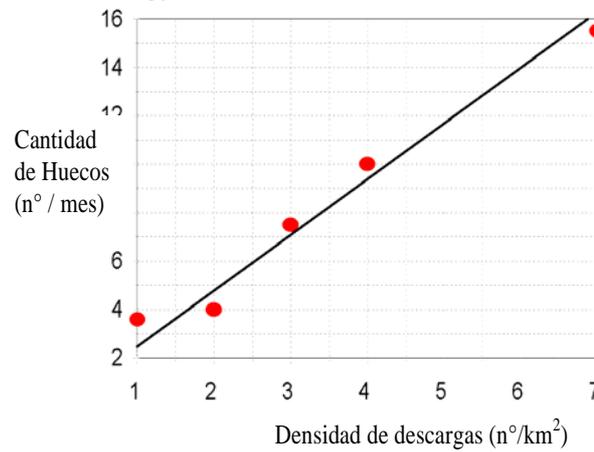
Tabla 1: Tensiones del secundario del transformador con fallas línea – tierra en el primario

Transformer Connection	Phase-to-Phase			Phase-to-Neutral			Phasor Diagram
	V _{ab}	V _{bc}	V _{ca}	V _a	V _b	V _c	
	0.58	1.00	0.58	0.00	1.00	1.00	
	0.58	1.00	0.58	0.33	0.88	0.88	
	0.33	0.88	0.88	---	---	---	
	0.88	0.88	0.33	0.58	1.00	0.58	

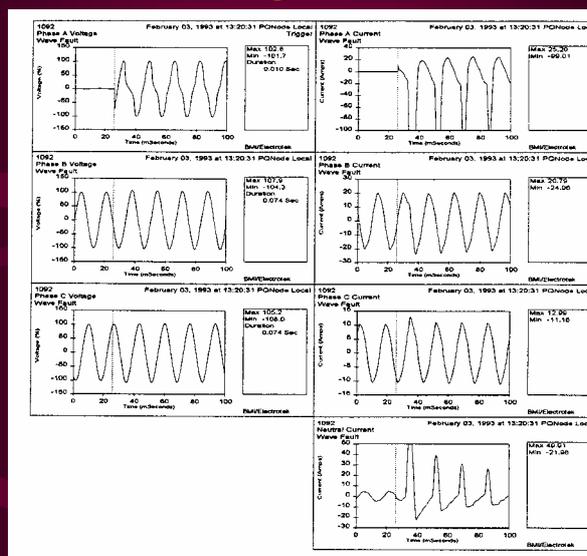
Hueco y Swell de tensión



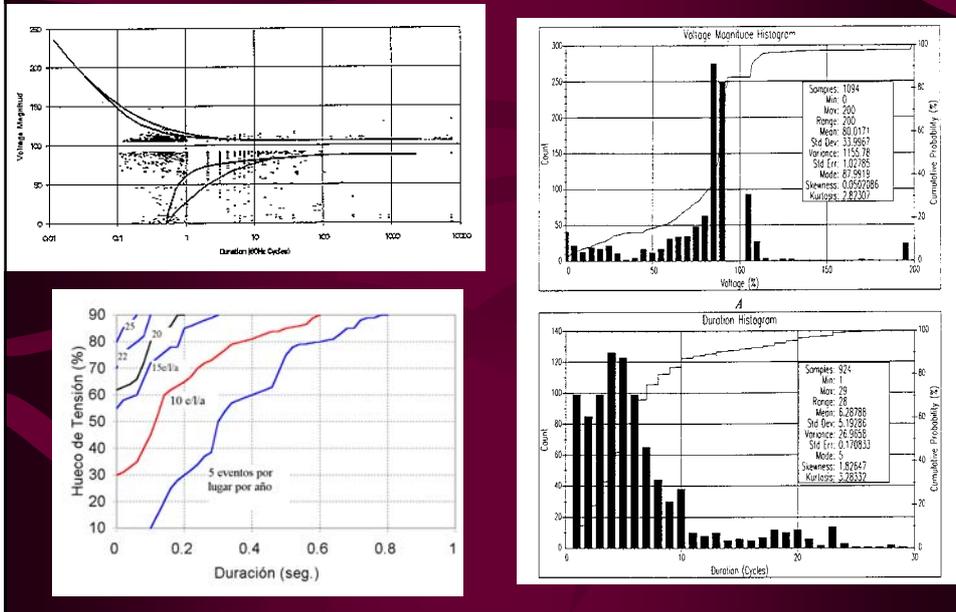
Relación: incidencia de huecos de tensión con densidad de descargas



Hueco de tensión debido a “toma de carga en caliente”



Índice de ocurrencia



Ocurrencia: magnitud versus tiempo

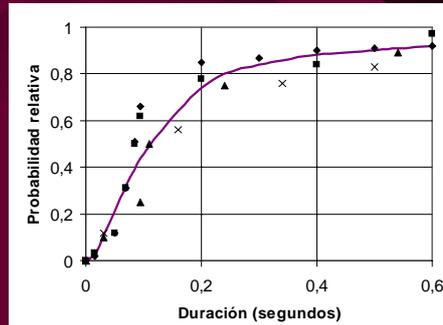
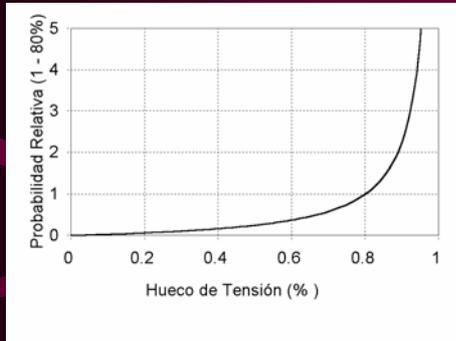
Número de huecos de tensión como función de la profundidad y duración para un periodo dado

Magnitud	Tiempo en segundos				
	0 < 0,2	0,2 < 0,4	0,4 < 0,6	0,6 < 0,8	≥ 0,8
> 80 – 90%	18,0	2,8	1,2	0,5	2,1
> 70 – 80%	7,7	0,7	0,4	0,2	0,5
> 60 – 70%	3,9	0,6	0,2	0,1	0,2
> 50 – 60%	2,3	0,4	0,1	0,1	0,1
> 40 – 50%	1,4	0,2	0,1	0,1	0,1
> 30 – 40%	1,0	0,2	0,1	0,0	0,1
> 20 – 30%	0,4	0,1	0,1	0,0	0,0
> 10 – 20%	0,4	0,1	0,1	0,0	0,1
0 – 10 %	1,0	0,3	0,1	0,0	2,1

Suma de eventos con valores peores o iguales, en magnitud y duración para un periodo dado.

Magnitud	Tiempo en segundos				
	0	0,2	0,4	0,6	≥ 0,8
90 %	49,9	13,9	8,4	6,1	5,2
80 %	25,4	7,4	4,7	3,6	3,1
70 %	15,8	5,5	3,6	2,9	2,6
60 %	10,9	4,5	3,1	2,6	2,4
50 %	8,0	3,8	2,9	2,5	2,3
40 %	6,2	3,4	2,7	2,3	2,3
30 %	4,9	3,1	2,6	2,3	2,2
20 %	4,2	2,8	2,4	2,2	2,2
10 %	3,5	2,5	2,2	2,1	2,1

Incidencia en magnitud y duración



Incidencia temporal

