

### AEA Electricidad Segura

CONEXPO Cuyo 2016

Seguridad en Alumbrado Público

Ing. Raúl A. González







2004 **→** 

#### Reglamentaciones de la Asociación Electrotécnica Argentina

Incluidas en la Ley 19587 de "Higiene y Seguridad en el Trabajo".

Carácter de cumplimiento → Obligatorio





- Ley Santa Cruz Nº 3247
- 2 Ley Salta Nº 7469
- Resoluciones Entre Rios Nº 206/2008 158/2008 002/08
- Resolución Nacional ENARGAS Nº 175/07
- Resoluciones Nacionales ENRE N° 710/06 444/06 32/2005 592/2004 560/98 171/2006 207/1995
- 8 Resolución Provincial EPRE Nº 560/98 171/2006
- Decreto Nacional N° 617/97
- Oecreto Bahía Blanca № 783/2000
- Decreto 9 de julio Nº 1774/80
- 6 Decreto La Pampa Nº 1679/1996
- Ordenanzas Municipales











# REGLAMENTACIONES SOBRE ALUMBRADO PÚBLICO

✓ AEA 95703

# "ALUMBRADO PÚBLICO Y SEÑALES DE CONTROL DE TRÁNSITO VIAL"

→ Vigente desde 2010

✓ AEA 95201

#### "LINEAS AÉREAS DE BAJA TENSIÓN"

→ Vigente desde 2004





### ¿Seguridad activa o pasiva?

#### Protección activa

- Protección general con Interruptor Diferencial (ECT "TT")
- PAT de cada columna de alumbrado
- Mantenimiento Preventivo → Probar interruptor y medir cada PAT
- Elevado grado de exposición → Explotación rígida y costosa
- Con pérdida de la seguridad → Adecuación urgente

### Protección pasiva

- Protección individual con Fusibles (ECT "TN-S")
- PAT a tierra y conexión a neutro en cada columna de alumbrado
- Potencial del neutro limitado → ≤ 50 V
- Mantenimiento Predictivo -> RPT en una columna y revisión ocular total
- Bajo grado de exposición Explotación flexible y de costo acotado
- Sin pérdida de la seguridad -> Adecuación programable

### 100

### INSTALACIÓN REAL -> INSEGURA



AEA | IOO ANOS



### Seguridad pasiva

### Aplicada en la ciudad de Salta desde 2010

- ✓ Seguridad eléctrica → Contactos indirectos
  - Potencial de contacto limitado → Seguro en forma pasiva y permanente
  - PAT adaptada a la resistividad eléctrica del suelo → Más perdurable
  - Conexiones de PAT a compresión → Inmunes a las vibraciones

#### ✓ Vandalismo e intrusión → Contactos directos

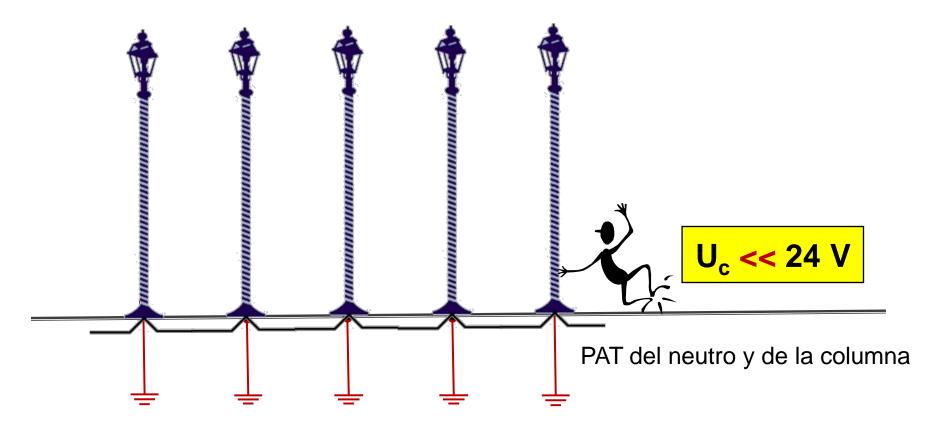
- Luminaria residencial con protección eléctrica -> Columna sin ventana
- Tornillo de seguridad con cabeza fusible -> Difícil intrusión en la columna
- Protección aislante interna, en columna y tablero → Barrera y advertencia
- Toma de tierra interna → Sin vandalismo
- Tablero (comando y control), en altura y con candado → Implica intención



### **Seguridad pasiva**



#### Control de Tensión de Contacto Indirecto



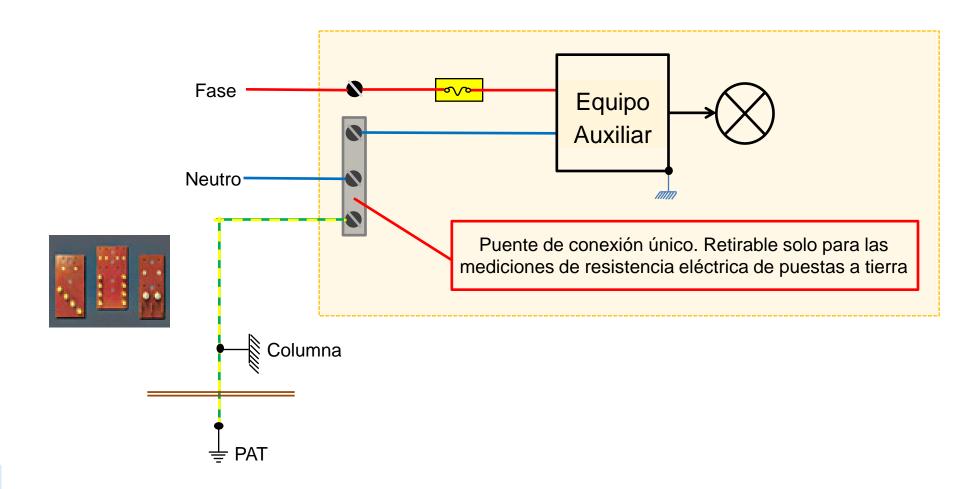
U<sub>fase sana</sub> ≤ **250 V** → Mayor vida útil de lámparas y equipos auxiliares





### Protección eléctrica en luminaria

### Bornera en tablero de columna

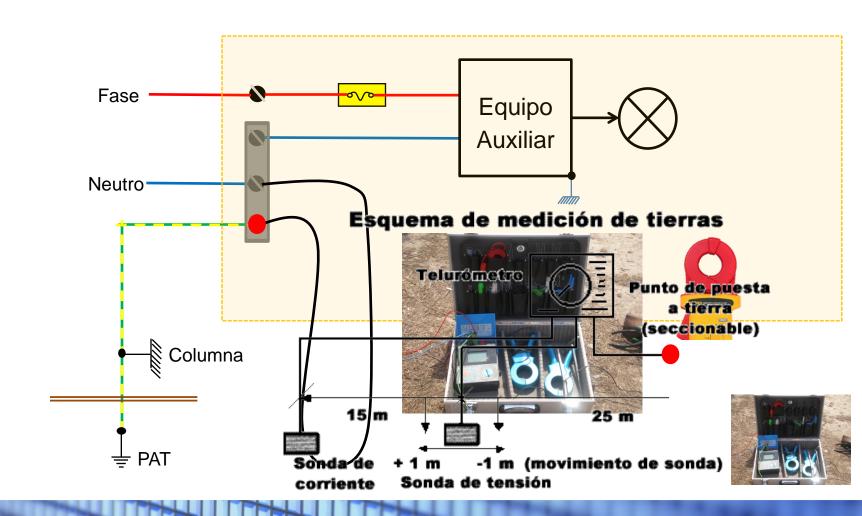






### Protección eléctrica en luminaria

### Medición de puestas a tierra desde la luminaria







#### Seguridad en Columnas de Alumbrado



Actual Activa: "ID" → 1er Nivel



Actúa el Interruptor diferencial Apagado total







Columna con PAT  $|V_{Col}|$  función  $RPAT_{Col} \rightarrow \leq 150 \text{ V}$ 



Verifica el ID (?) y mide la R<sub>PAT</sub> de cada columna

Futura Pasiva: "Fu" → 1er Nivel



Actúa un fusible

Apagado individual

2<sup>do</sup> nivel



V<sub>Col</sub> función RPAT<sub>Total del Neutro</sub> → << 24 V

3er nivel



Columna sin PAT y conectada a neutro → << 24 V

Mant. Predictivo

Solo basta medir RPAT en una columna

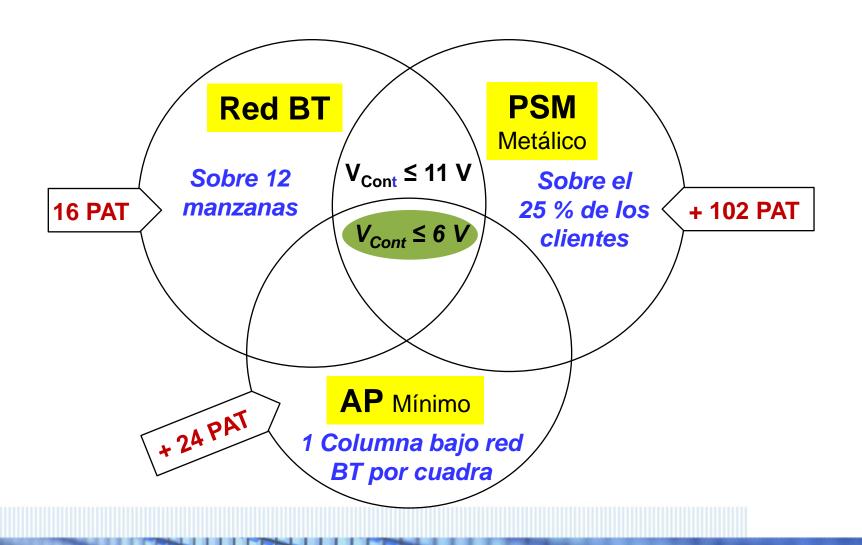








### Seguridad pasiva ... y en expansión



### Actualización Técnica en LuSal









### Mantenimiento Predictivo en LuSal





# Muchas gracias.

www.aea.org.ar

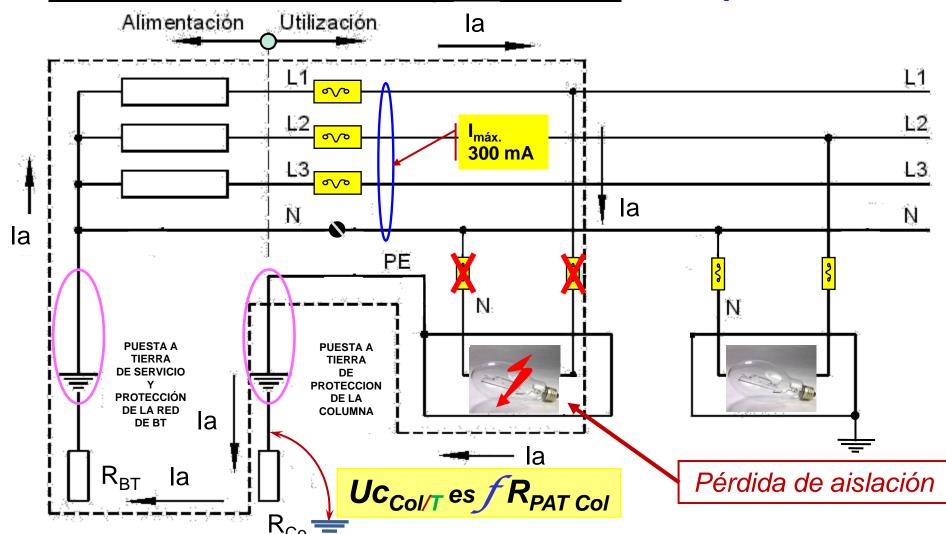


Ing. Raúl A. González – AEA / EDENOR – ragonzález@edenor.com





### Línea dedicada al AP y Columna -> Esquema "TT"

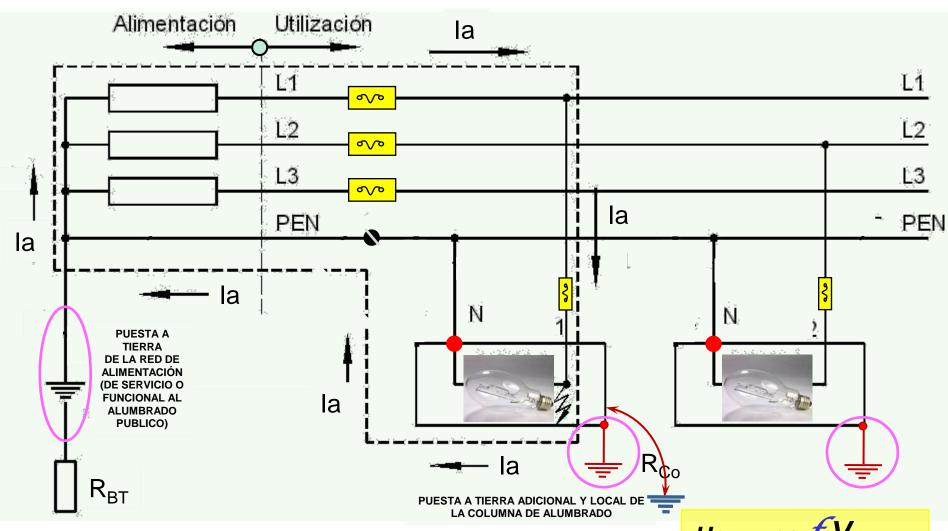


Se debe emplear Interruptor Diferencial





### Línea Dedicada al AP - Columna → Esquema "TN-S"



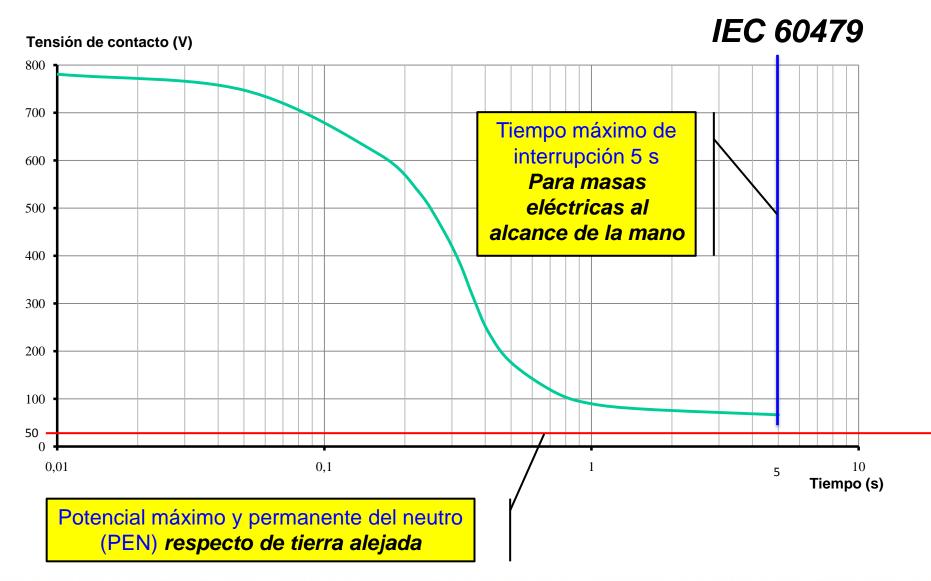
Se puede emplear Fusible o ITM

Uc<sub>col/T</sub> es f V<sub>neutro</sub> y no de la R<sub>PAT Col</sub>

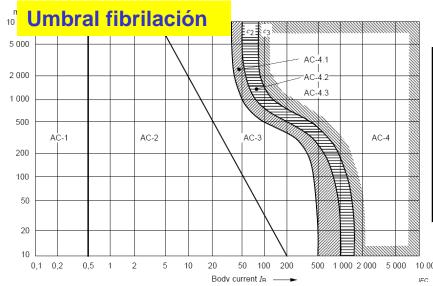
### 100

### AEA | 100 AÑ Limitación de la tensión de contacto









## Efectos de la Corriente sobre el cuerpo humano, en función del tiempo

Trayectoria: mano izquierda a pie

#### Impedancia total del cuerpo humano

Función del potencial de contacto. Trayectoria de corriente de mano a pie o de mano a mano

Tensión (V)	Seco		Mojado		Salado	
	95%*	50%*	95%*	50%*	95%*	50
25	1750	3250	1175	2175	960	1300
50	1375	2500	1100	2000	940	1275

Incidencia de la trayectoria de la corriente en el cuerpo

Trayectoria de la corriente	Factor	
Mano izquierda-pie derecho, izquierdo o ambos	1	
Mano izquierda-mano derecha	0,4	
Espalda a mano izquierda	0,7	
Pecho a mano izquierda	1,5	
Pie derecho a pie izquierdo	0,04	

Mano izquierda a ambos pies (Z<sub>CH</sub> x 0,75)

Calzado gastado y mojado (1 kΩ), pies mojados salados y mano mojada

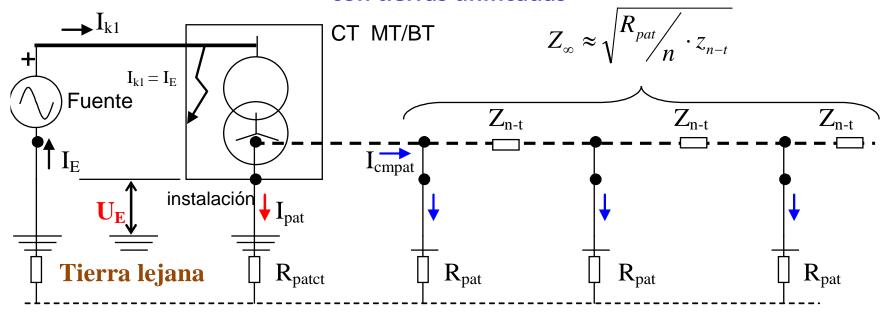
Resistencias de contacto y del suelo no incluidas

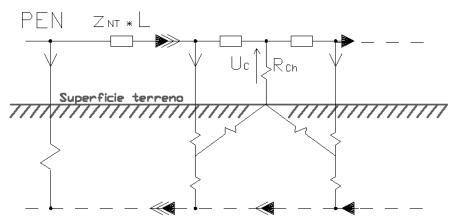
<sup>\*</sup> Porcentaje de la población que excede este valor

### **COMPORTAMIENTO DE LA INSTALACIÓN**



## Falla fase-tierra de MT, en Centro de transformación MT/BT con tierras unificadas





$$U_c = U_E / F$$

Las puestas a tierra adicionales colaboran limitando la tensión de contacto indirecto



### AEA | 100 AÑOS COMPORTAMIENTO DE LA INSTALACIÓN



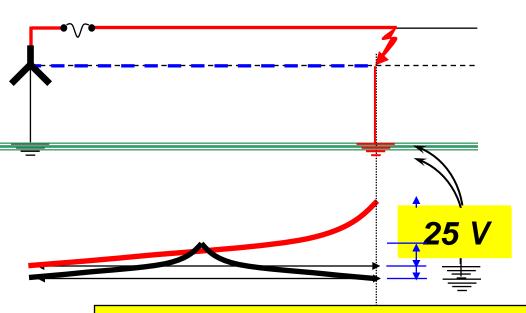
#### Falla de fase a neutro, o a "masa eléctrica" conectada al neutro, en un punto de la red de BT

$$I_{a(5s)} = \frac{U_0}{Z_{1f}} = \frac{U_0}{(z_{cf} + z_{cn}) \cdot L_f}$$

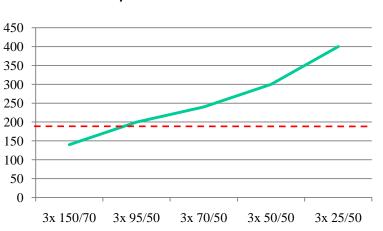
Limita el tiempo de exposición

$$I_{a(5s)} = \frac{\mathbf{U}_0}{\mathbf{Z}_{1f}} = \frac{\mathbf{U}_0}{(\mathbf{z}_{cf} + \mathbf{z}_{cn}) \cdot L_f} \qquad V_{n-t} \cong I_{a(5s)} \cdot \mathbf{z}_{cn} \cdot L_{pat} = \frac{\mathbf{U}_0 \cdot \mathbf{z}_{cn}}{\mathbf{Z}_{1f}} \cdot L_{pat} \leq 50V$$

Limita la tensión de contacto indirecto

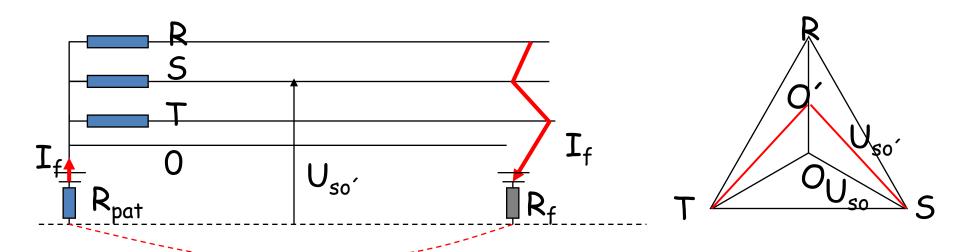


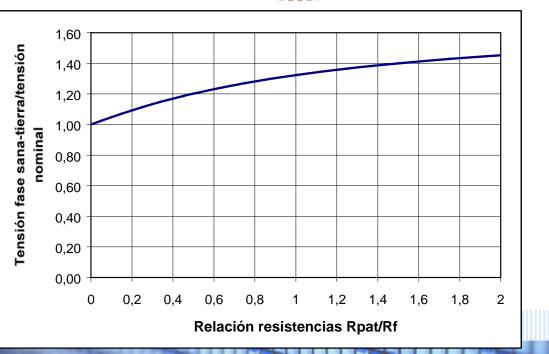
$$z_{cn}$$
 .  $L_{pat} \le 0.23 Z_{lf}$ 



Distancia entre puestas a tierra de neutro troncal de red  $\rightarrow$  L  $\leq$  200 m

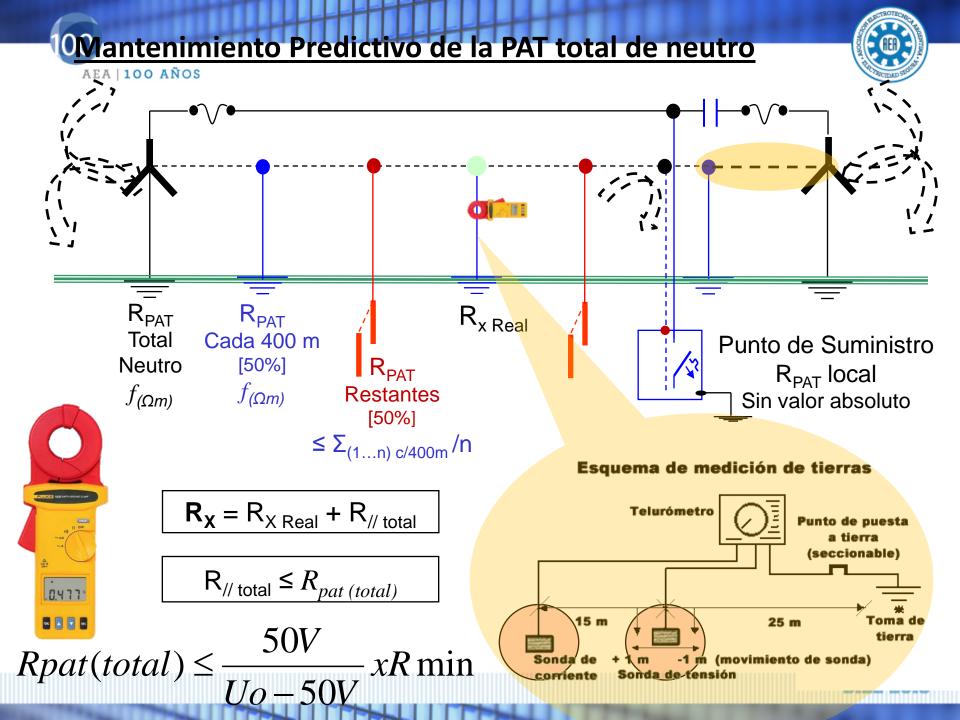
#### 100 Tensión de neutro BT a tierra, ante falla de fase a "tierra aleja





$$U_{oo'} = \frac{R_{pat}}{R_{pat} + R_f} \cdot U_f \le U_{aa}$$

A menor resistencia total de neutro, menor tensión neutro-tierra y sobretensión de fase sana



### 100

#### AEA | 100 AÑOS • Menor

- cantidad de averías
- acceso al vandalismo o robo
- costo de instalación
- costo de mantenimiento



condición de explotación (en altura por artefacto)



nivel de seguridad (sin contacto directo)

#### Practicidad

- protección eléctrica en el artefacto
- mantenimiento unificado y óptimo

### • Facilidad de implementación

- comercial peatonal able Mux buena
- residencial Buena
- autopistas y avenidas → Relativa







