

A collection of decorative squares in light blue, dark blue, and grey, arranged in a sparse, abstract pattern across the top half of the slide.

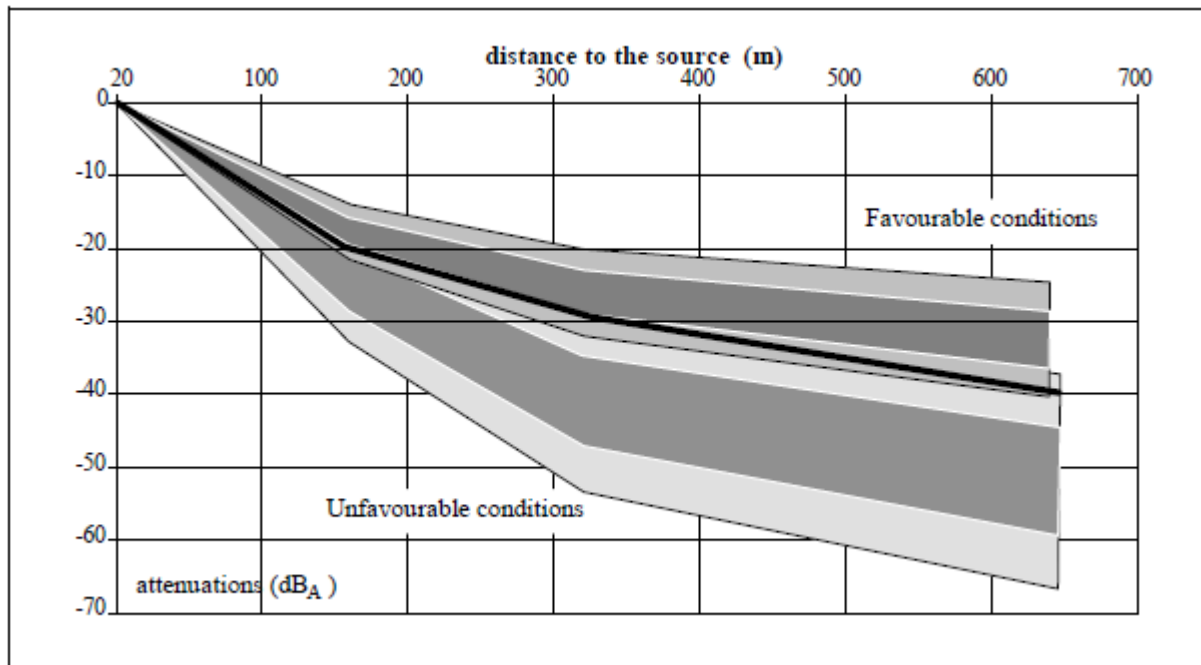
Clase presencial – tema 3

Repaso método NMPB – infraestructuras viarias
Resolución ejercicio

Eduard Puig

El método NMPB permite calcular niveles equivalentes L_{Aeq} , para las diferentes franjas horarias.

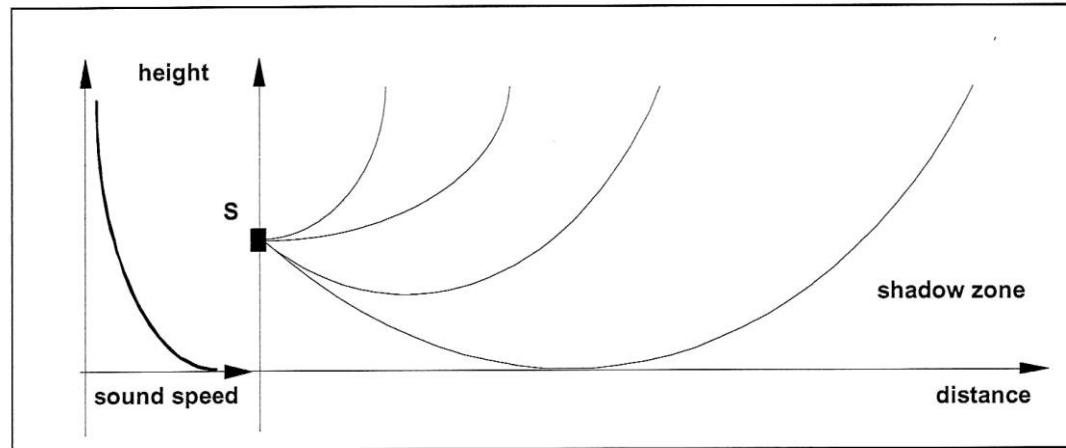
El método NMPB tiene muy en cuenta la influencia de las condiciones meteorológicas.



Variaciones importantes para > 100 m

Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

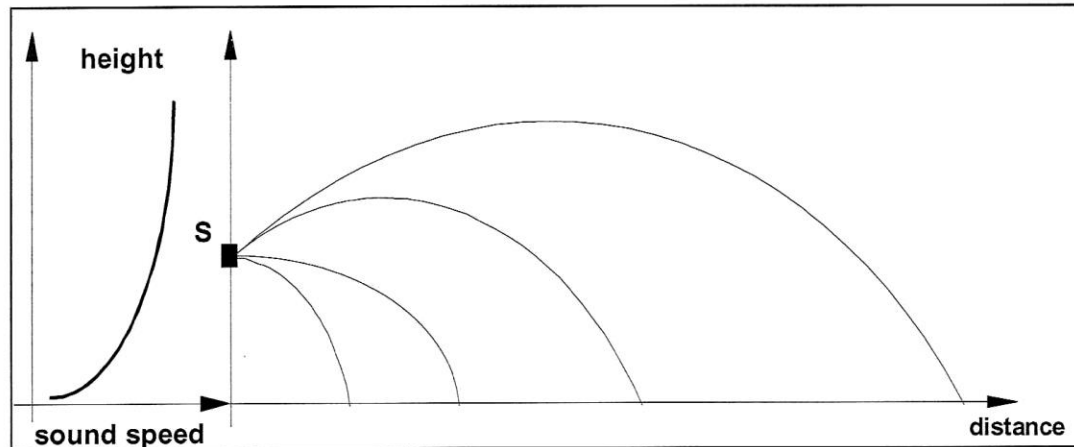
Propagación del sonido con gradientes negativos de temperatura.



Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

- Origen térmico: Temperatura disminuye con la altura. Velocidad decrece con la altura. Efecto que se produce de día.
- Origen aerodinámico: Cuando el viento sopla en dirección contraria a la dirección de propagación.

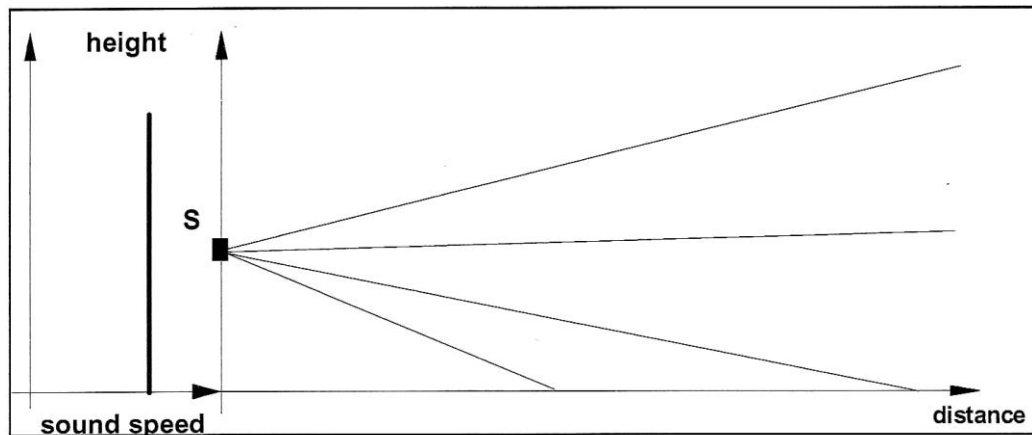
Propagación del sonido con gradientes positivos de temperatura.



Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

- Origen térmico: Temperatura aumenta con la altura. Velocidad aumenta con la altura. Efecto que se produce de noche.
- Origen aerodinámico: Cuando el viento sopla en la misma dirección que la dirección de propagación.

Propagación del sonido con gradientes cero de temperatura.



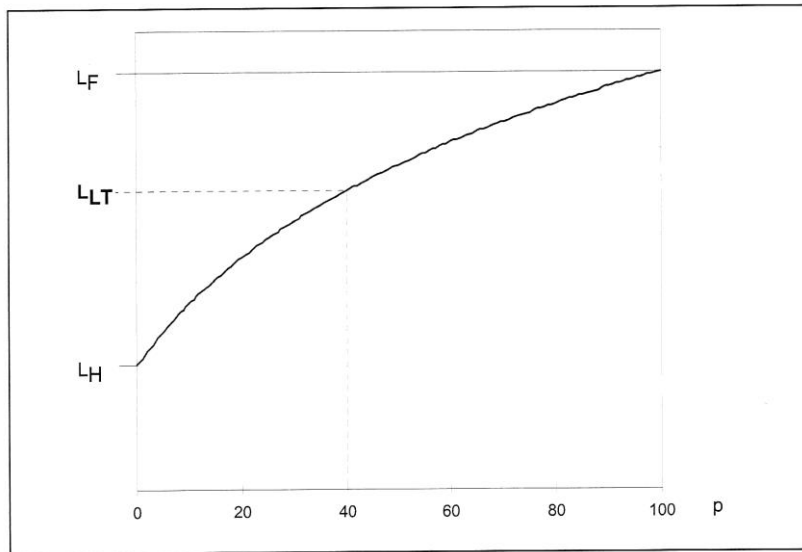
Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

- Cuando los fenómenos térmicos y aerodinámicos se compensan.
- Cuando no hay viento y la temperatura es constante con la altura. Se produce a la hora de la salida o la puesta del sol, el cielo esta muy nublado.

Representación del sonido a largo plazo.

Para la realización de una media representativa a largo plazo, se trabaja sobre las probabilidades de condiciones favorables del sonido (p) entre 0 y 1.

$$L_{LT} = 10 \log \left[p \cdot 10^{\frac{L_F}{10}} + (1 - p) \cdot 10^{\frac{L_H}{10}} \right]$$



Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

Distingue entre condiciones favorables y condiciones homogéneas, aplicando un porcentaje de probabilidad, con el fin de encontrar un índice medio “Long Term”

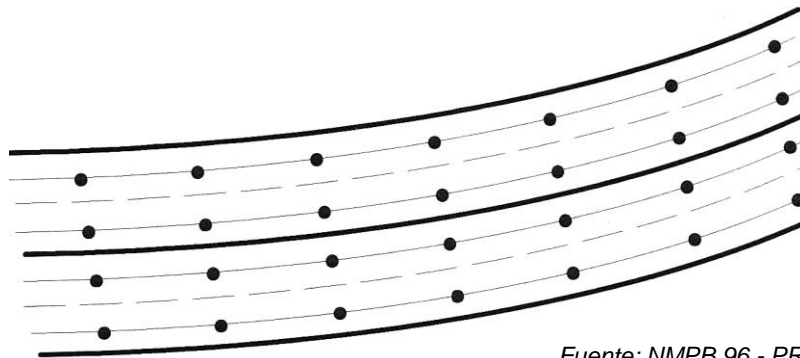
Procedimiento general del método de cálculo:

1. Descomponer la fuente de sonido en fuentes puntuales.
2. Determinar la potencia acústica de cada una de las fuentes.
3. Buscar los caminos de propagación entre fuente y receptor:
 - a. Directo
 - b. Reflejado.
 - c. Difractado.
4. Para cada camino de propagación:
 - a. Calcular la atenuación con condiciones favorables.
 - b. Calcular la atenuación para condiciones homogéneas.
5. Sumar los niveles para cada camino y calcular la contribución de niveles en el receptor para todas las frecuencias, con el fin de obtener un nivel global..

Descripción de la fuente.

- Función de la geometría.
- Función de la variabilidad del sonido en su trazado.

Al no tratarse de un medio homogéneo, se secciona en segmentos con las mismas características.

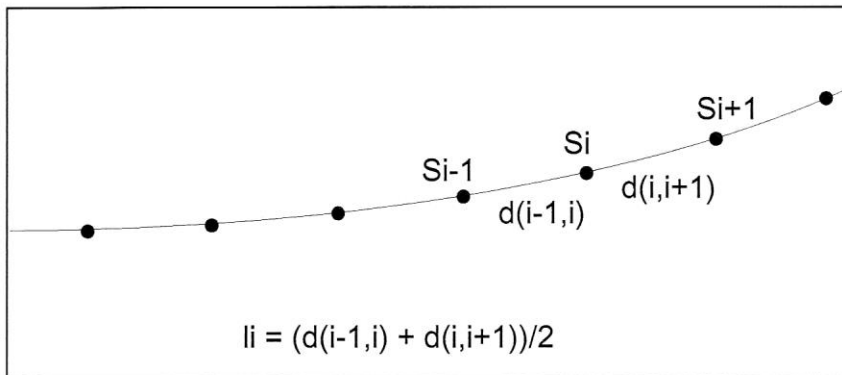


Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

- Asignando un determinado ángulo visto des del receptor.
- Asignando una longitud constante.

Nivel de emisión

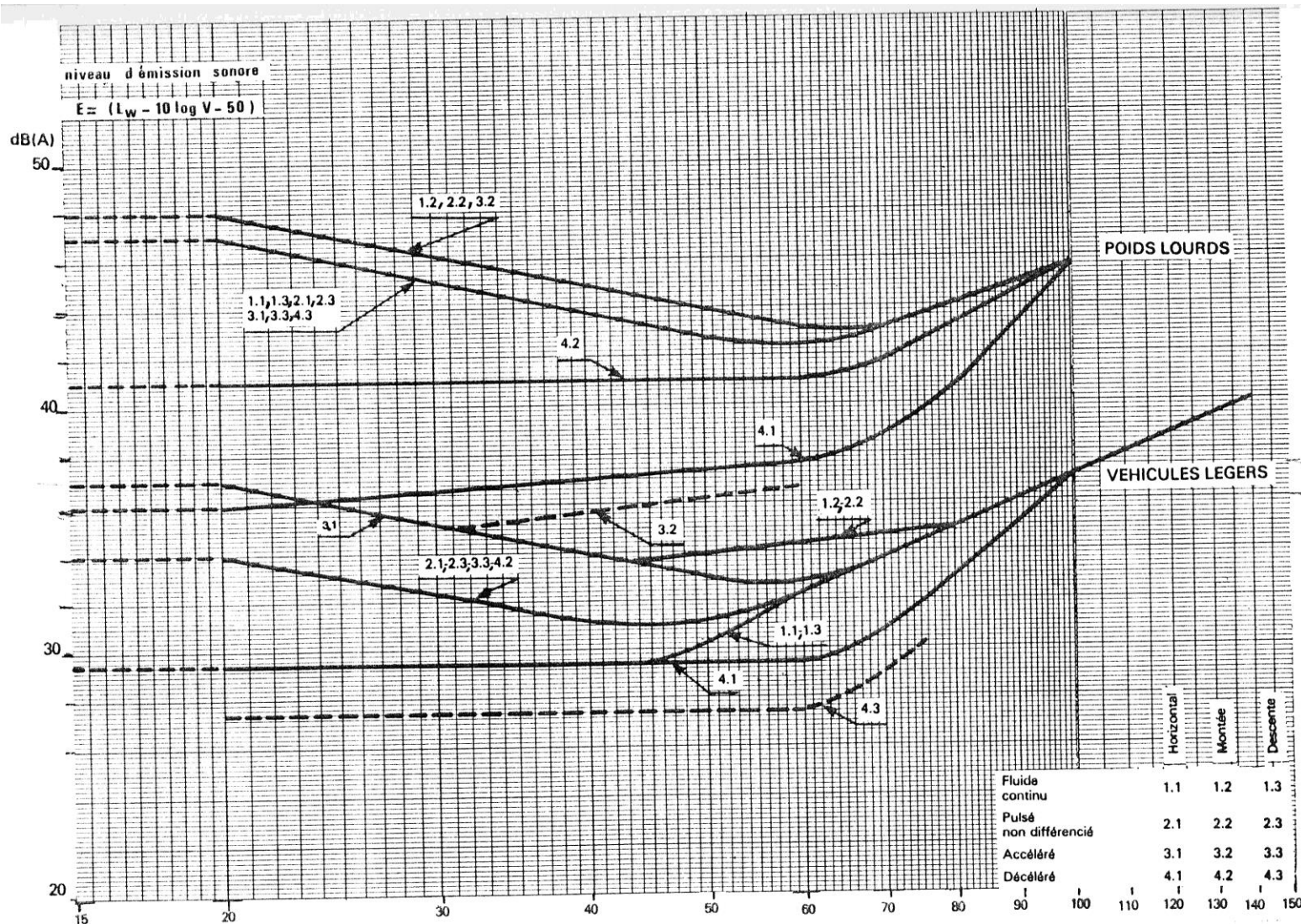
- E_{vl} y E_{pl} son niveles de emisión definidos en los abacos/tablas de “Guide du Bruit”.
- R_j es el espectro normalizado de ruido de tráfico viario ponderado A, según EN 1793-3
- Q_{vl} y Q_{pl} es el flujo horario.
- L_i es la longitud de los segmentos



Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

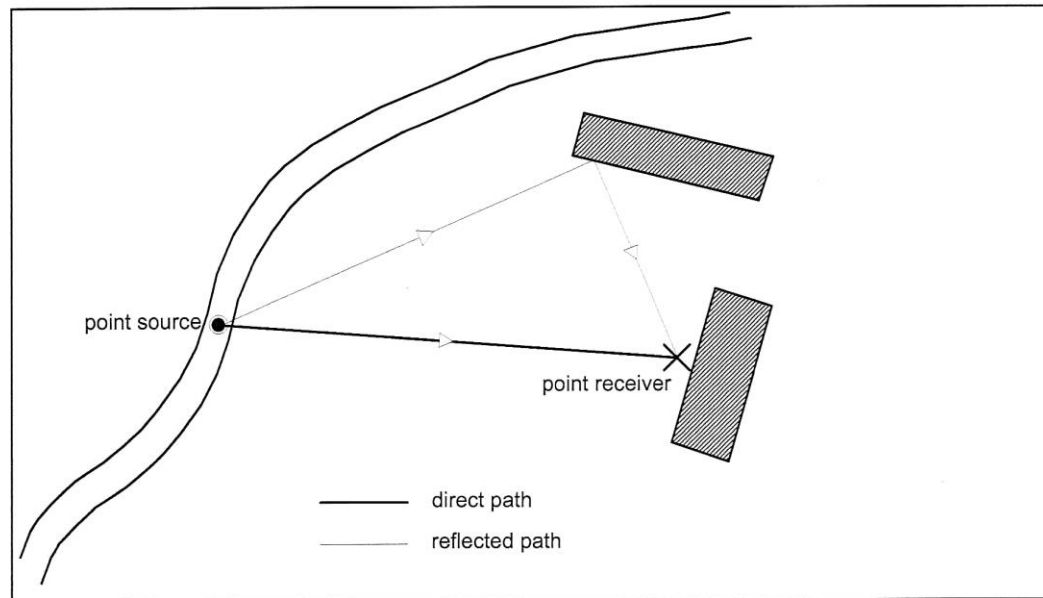
J	Banda octava (Hz)	Valor de R_j (dBA)
1	125	-14
2	250	-10
3	500	-7
4	1K	-4
5	2K	-7
6	4K	-12

Tablas de emisión por tipo de vehículo + condiciones de funcionamiento de este



Cálculo de las correcciones de propagación

- Corrección de 3 dBA, debido a la reflexión de la fachada del edificio.
- Cálculo 2D del camino directo i reflexiones.
- Cálculo 3D (tiene en cuenta alturas, para el cálculo de la absorción del suelo)



Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

Cálculos

1. Divergencia geométrica.
2. Absorción atmosférica, según ISO 9613-1 a 15°C y 70 %.

Frecuencia (Hz)	125	250	500	1K	2K	4K
α (dB/Km)	0,38	1,13	2,36	4,08	8,75	26,4

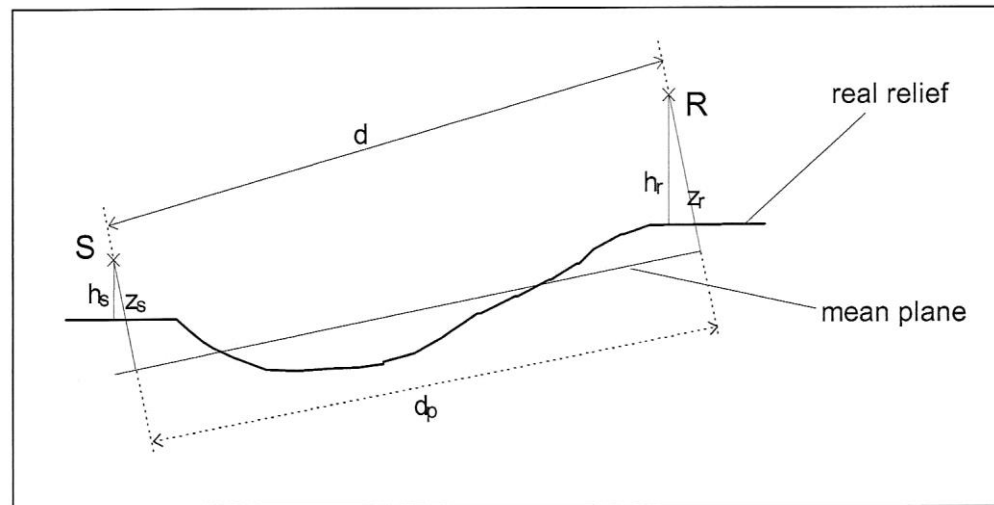
3. Absorción del suelo. Se caracteriza por el parámetro G que toma valores de 0 a 1.

Tipo de suelo	G
Absorbente	1
Reflectante	0

Valores
discretos,
G=0 o G=1

Atenuación del efecto del terreno:

Primero se calculan las alturas equivalentes a partir del plano medio entre emisor y receptor.



Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

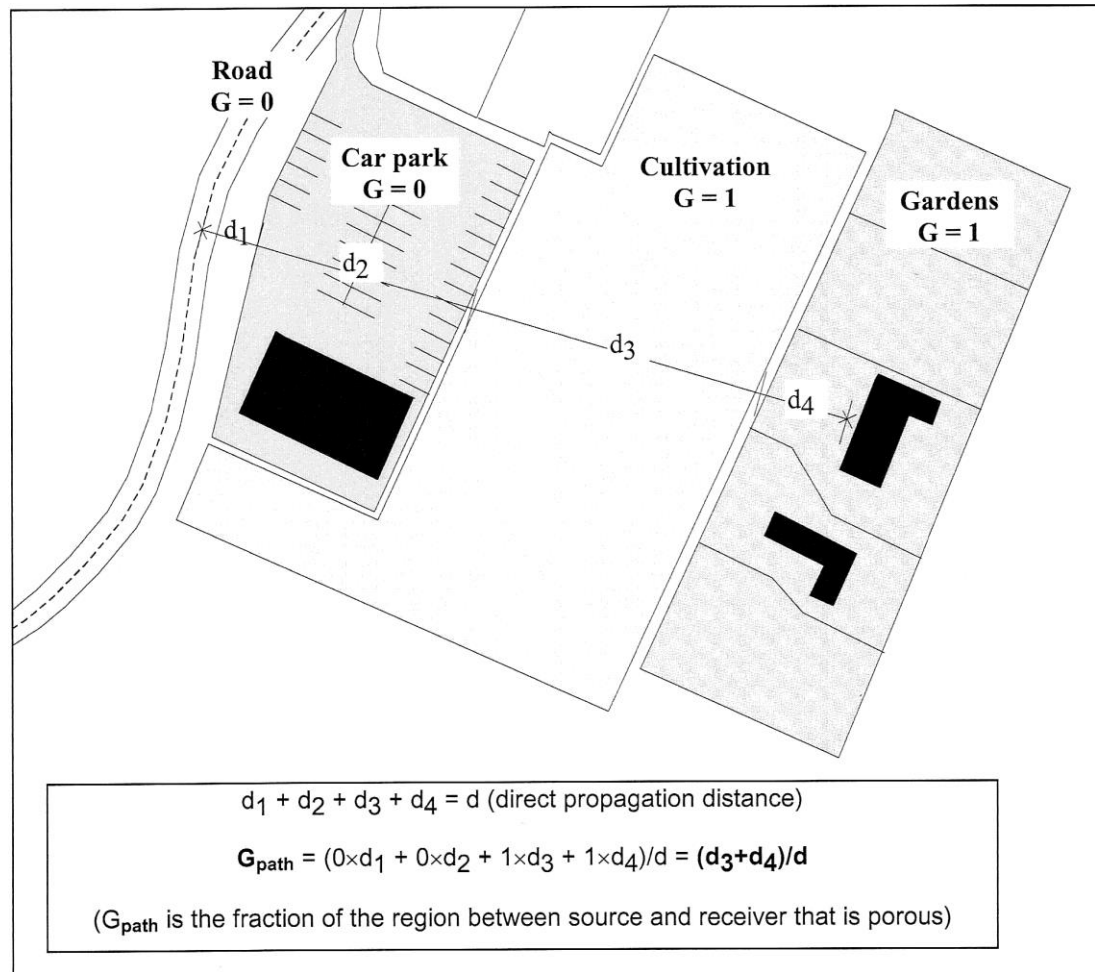
Atenuación del efecto del terreno :

1. Cálculo diferenciado para condiciones favorables y condiciones homogéneas.
2. En función de d_p , se toman tres zonas diferenciadas, $d_p \leq 30(z_s + z_r)$

$$A_{grd,F} = A_{s,F} + A_{m,F} + A_{r,F}$$

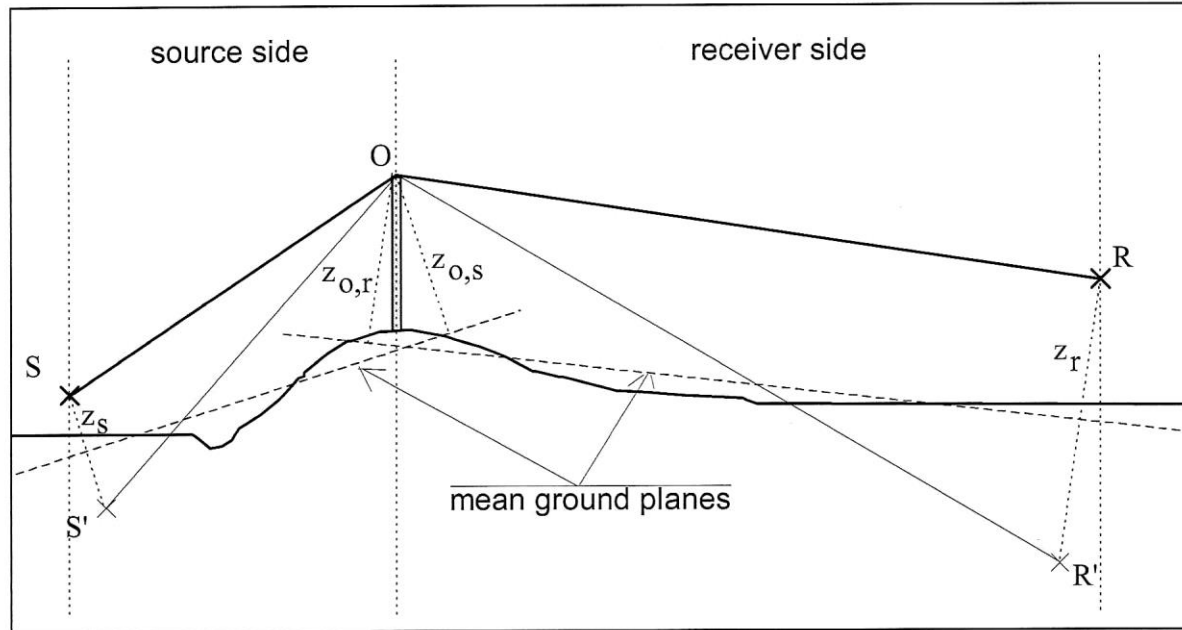
3. Cálculo por frecuencias.
4. El cálculo sigue el procedimiento descrito en la ISO 9613-2
5. Para condiciones homogéneas, se considera una única región, en función de G_{path} .

G_{path}:



Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

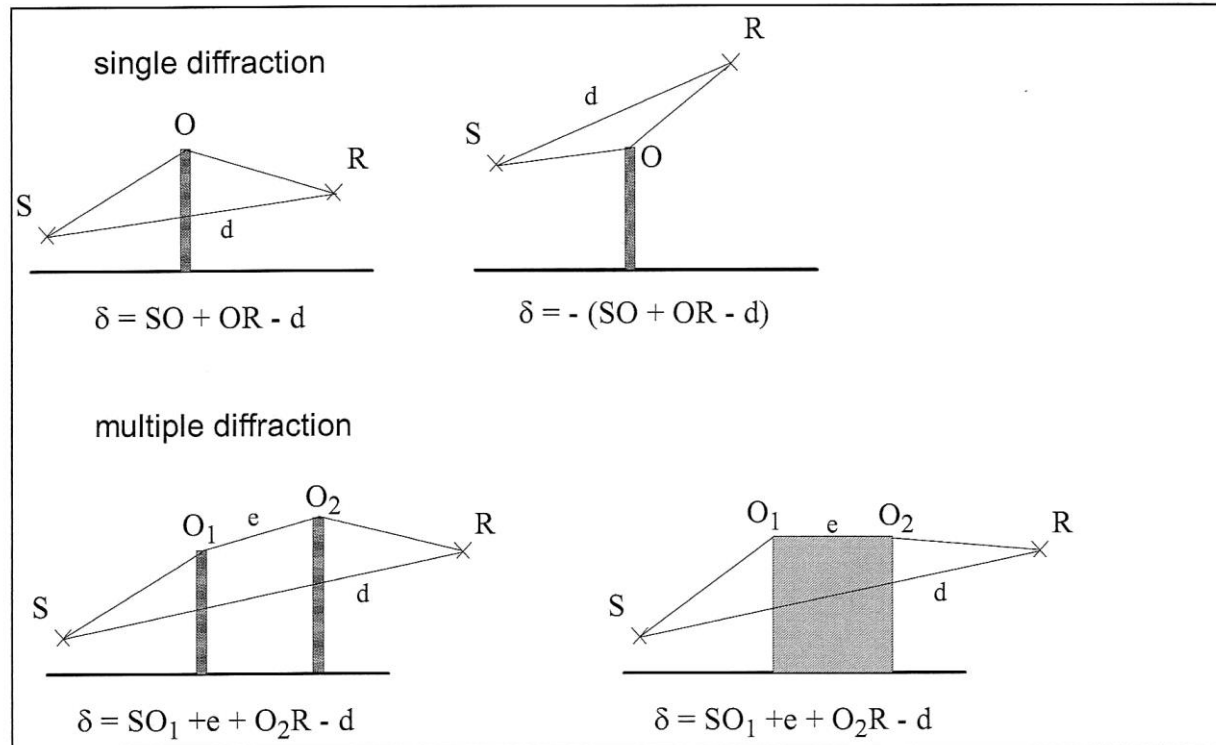
Efecto de difracción :



Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

- Cálculo diferenciado para condiciones favorables y condiciones homogéneas de la diferencia de caminos.
- Tiene en cuenta el efecto del terreno

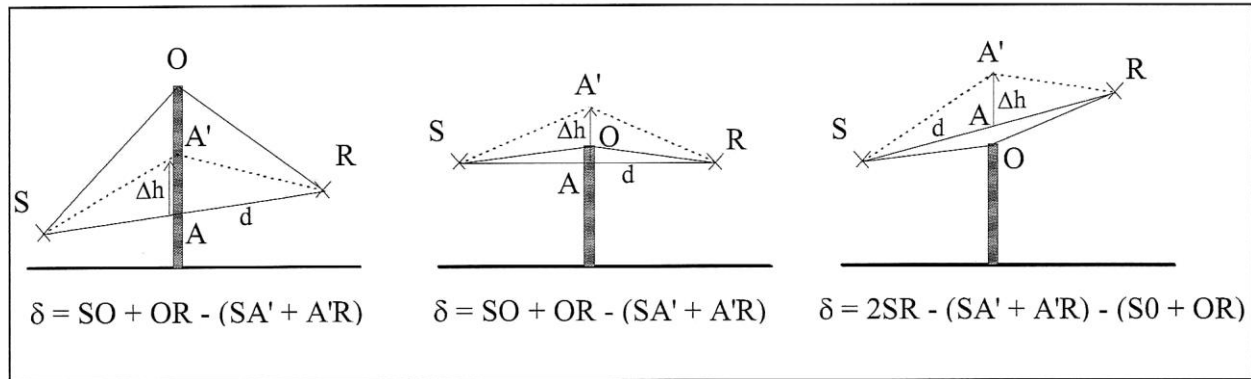
Cálculo de la diferencia de caminos



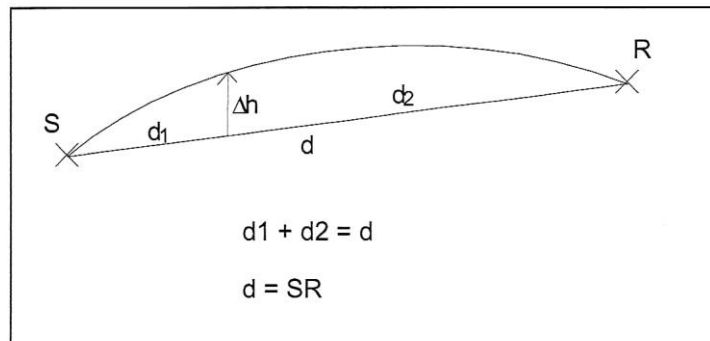
Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

Caso de propagación en condiciones homogéneas

Calculo diferencia de caminos



Caso de propagación en condiciones favorables

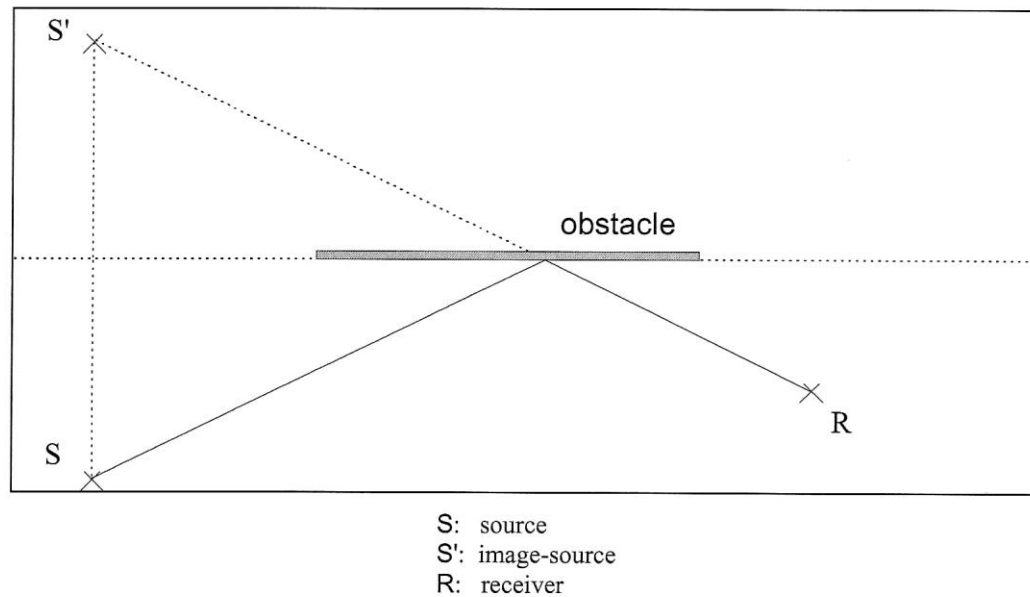


En condiciones favorables de propagación, se considera una curvatura del frente de ondas, y por tanto, disminuyendo el efecto de difracción del obstáculo.

Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

Reflexiones

Utilización de la fuente imagen.



Fuente: NMPB 96 - PREDICTION OF ROAD TRAFFIC NOISE

ACTUALIZACIÓN DEL MÉTODO: NMPB08

Guide du Bruit 2008:

La emisión viene dada por dos componentes:

a) Componente motor ($L_{m,w/m}$)

Para vehículos ligeros (LV):

$$L_{m,w/m,LV}(v) = L_{LV}(90) + b \cdot \log\left(\frac{v}{90}\right)$$

donde $L_{p,LV}(90)$ y b son valores tabulados según la velocidad media y la aceleración (velocidad constante, acelerada o desacelerada).

Para vehículos pesados (HV):

$$L_{m,w/m,HV}(v) = L_{HV}(80) + b \cdot \log\left(\frac{v}{80}\right) + \Delta L_{m,w/m}$$

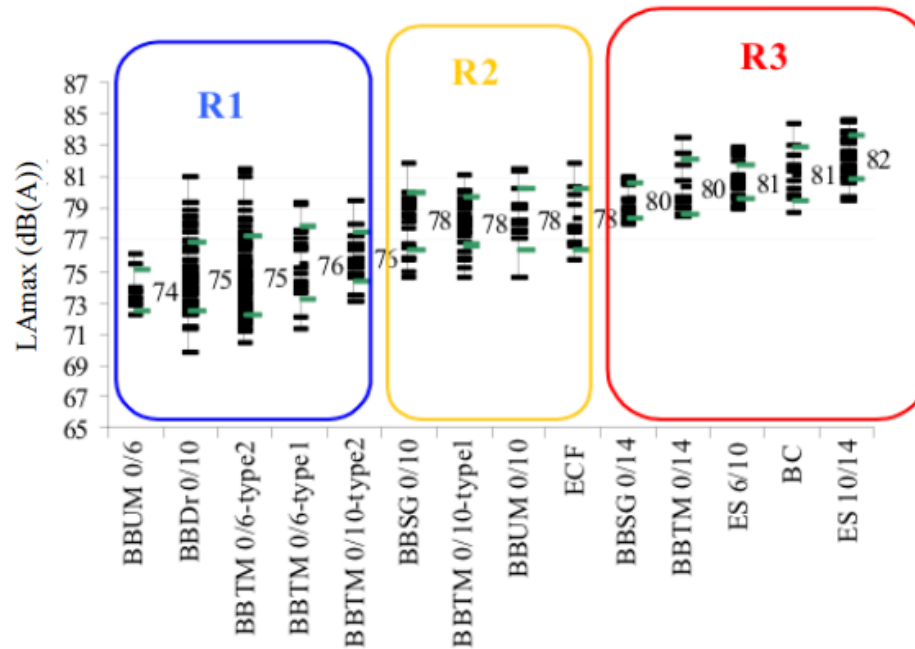
Donde $L_{p,LV}(80)$ y b son valores tabulados según la velocidad media y $\Delta L_{m,w/m}$ es una corrección según la pendiente y el tipo de aceleración (velocidad constante, acelerada o desacelerada).

ACTUALIZACIÓN DEL MÉTODO: NMPB08

b) Componente de rodadura ($L_{rw/m}$)

Esta componente depende de la velocidad del vehículo y del tipo de superficie de la carretera.

Las superficies se clasifican en 3 tipos según el tipo de asfalto (R_1 R_2 y R_3)



* Road noise prediction, Calculating sound emissions from traffic, SETRA (2011).

ACTUALIZACIÓN DEL MÉTODO: NMPB08

En la siguiente tabla se muestran las ecuaciones para el cálculo del nivel de rodadura según la velocidad del vehículo.

Tipo de superficie	$L_{r,LV}$	$L_{r,HV}$
R1	$53,4 + 21 \cdot \log(v/90)$	$61,5 + 20 \cdot \log(v/80)$
R2	$55,4 + 20,1 \cdot \log(v/90)$	$63,3 + 20 \cdot \log(v/80)$
R3	$55,7 + 21,4 \cdot \log(v/90)$	$64,1 + 20 \cdot \log(v/80)$

Además, existe un factor correctivo en función de la antigüedad del pavimento a en años:

Tipo de superficie	$\Delta L_{r,w/mL V}$		$\Delta L_{r,w/m H V}$	
	$a \leq 2$	$2 \leq a \leq 10$	$a \leq 2$	$2 \leq a \leq 10$
R1	-4	$0,5 (a-10)$	-2,4	$0,3 (a-10)$
R2	-2	$0,25 (a-10)$	-1,2	$0,15 (a-10)$
R3	-1,6	$0,2 (a-10)$	-1	$0,12 (a-10)$

ACTUALIZACIÓN DEL MÉTODO: NMPB08

Calculamos la suma energética de estas dos contribuciones:

$$L_{w/m} = L_{m w/m} \oplus L_{r w/m} = 10 \cdot \log(10^{0.1 L_{m w/m}} + 10^{0.1 L_{r w/m}})$$

Finalmente, el nivel de emisión LA_{wi} se calcula incluyendo el número de vehículos ligeros y pesados (Q_{LV} y Q_{HV}), la longitud del tramo representado por la fuente puntual l_i y la corrección por tercios de octava $R(j)$ del espectro de tráfico.

$$LA_{wi} = [L_{w/m LV} + 10 \log(Q_{LV})] \oplus (L_{w/m HV} + 10 \log(Q_{HV})) + 10 \log(l_i) + R(j)$$

Existen dos tipos de correcciones $R(j)$ según si el pavimento es poroso o no poroso.

ACTUALIZACIÓN DEL MÉTODO: NMPB08

Modelo de propagación: NMPB-Routes-2008.

El modelo de propagación es muy parecido al descrito en el modelo anterior (NMPB-96). A continuación se detallan las modificaciones más importantes:

- Resolución frecuencial en bandas de tercio de octava, de 100 Hz hasta 5 KHz.
- Altura de la fuente = 0,05m (en lugar de 0,5 m).
- Coeficiente G (para el cálculo de Δ_{suelo}) adquiere valores continuos (antes 0 o 1).
- Cambios en el cálculo de $\Delta_{difracción}$ (adaptada para barreras de poca altura).

FUTURO:

Un método único para todos los estados miembros de la Unión Europea => CNOSSOS

METODO RLS-90 (método alemán)

Caracterización fuente de ruido.

$$L_{25}(0) = 37,3 + 10 \cdot \log(M(1 + 0,082 \cdot p))$$

Donde M es el volumen de tráfico y p el porcentaje de vehículos pesados.

Tipus de via	M(veh/h) dia	p(%) dia	M(veh/h) nit	p(%) nit
Autopista	0,06 IMD	25	0,014 IMD	45
Autovia	0,06 IMD	20	0,011 IMD	20
Comercial	0,06 IMD	20	0,008 IMD	10
Municipal	0,06 IMD	10	0,011 IMD	3

IMD = Índice medio diario

METODO RLS-90

$$L_{25} = L_{25}(0) + \Delta L_f + \Delta L_p + \Delta L_r + \Delta L_v$$

El valor de emisión se corrige con :

ΔL_f es la corrección por tipo de asfalto.

ΔL_p es la corrección por la pendiente de la vía.

ΔL_r es la corrección por la presencia de reflexiones.

ΔL_v es la corrección por la velocidad y porcentaje de pesados.

METODO RLS-90

El nivel en recepción vendrá dado por: $L_r = 10 \cdot \log \sum_j 10^{0,1 \cdot L_{r,j}}$

Donde L_r es la suma energética de la contribución de cada calle, definida:

$$L_{r,j} = L_{m,j} + k$$

Donde $L_{m,j}$ es el nivel debido para cada sección de fuente, corregido por las variables de propagación y k es una corrección por presencia de cruces o semáforos.

$$L_{m,j} = L_{25} + D_l + D_s + D_{BM} + D_z$$

D_l es la corrección por longitud de sección.

D_s es la atenuación debido a la divergencia geométrica i al efecto de la absorción del aire.

D_{BM} es la corrección por efecto del suelo i condiciones meteo.

D_z es la corrección por posibles efectos de difracción de obstáculos.

Ejercicio

Aplicar el método NMPB

Vehículos ligeros día: 1200 v/h

Vehículos pesados día: 40 v/h

V: 50 Km/h

Pendiente nula

Tráfico fluido

Asfalto liso

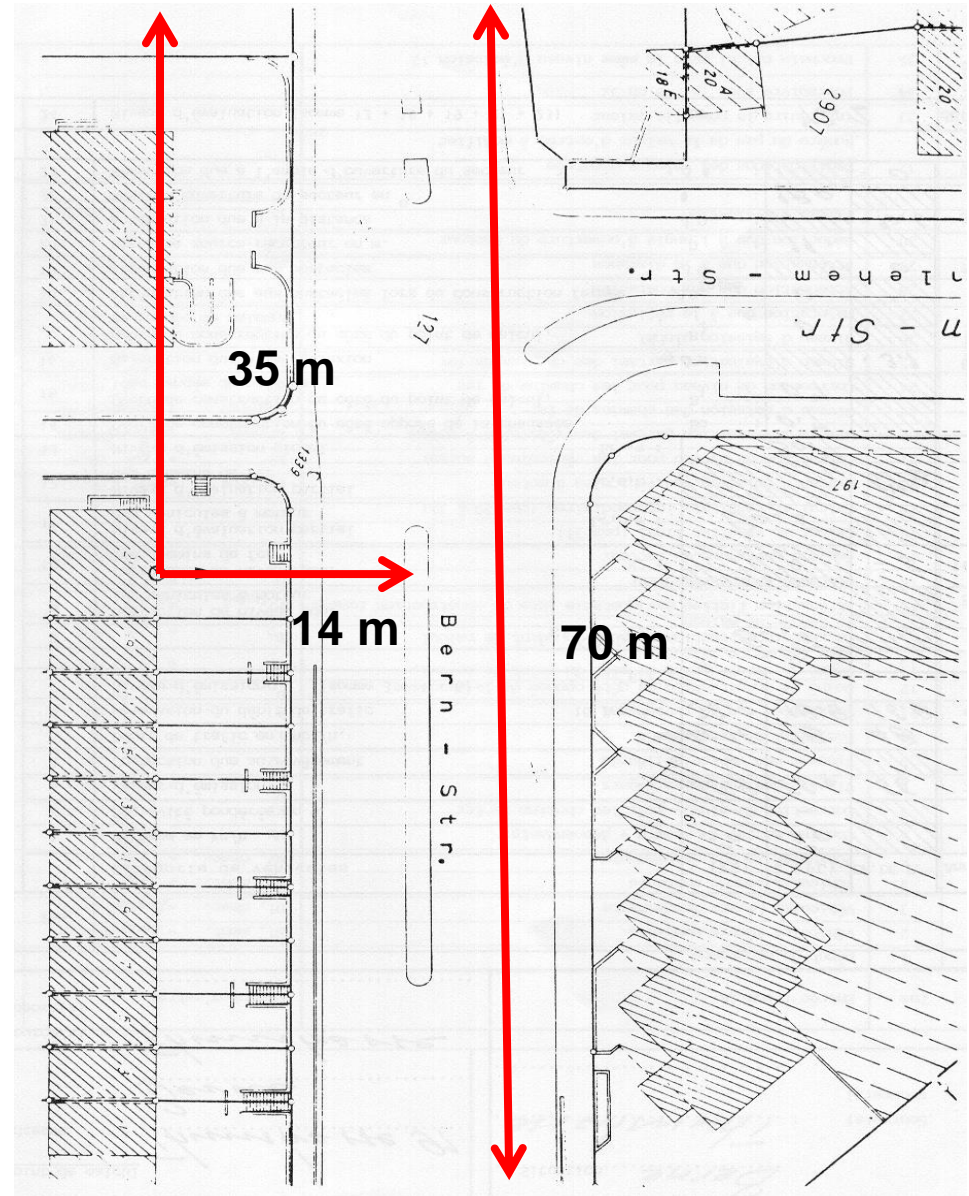
Distancia centro vía=14m

Anchura carril 3m

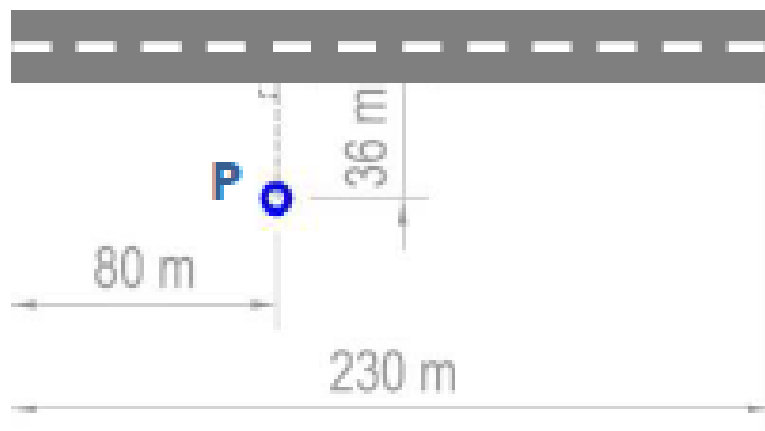
Dos carriles /dos direcciones

Temperatura 20 °C

Humedad relativa 60%



Ejercicio entregable (opcional)



Datos:

- IMD: 40.000 vehículos/día
- 3% de vehículos pesados
- Tipo de tráfico: fluido continuo
- Velocidad media: 40 km/h
- Tipo de pavimento: asfalto liso
- Pendiente = 0%
- Temperatura media: 15°C
- Humedad relativa: 50%

Calcular los niveles en el punto P, según el método NMPB-96

Entregar hoja Excel con los cálculos.

A collection of decorative squares in light blue, medium blue, and grey, arranged in a sparse, abstract pattern across the top half of the slide.

Clase presencial – tema 3

Repaso método NMPB – infraestructuras viarias
Resolución ejercicio

Eduard Puig