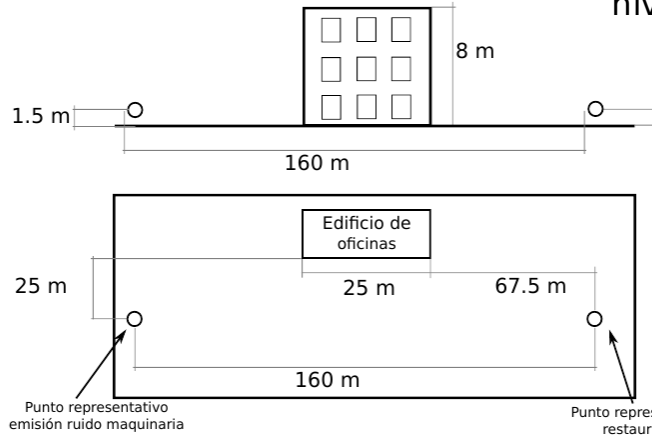


En las proximidades a la obra hay un restaurante y un edificio de oficinas. Particularmente, se quiere calcular el nivel de ruido en la fachada exterior del restaurante que se ha considerado representada por un punto a 1.5 m sobre el suelo. La obra sólo va a realizarse durante el día.

El suelo adyacente está formado principalmente por suelo pavimentado con distintas aplicaciones (carreteras, zonas de aparcamientos, etc.).

Para unas condiciones atmosféricas de 15°C y 70% de humedad relativa, determina

Se está empleando una excavadora de 40t cuyos niveles de emisión sonora vienen dados por:



f_1	62.5 Hz	f_8	812 Hz
L_{wp}	112.7	L_{wp}	109.0
	109.7		94.0
	111.1		
	113.0		
	105.8		
	102.0		

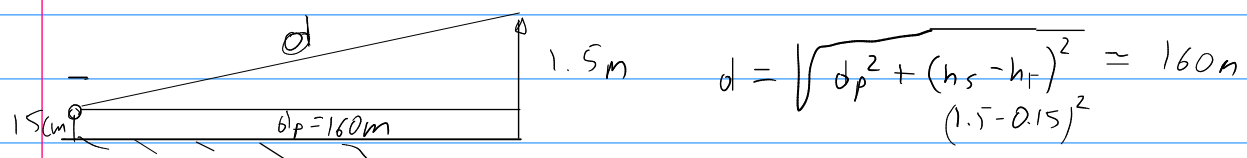
Puedes suponer que la altura de emisión es de alrededor de 15 m

a) Cálcula el nivel sonoro que llegaría para cada banda y el ponderado A despreciando cualquier efecto de reflexión en el edificio de oficinas.

$f_1 = 62.5 \text{ Hz}$ $L_{wp} = 112.7 \text{ dB}$ $L_{p,r} = L_{wp} - A_{bf}$

$A_{bf} = A_{div} + A_{atm} + A_{gr}$

$A_{div} = 20 \log_{10} \left(\frac{d}{d_0} \right) + 11 = 20 \log_{10} (160) + 11 = 55.1 \text{ dB}$



$A_{atm} = \frac{d}{1000} = \frac{0.1 \cdot 160}{1000} = 1.6 \cdot 10^{-2} \text{ dB}$

15°C
70%

$\alpha \rightarrow$

Table 2 — Atmospheric attenuation coefficient α for octave bands of noise

Temperature °C	Relative humidity %	Atmospheric attenuation coefficient α , dB/km							
		Nominal midband frequency, Hz							
		63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
→ 10	70	0.1	0.4	1.0	1.9	3.7	9.7	32.8	117
→ 20	70	0.1	0.3	1.1	2.8	5.0	9.0	22.9	76.6
30	70	0.1	0.3	1.0	3.1	7.4	12.7	23.1	59.3
15	20	0.3	0.6	1.2	2.7	8.2	28.2	88.8	202
15	50	0.1	0.5	1.2	2.2	4.2	10.8	36.2	129
15	80	0.1	0.3	1.1	2.4	4.1	8.3	23.7	82.8

$\alpha_1 = 0.1 \text{ dB/km}$

$A_{gr} \rightarrow G \Rightarrow$ sullo comparto

$$s \rightarrow 30h_s = 30 \cdot 0.15 = 4.5m$$

$$r \rightarrow 30h_r = 30 \cdot 1.5 = 45m$$

$$G_s = G_r = G_m = 0$$

$$A_{g_{f_1}} = A_{s_{f_1}} + A_{r_{f_1}} + A_{m_{f_1}} = -1.5 - 1.5 - 2.1 = -5.1 \text{ dB}$$

Frec. (Hz)	$A_{s,r}$ (dB)
63	-1.5
125	$-1.5 + G \cdot (1.5 + 3e^{-0.12(h-5)^2} (1 - e^{-d_p/50}) + 5.7e^{-0.09h^2} (1 - e^{-2.8 \cdot 10^{-6} d_p^2}))$
250	$-1.5 + G \cdot (1.5 + 8.6e^{-0.09h^2} (1 - e^{-d_p/50}))$
500	$-1.5 + G \cdot (1.5 + 14.0e^{-0.46h^2} (1 - e^{-d_p/50}))$
1000	$-1.5 + G \cdot (1.5 + 5.0e^{-0.9h^2} (1 - e^{-d_p/50}))$
2k-8k	$-1.5(1 - G)$

$$\rightarrow A_{s,r} = -1.5 \text{ dB}$$

$$A_{r_{f_1}} = -1.5 \text{ dB}$$

$$A_{m_{f_1}} = -3 \left(1 - \frac{30(0.15 + 1.5)}{160} \right) = -2.1 \text{ dB}$$

\rightarrow

Frec. (Hz)	A_m (dB)
63	$-3 \left(1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d_p} \right)$
125-8000	$-3 \left(1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d_p} \right) (1 - G_m)$

$$A_{b_{f_1}} = A_{div} + A_{atm_{f_1}} + A_{g_{f_1}} = 55.1 + 0.918 + (-5.1) = 50 \text{ dB}$$

$$L_{g,r} = 112.7 - 50 = 62.7 \text{ dB} \quad (62.5 \text{ Hz})$$

octave:47> cargafuncionesruido

octave:48> Lw_excavadora = [112.700 109.068 111.112 113.023 105.776 102.000 99.000 94.000]
Lw_excavadora =

112.700 109.068 111.112 113.023 105.776 102.000 99.000 94.000

octave:49> hr = 1.5

hr = 1.5000

octave:50> hs = 0.15

hs = 0.1500

octave:51> d=160

d = 160

octave:52> dp=160

dp = 160

octave:53> Gs=0

Gs = 0

octave:54> Gr=0

Gr = 0

octave:55> Gm=0

Gm = 0

octave:56> Adiv = Adivf(d)

Adiv = 55.082

octave:57> alpha = ([0.1, 0.4, 1.0, 1.9, 3.7, 9.7, 32.8, 117] + [0.1, 0.3, 1.1, 2.8, 5.0, 9.0, 22.9, 76.6])/2

alpha =

0.1000 0.3500 1.0500 2.3500 4.3500 9.3500 27.8500 96.8000

octave:58> Aatm = Aatmf(alpha, d)

Aatm =

1.6000e-02 5.6000e-02 1.6800e-01 3.7600e-01 6.9600e-01 1.4960e+00 4.4560e+00 1.5488e+01

octave:59> Agr = Asorf(dp,hs,Gs) + Asorf(dp,hr,Gr) + Amf(dp,hs,hr,Gm) * (30*(hs+hr)<dp)

Agr =

-5.0719 -5.0719 -5.0719 -5.0719 -5.0719 -5.0719 -5.0719 -5.0719

```
octave:60> Abf = Adiv+Aatm+Agr
```

```
Abf =
```

```
50.027 50.067 50.179 50.387 50.707 51.507 54.467 65.499
```

```
octave:61> LfT = Lw_excavadora - Abf
```

```
LfT =
```

```
62.673 59.001 60.933 62.636 55.069 50.493 44.533 28.501
```

```
octave:62> Af
```

```
Af =
```

```
-26.2000 -16.1000 -8.6000 -3.2000 0 1.2000 1.0000 -1.1000
```

```
octave:63> LAfT = LfT + Af
```

```
LAfT =
```

```
36.473 42.901 52.333 59.436 55.069 51.693 45.533 27.401
```

```
octave:64> %LAT = 10*log10(sum(10.^(LAfT/10)))
```

```
octave:64> LAfT/10
```

```
ans =
```

```
3.6473 4.2901 5.2333 5.9436 5.5069 5.1693 4.5533 2.7401
```

```
octave:65> 10.^(LAfT/10)
```

```
ans =
```

```
4.4396e+03 1.9505e+04 1.7114e+05 8.7831e+05 3.2133e+05 1.4769e+05 3.5756e+04 5.4973e+02
```

```
octave:66> sum(10.^(LAfT/10))
```

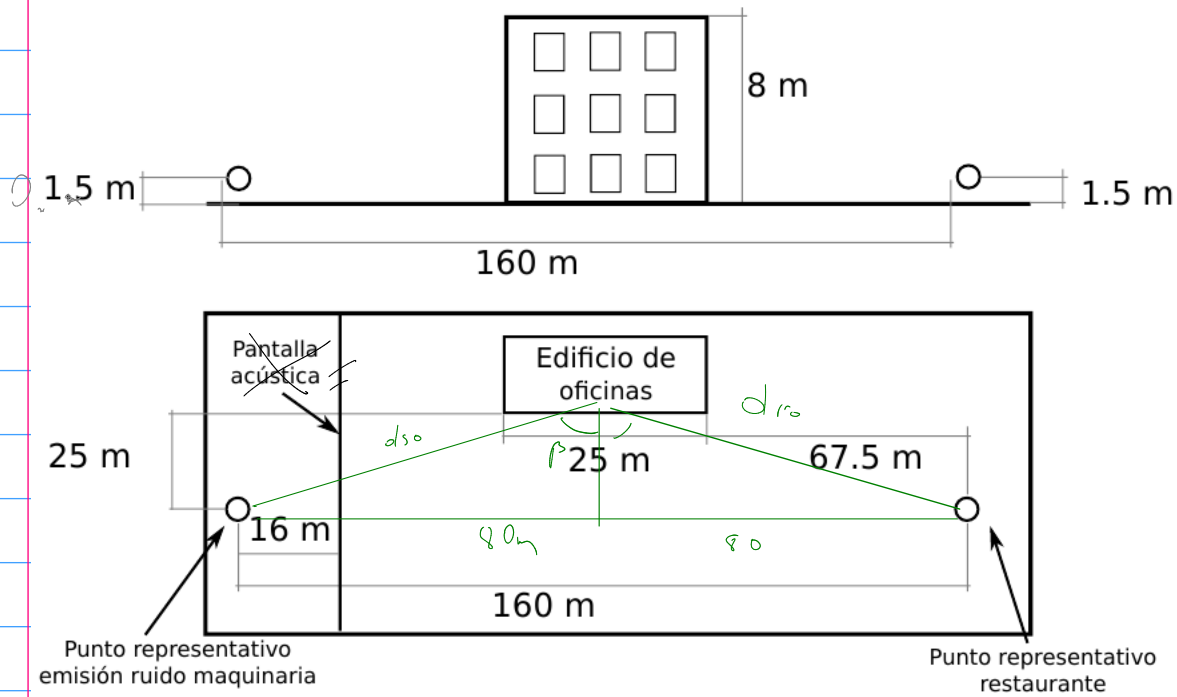
```
ans = 1.5787e+06
```

```
octave:67> LAT = 10*log10(sum(10.^(LAfT/10)))
```

```
LAT = 61.983
```

$$L_A = 62.0 \text{ dB} //$$

b) Se producirá reflexión en el edificio de oficinas? Recalcula el nivel sonoro A en el restaurante teniendo en cuenta dicho efecto.



- El sonido reflejado puede alcanzar el receptor con un ángulo de incidencia (β) idéntica al ángulo reflejado
- Coeficiente de reflexión de la superficie > 0.2
- Longitud de la superficie suficientemente grande ($l > l_{min}$) para reflejar en la banda considerada

$$\frac{1}{\lambda} > \frac{2}{(l_{min} \cos \beta)^2} \frac{d_{so} d_{ro}}{d_{so} + d_{ro}}$$

Tipo de superficie	ρ_{rc}
Muro planos y compactos	1
Muros de edificios con ventanas	0.8
Muro de fábrica con el 50% de su superficie formada por espacios abiertos, instalaciones, tuberías, ...	0.4
Instalaciones totalmente abiertas (tuberías, torres, etc.)	0

$$d_{so} = d_{ro} = \sqrt{25^2 + 80^2} = 83.8 \text{ m}$$

$$\beta = \arcsin\left(\frac{25}{83.8}\right) = 17.2^\circ$$

$$l_{min} > \sqrt{\frac{\lambda \cdot 2}{\cos^2 \beta} \frac{d_{so} d_{ro}}{d_{so} + d_{ro}}} = \sqrt{\frac{\lambda}{\cos^2 \beta}} d_{so} =$$

$$\lambda = \frac{340}{f} \Rightarrow f_1 = 62.5 \text{ Hz} \Rightarrow \lambda = 5.44 \text{ m}$$

$$f_1 \rightarrow l_{min} > \sqrt{\frac{5.44}{\cos^2 17.2^\circ}} \cdot 83.8 = 71.6 \text{ m}$$

$l_{min} = 8 \not> 71.6 \text{ m}$ No hay reflexión

$$\lambda = 340. / f$$

octave:81 > $(\sqrt{\lambda / \cos(\beta)})^2 \cdot d_{so}$

ans =

ans >

71.5887 50.6208 35.7943 25.3104 17.8972 12.6552 8.9486 6.3276

f >

⇒ 8 kHz

$$L_{w_f} = 94 \text{ dB}$$

$$L_{w_{f_{rim}}} = L_{w_f} + 10 \log_{10} P_{TC} + D_{in}$$

$$L_{w_{f_{rim}}} = 94 + 10 \log_{10} 0.8 = 93.0 \text{ dB}$$

$$d_{p_{ref}} = d_{r_{ref}} = d_{s_0} + d_{r_0} = 2 \cdot 83.8 = 167.6 \text{ m}$$

$$A_{div} = 20 \log_{10} (167.6) + 11 = 55.5 \text{ dB}$$

$$f_{8 \rightarrow} A_{atm} = 16.2 \text{ dB}$$

$$A_{gr} = -5.1 \text{ dB}$$

$$A_{bf_s} = 55.5 + 16.2 - 5.1 = 66.6 \text{ dB}$$

$$L_{f_{8ref}} = L_{w_{f_{rim}}} - A_{bf_s} = 93 - 66.6 = 26.4 \text{ dB}$$

$$L_{f_{8T}} = 26.4 + (-1.1) = 25.3 \text{ dB}$$

$$\Rightarrow L_{AT} = 10 \log_{10} \left(\sum_{j=1}^8 10^{0.1 \cdot L_{Af_j T}} \right)$$

$$\Rightarrow L_{AT} = 10 \log_{10} \left(\sum_{n=1}^{NF} \sum_{j=1}^8 10^{0.1 \cdot L_{Af_j T_n}} \right)$$

$$L_{AT} = 10 \log_{10} (10^{\square} + 10^{\square} + \dots + 10^{2.53}) =$$

octave:120 > $L_{Af8Tref} = L_{f8ref} + Af(8)$

$$L_{AT} = 10 \cdot \log_{10} (\text{sum}(10.^{(L_{AfT}/10)}) + 10.^{(L_{Af8Tref}/10)})$$

$$L_{Af8Tref} = 25.331$$

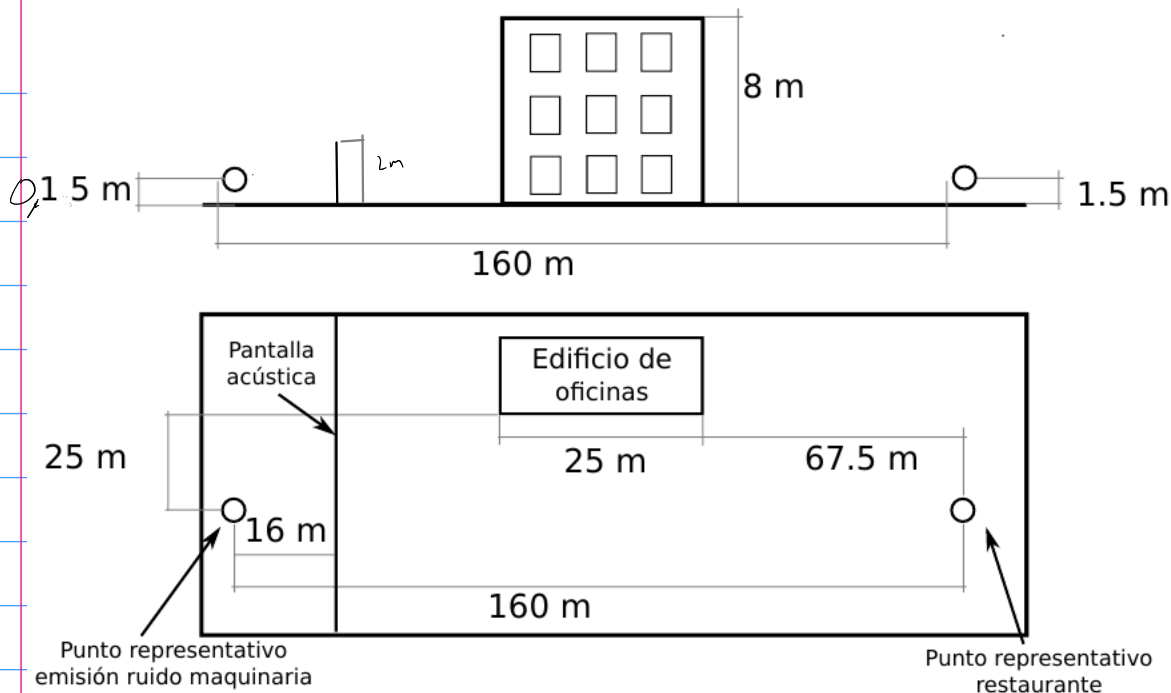
$$L_{AT} = 61.984$$

$$L_{AT} = 62.0 \text{ dB} \quad 70$$

70

	Día	Noche
Sanitario, docente, cultural, espacios naturales protegidos, parques públicos y jardines locales	60	50
Viviendas, residencias temporales, áreas recreativas y deportivas no masivas	65	55
Oficinas, locales y centros comerciales, restaurantes, bares y similares, áreas deportivas de asistencia masiva	<u>70</u>	<u>60</u>
Industria, estaciones de viajeros	75	65

c) Se ha instalado una pantalla acústica muy larga a 16m de la obra con una altura de 2 m
 ¿Cuál será el nivel sonoro ponderado A en el restaurante?



$$A_{br} = \max \{ D_{z_f} - A_{p_f}, 0 \}$$

$$D_{z_f} = 10 \log_{10} \left(3 + \frac{c_2}{\lambda} c_3 \pm K_{met} \right) =$$

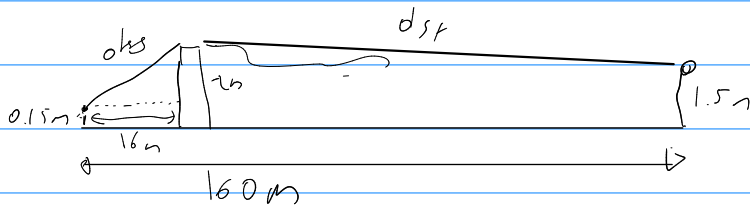
$$c_2 = 20$$

$$c_3 = 1$$

$$\lambda = \frac{340}{f}$$

$$z \rightarrow z = \sqrt{(d_{ss} + d_{st})^2 + a^2} - d = d_{ss} + d_{st} - d$$

$$z = 16.107 + 144 - 160 = 0.107 \text{ m}$$



$$d_{ss} = \sqrt{16^2 + (2 - 0.15)^2} = 16.107 \text{ m}$$

$$d_{st} = \sqrt{(160 - 16)^2 + (2 - 1.5)^2} = 144.00 \text{ m}$$

$$K_{met} = e^{\left(\frac{-\sqrt{d_{ss} d_{st} d}}{2000} \right)} = 0.509$$

$$D_{z_f} = 5.0 \text{ dB}$$

$$A_{p_f} = -5.1 \text{ dB}$$

$$A_{br_f} = D_{z_f} - A_{p_f} = 5 - (-5.1) = 10.1 \text{ dB}$$

$$a) \rightarrow A_{b_f} = 50.0 \text{ dB}$$

$$A_{b_f} = A_{div} + A_{atn} + A_{p_i} + A_{br} = 60.1 \text{ dB}$$

```

octave:10> C2 = 20
C2 = 20
octave:11> C3 = 1
C3 = 1
octave:12> dss = sqrt(16^2 + (2-0.15)^2)
dsr = sqrt((160-16)^2 + (2-1.5)^2)
a = 0
dss = 16.107
dsr = 144.00
a = 0
octave:15> z = sqrt((dss+dsr)^2+a^2)-d
kmet = e^(-sqrt(dss*dsr*d/2/z)/2000)
z = 0.1018
kmet = 0.5091
octave:17> Dz = 10*log10(3+C2./lambda*C3*z*kmet)
Dz =

    5.0386    5.2904    5.7541    6.5551    7.8159    9.5882   11.8157   14.3745

octave:18> Abar = Dz - Agr
Abar =

   10.110   10.362   10.826   11.627   12.888   14.660   16.888   19.446

octave:19> Abar (Abar <0) = 0
Abar =

   10.110   10.362   10.826   11.627   12.888   14.660   16.888   19.446

octave:20> Abf_pantalla = Adiv + Aatm + Agr + Abar
Abf_pantalla =

   60.137   60.429   61.005   62.014   63.595   66.167   71.355   84.946

octave:21> LfT_pantalla = Lw_excavadora - Abf_pantalla
LfT_pantalla =

   52.5627   48.6387   50.1067   51.0095   42.1818   35.8331   27.6454    9.0542

octave:22> LAfT_pantalla = LfT_pantalla + Af
LAfT_pantalla =

   26.3627   32.5387   41.5067   47.8095   42.1818   37.0331   28.6454    7.9542

octave:23> LAT_pantalla = 10*log10(sum(10.^(LAfT_pantalla/10)))
LAT_pantalla = 49.960
octave:24>

```

$$L_{NT} = 50.0 \text{ dB}$$