



## La autopista del sur<sup>1</sup>

*Gli automobilisti accaldati sembrano non avere storia...  
Come realtà, un ingorgo automobilistico impressiona ma  
non ci dice gran che.*

Los acalorados automovilistas parecen no tener historia...  
Como fenómeno un embotellamiento impresiona, pero no  
dice gran cosa.

Arrigo Benedetti “L’Espresso”, Roma, 21/6/1964

### Pregunta 1

En esta pregunta la idea es asumir simplemente que dado que el caudal  $Q$  es de 15 autos/min cada  $\frac{1}{15}$  min = 4 seg pasa un auto por cualquier punto de la ruta que uno mire. Entonces cuando el primer auto se detenga, el auto que tiene detrás va a tardar 4 seg en “sumarse” a la fila. El mismo tiempo va a tardar en general cada vehículo en llegar al auto que tiene delante desde que éste se detiene. Como la fila crece 6 m con cada auto, la velocidad resulta  $v_{\text{fila}} = \frac{6 \text{ m}}{4 \text{ seg}}$ ,

$$v_{\text{fila}} = 1,5 \text{ m/seg} = 5,4 \text{ km/h}$$

En realidad, al hacer la cuenta de esta manera estamos asumiendo que la velocidad de crecimiento de la fila es bastante menor a la velocidad que tienen los vehículos cuando no hay bloqueo. Porque si no uno tendría que considerar como tiempo  $\Delta t$  que transcurre hasta que un nuevo auto se suma a la fila al tiempo que le lleva recorrer la distancia  $D$  que separa a los autos usualmente, menos la distancia de separación en la fila  $d = 6 \text{ m}$ . Si la velocidad de los autos es muy grande, como  $D$ ,  $v$  y  $Q$  están relacionados por la ecuación  $Dv = Q$ , entonces también lo será  $D$  con respecto a  $d$ .

La velocidad de la fila teniendo en cuenta esta corrección resulta

$$v_{\text{fila}} = dQ \frac{1}{1 - \frac{dQ}{v}}$$

con lo cual si asumimos una velocidad de  $v = 120 \text{ km/h}$  la corrección es del 4 %. Asumiendo en cambio una velocidad de  $40 \text{ km/h}$  la corrección llega a un 13 %.

### Pregunta 2

En este punto simplemente utilizamos la velocidad de la fila (1,5 m/seg) y el tiempo que transcurrió desde que se liberó el bloqueo (20 min):

$$v_{\text{fila}} = 20 \text{ min } 1,5 \text{ m/seg} = 1,8 \text{ km},$$

---

<sup>1</sup>Este problema está inspirado en el cuento homónimo de Julio Cortázar, en el libro *Todos los fuegos el fuego* en el año 1966.



que correspondería a una fila de 300 autos.

### Pregunta 3

Asumimos que cada auto solo ve al auto que tiene inmediatamente delante. Con lo cual cada auto va a tardar 3 segundos más que el anterior en arrancar. Entonces tenemos 30 segundos de demora para el 10<sup>mo</sup> auto y en general  $3x$ seg para el auto  $x$ . Como cada auto está a una distancia de 6m del siguiente la velocidad de esta señal es

$$v_s = 2 \text{ m/s.}$$

Para los datos considerados resulta mayor que la velocidad de creación de la fila.

### Pregunta 4

Usando la velocidad de la señal, y la distancia a la cual se encontraba obtenemos  $1,8 \text{ km} / 2,0 \text{ m/s} = 15 \text{ min}$

### Pregunta 5

Si consideramos  $t = 0$ seg el instante en el cual se libera el bloqueo, entonces

$$x_{\text{finfila}} = v_{\text{fila}}t + 1,8 \text{ km.}$$

Pero todos los autos entre el bloqueo y

$$x = v_s t$$

ya arrancaron. Entonces el tiempo en el cual finaliza el embotellamiento corresponde a

$$v_s t = v_{\text{fila}}t + 1,8 \text{ km.}$$

Con lo cual resulta

$$t = \frac{1,8 \text{ km}}{2 \text{ m/s} - 1,5 \text{ m/s}} = 3600 \text{ seg} = 1 \text{ h.}$$