72.25 - "Simulación de Sistemas"

TP5: "Dinámica peatonal"

De Simone, Franco - 61100
Dizenhaus, Manuel - 61101

Introducción

Introducción

- Multitudes en movimiento con objetivo

- Comportamiento al cruzarse con otros individuos/obstáculos

Fundamentos

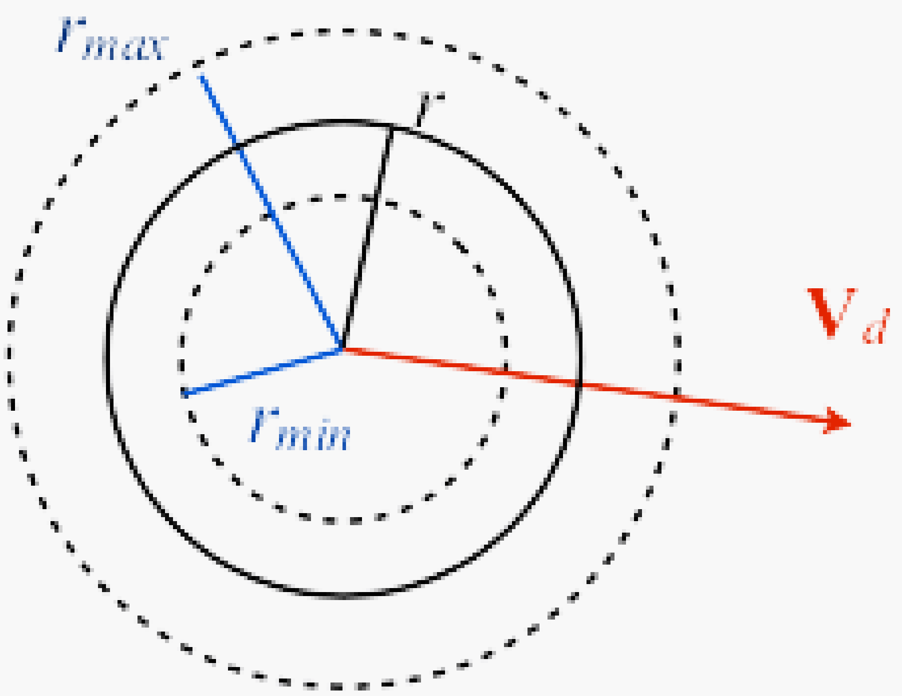
Fundamentos

Modelo: *"Contractile Particle Model" (CPM)*

- Partículas con radio **variable**
  - "Máxima compresión corporal"

- Velocidad deseada depende del radio:

$$|\mathbf{v}_d| = f(r) \quad tq \quad \begin{cases} v_d(r_{min}) = 0 \\ v_d(r_{max}) = v_{d\,max} \end{cases}$$



Fundamentos

Modelo: "*Contractile Particle Model*" (*CPM*)

- Si las partículas **no estan en contacto:**

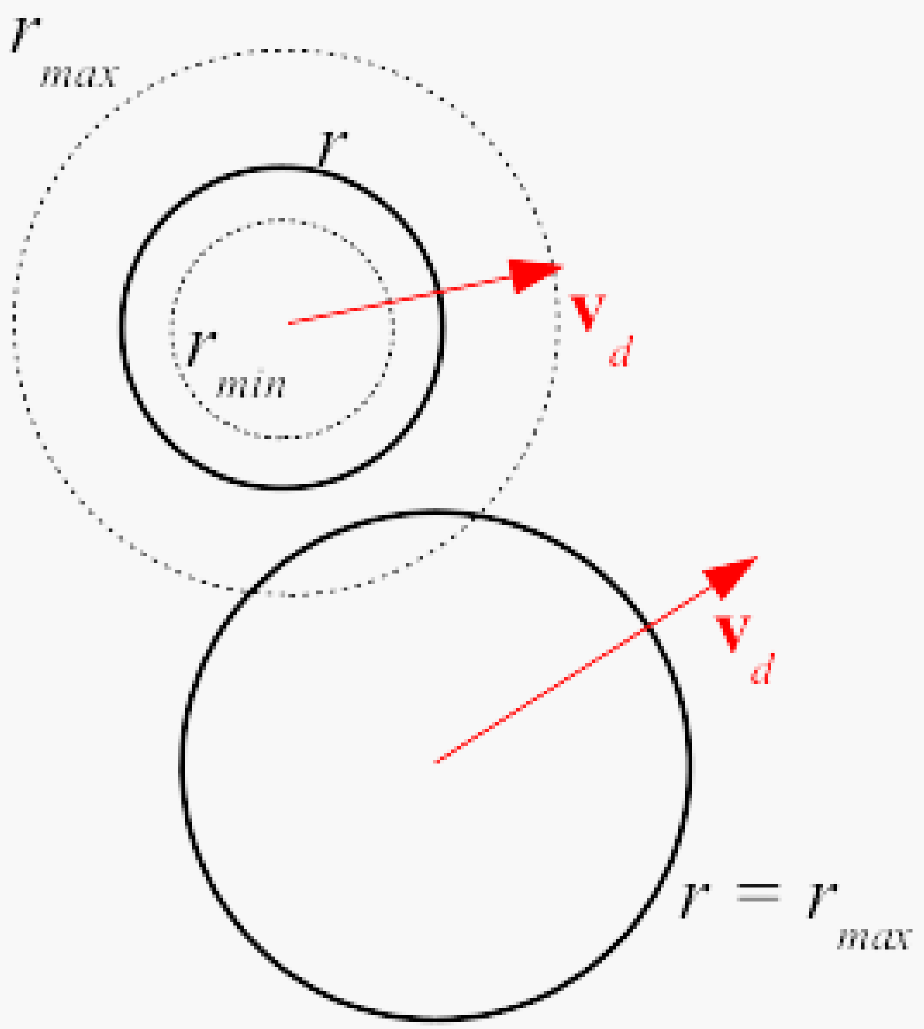
$$\mathbf{x}(t+dt) = \mathbf{x}(t) + \mathbf{v}_d\, dt$$

$$|\mathbf{v}_\mathrm{d}| = v_d = v_d^{max}\,[(r - r_{min})/(r_{max} - r_{min})]^\beta$$

$$r(t+dt) = r(t) + r_{max} / (\tau/\Delta t) \quad (\text{si } r < r_{max})$$

$$\mathbf{v}_\mathrm{d} = v_d\, \mathbf{e}_\mathrm{target}$$

$$\mathbf{e}_\mathrm{target} = (\mathbf{x}_\mathrm{target} - \mathbf{x}) / |(\mathbf{x}_\mathrm{target} - \mathbf{x})|$$



Fundamentos

Modelo: "*Contractile Particle Model*" (CPM)

- Cuando entran en contacto:

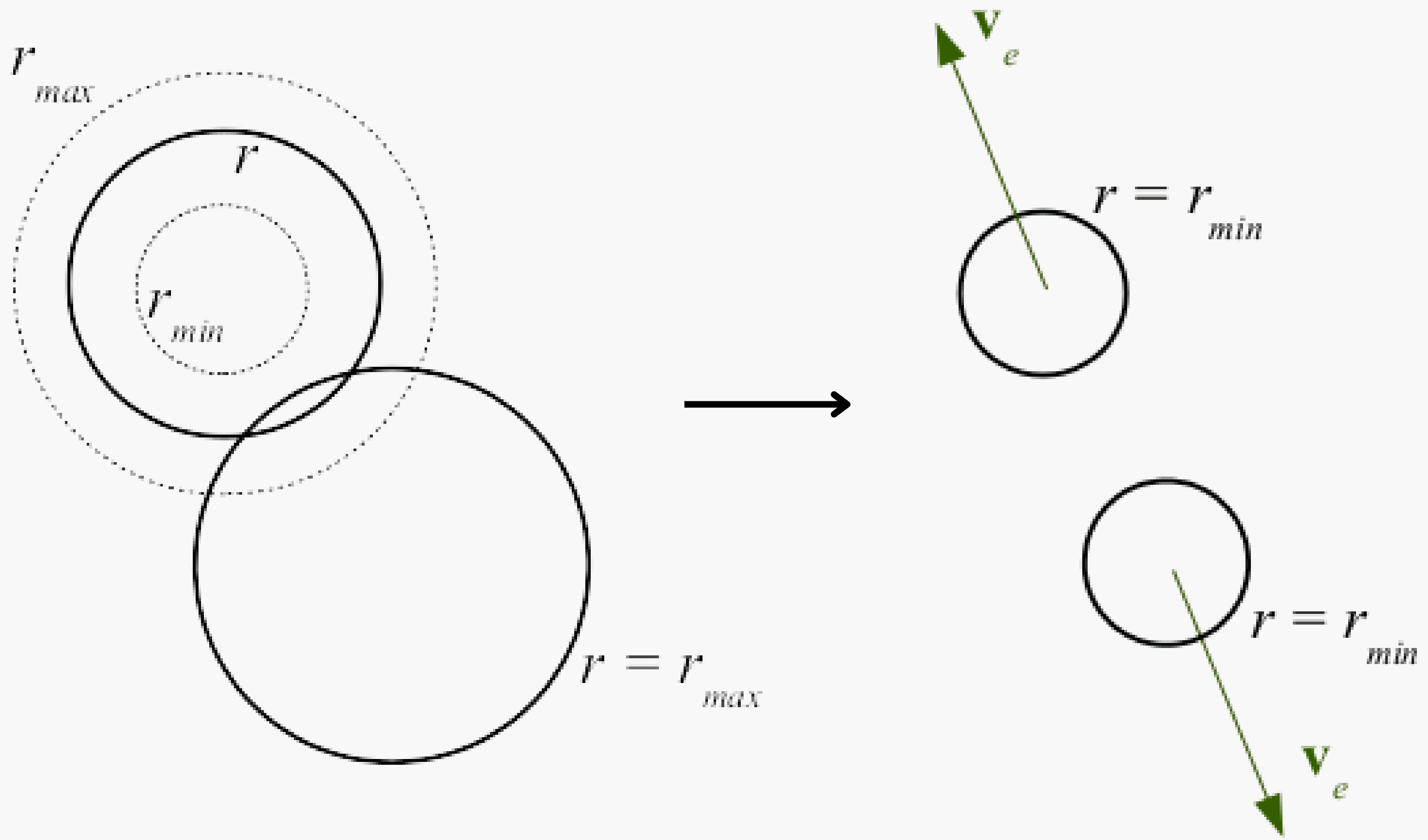
$$\mathbf{x}(t+\Delta t) = \mathbf{x}(t) + \mathbf{v}_e dt$$

$$r = r_{min}$$

$$|\mathbf{v}_e| = v_e = v_d^{max}$$

$$\mathbf{v}_e^i = v_e \frac{\sum_j \mathbf{e}^{ij}}{|\sum_j \mathbf{e}^{ij}|}$$

$$\mathbf{e}^{ij} = \frac{\mathbf{x}^i - \mathbf{x}^j}{|\mathbf{x}^i - \mathbf{x}^j|}$$



(Cuando colisiona con pared, se toma partícula de radio 0, y con centro horizontalmente alineado con el centro de la partícula que colisiona)

Implementación

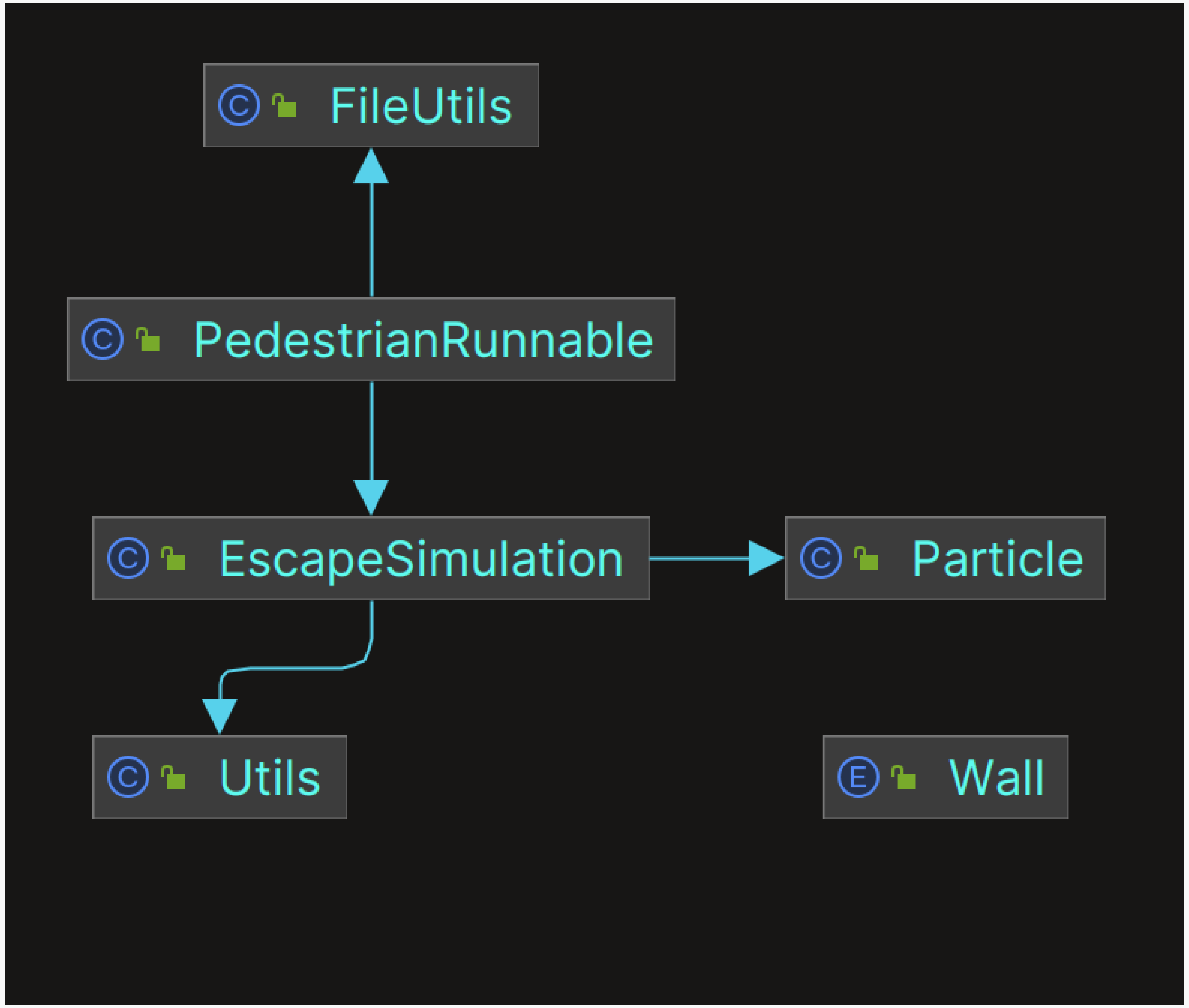
Implementación

Stack utilizado

- **Java** para diseño de modelo e implementación
- **Python** para procesamiento de datos y realización de gráficos
- **Ovito** para realización de animaciones

Implementación

Diagrama UML



Implementación

Algoritmo en pseudocódigo

```
1. Inicializar partículas con posiciones, radio (mínimo), y target

Mientras queden partículas dentro del recinto:

2. Para todas las partículas:
    2.1 Encontrar contactos entre esta y otras partículas (o paredes), y calcular velocidad de escape
    2.2 Ajustar radio en función de la regla de variación
    2.3 Calcular dirección y magnitud de velocidad deseada, si es que no colisiona
    2.4 Actualizar velocidad
    2.5 Actualizar posiciones
```

Simulaciones

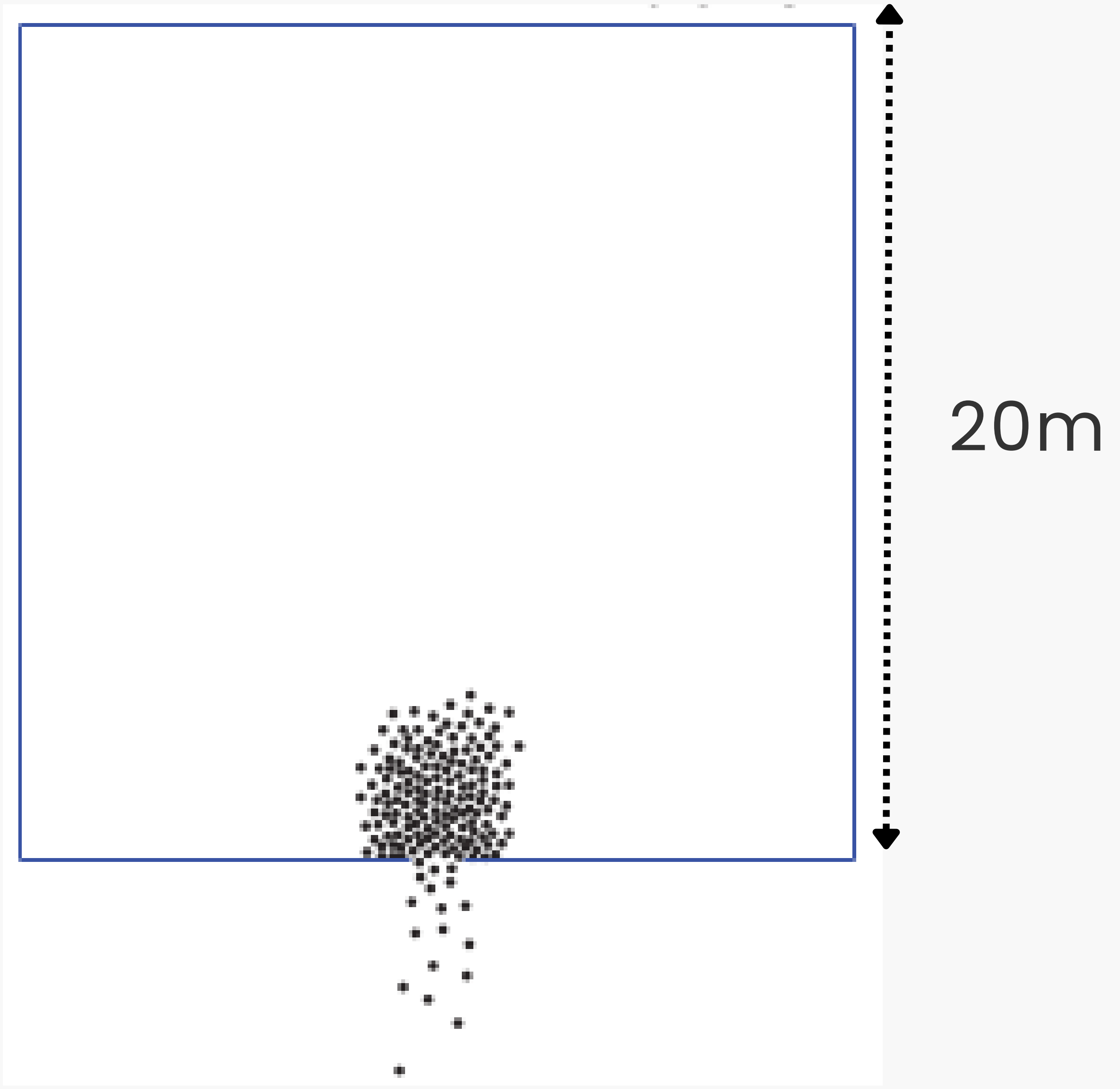
Simulaciones

Modelo

- Recinto cerrado de 20m x 20m
- Puerta centrada de tamaño *d*
- *N* partículas dentro de recinto ubicadas *aleatoriamente*
- Velocidad deseada: *vd max*

- Parámetros fijos (tomados de la bibliografía):

$$r_{min} = 0.10m$$
$$r_{max} = 0.37m$$
$$\beta = 0.9$$
$$\tau = 0.5$$



Simulaciones

Modelo

- Cálculo de target de cada partícula:

Sean x_{e1}, x_{e2} los límites de la puerta (con y $= 0$),

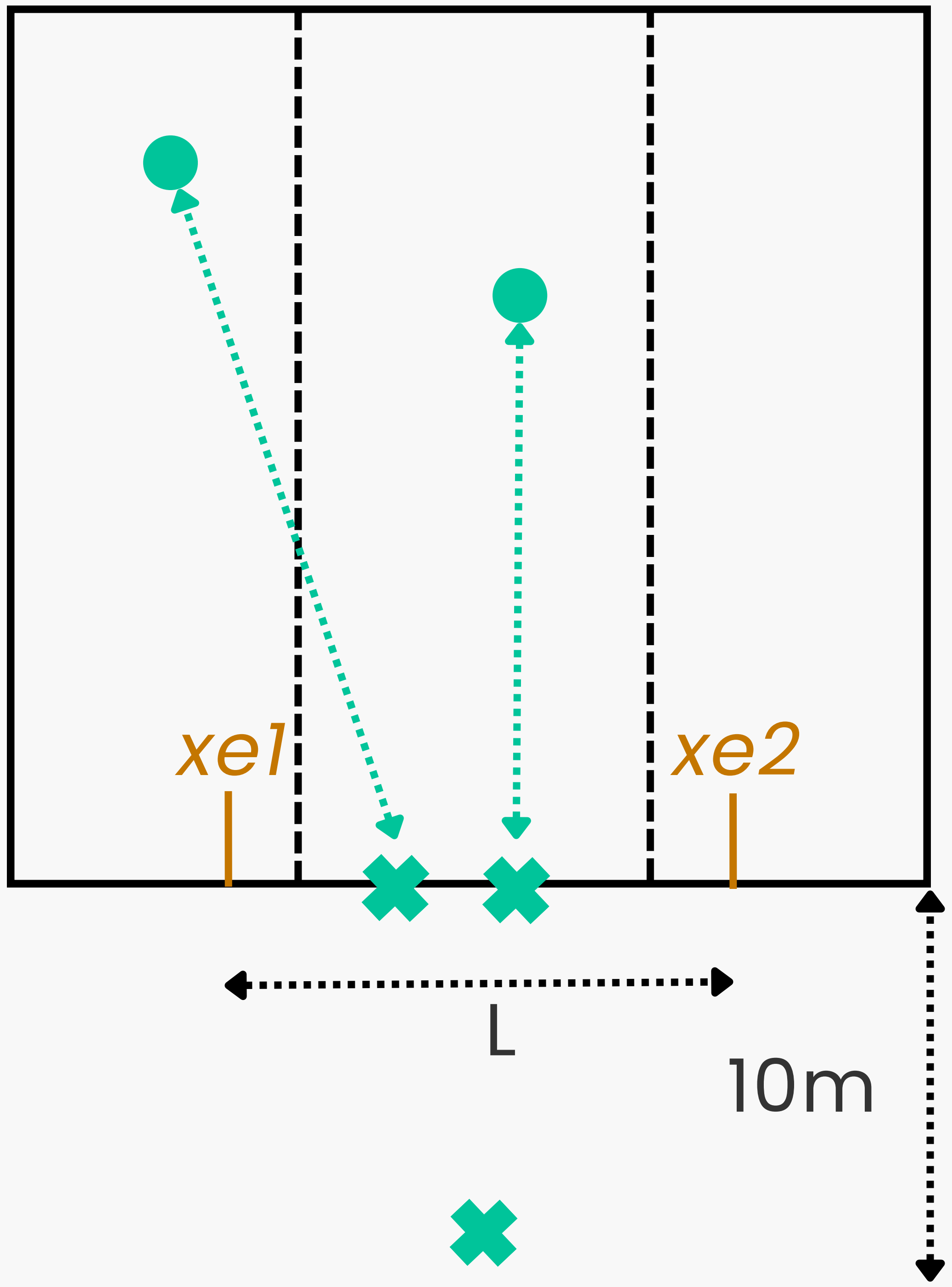
(a) Si la partícula p^i tiene su coordenada x^i tal que

$$x^i < (x_{e1} + 0.2L) \text{ o } x^i > (x_{e1} + 0.8L)$$

entonces el target es un punto en el intervalo $[x_{e1} + 0.2L, x_{e1} + 0.8L]$

(b) Si x_i esta en ese intervalo, se asigna $x^i_{target} = x_i$

siendo $L = x_{e2} - x_{e1}$



Simulaciones

Estudio

- Simulación de varios egresos, N y d fijos
- N y d variables: (N, d) = [(200, 1.2m), (260, 1.8m), (320, 2.4m), (380, 3.0m)]

Observables

- Curva de descarga $n(t)$
- Caudal $Q(t) = dn/dt$

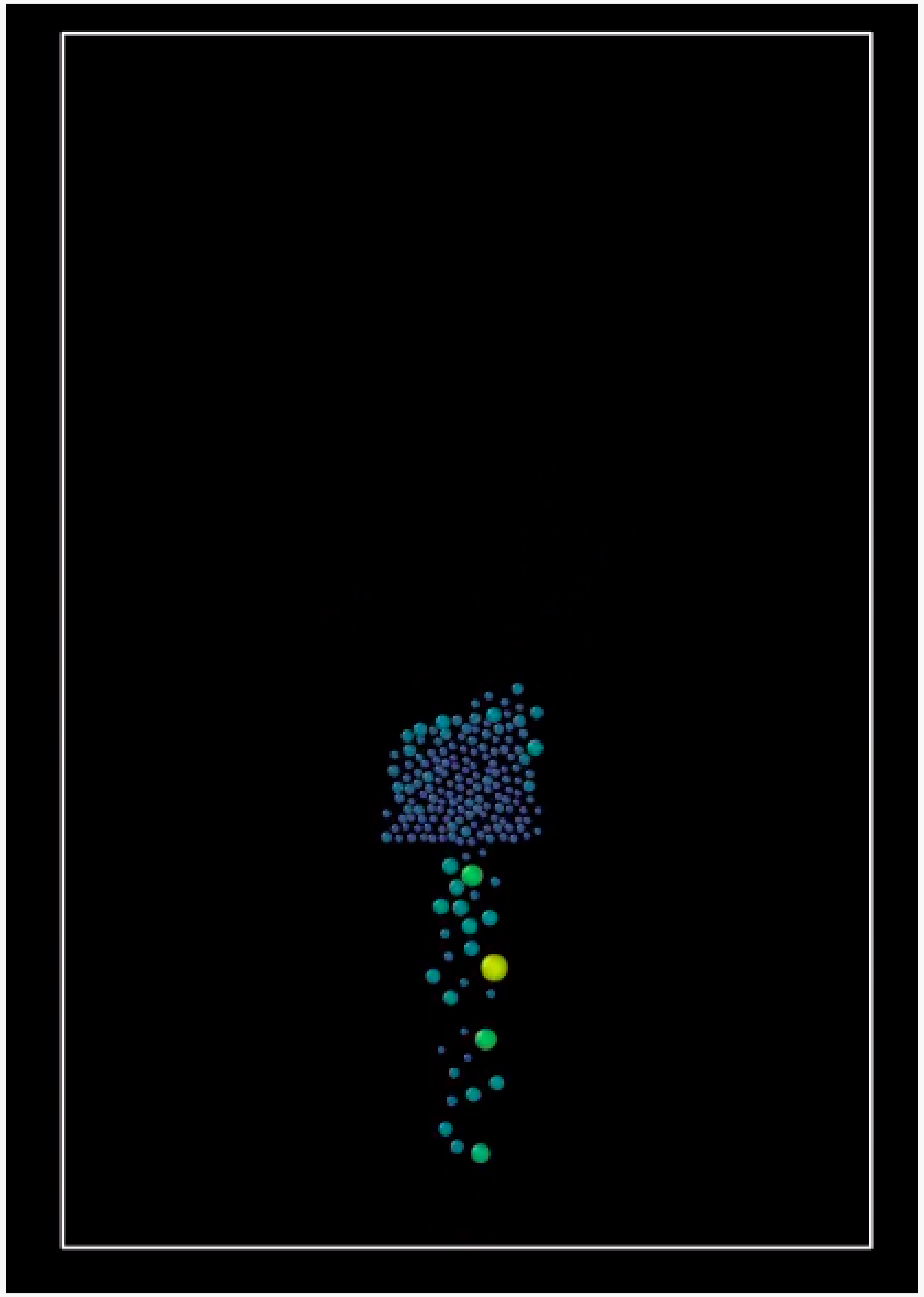
Resultados

Resultados

Simulación de varios egresos

Parámetros: **N = 200, vd = 2m/s, d = 1.2m**
Realizaciones: 10

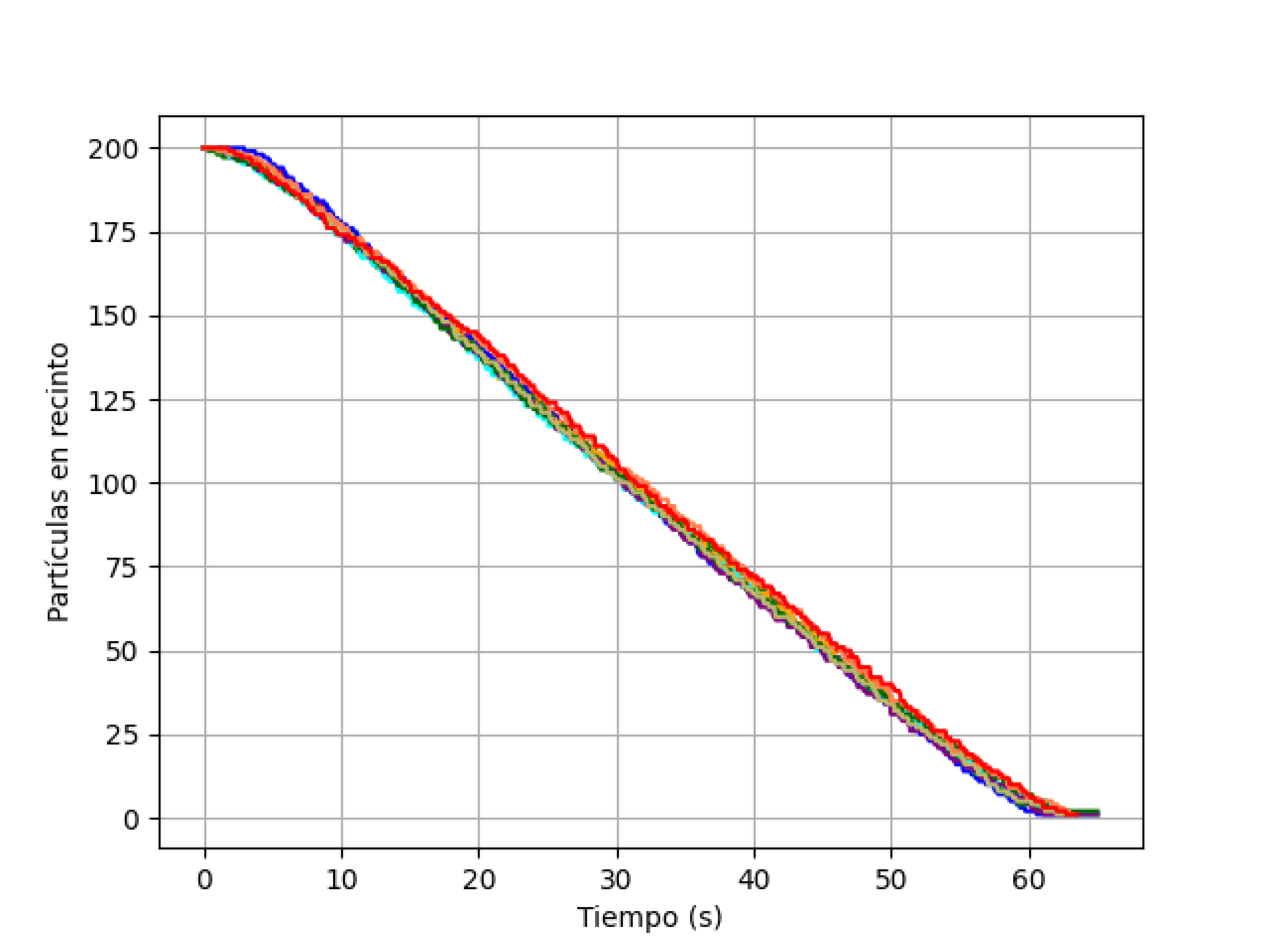
Enlace

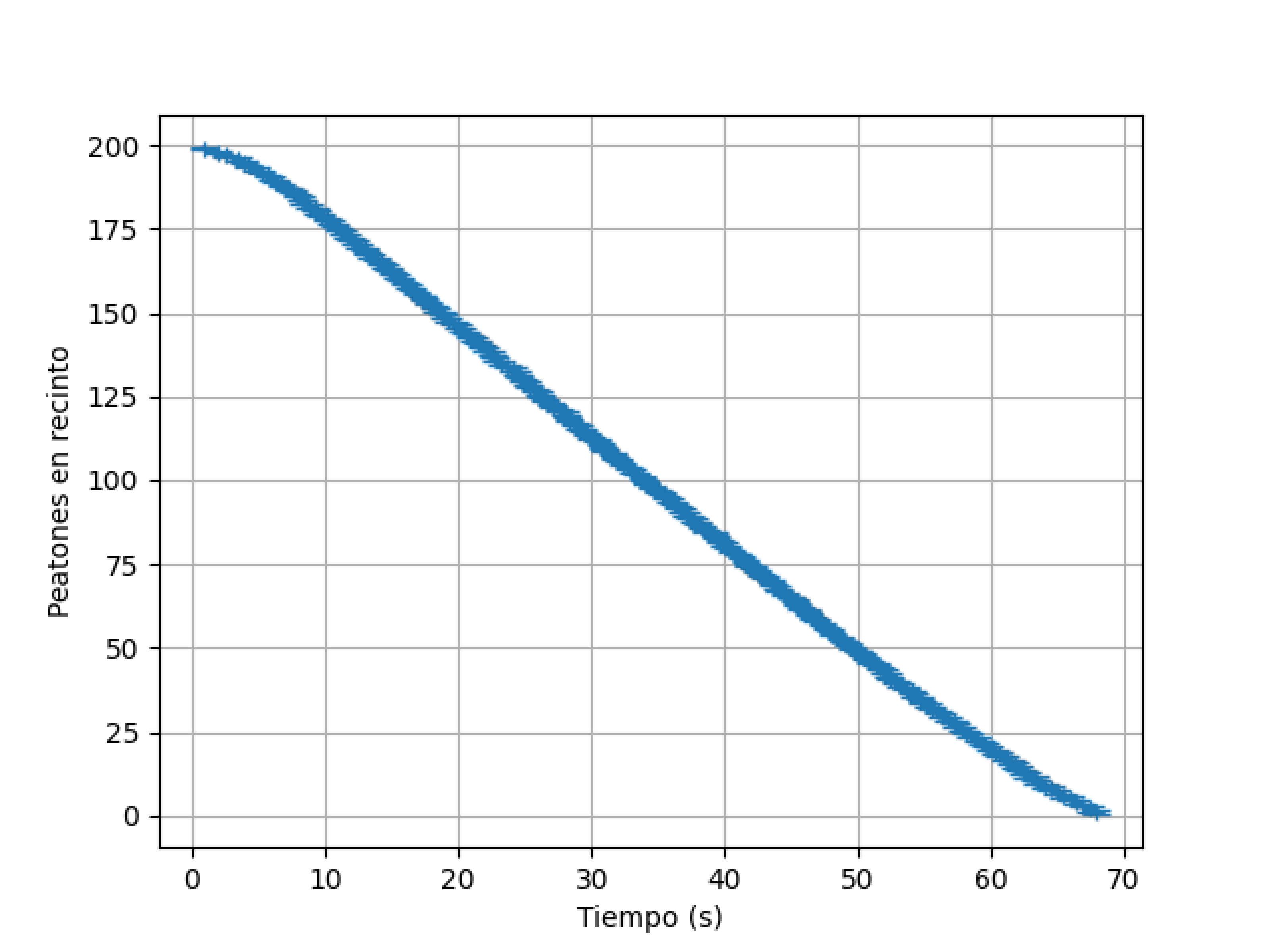


Resultados

Simulación de varios egresos

Parámetros: **N = 200, vd = 2m/s, d = 1.2m**
Realizaciones: 10



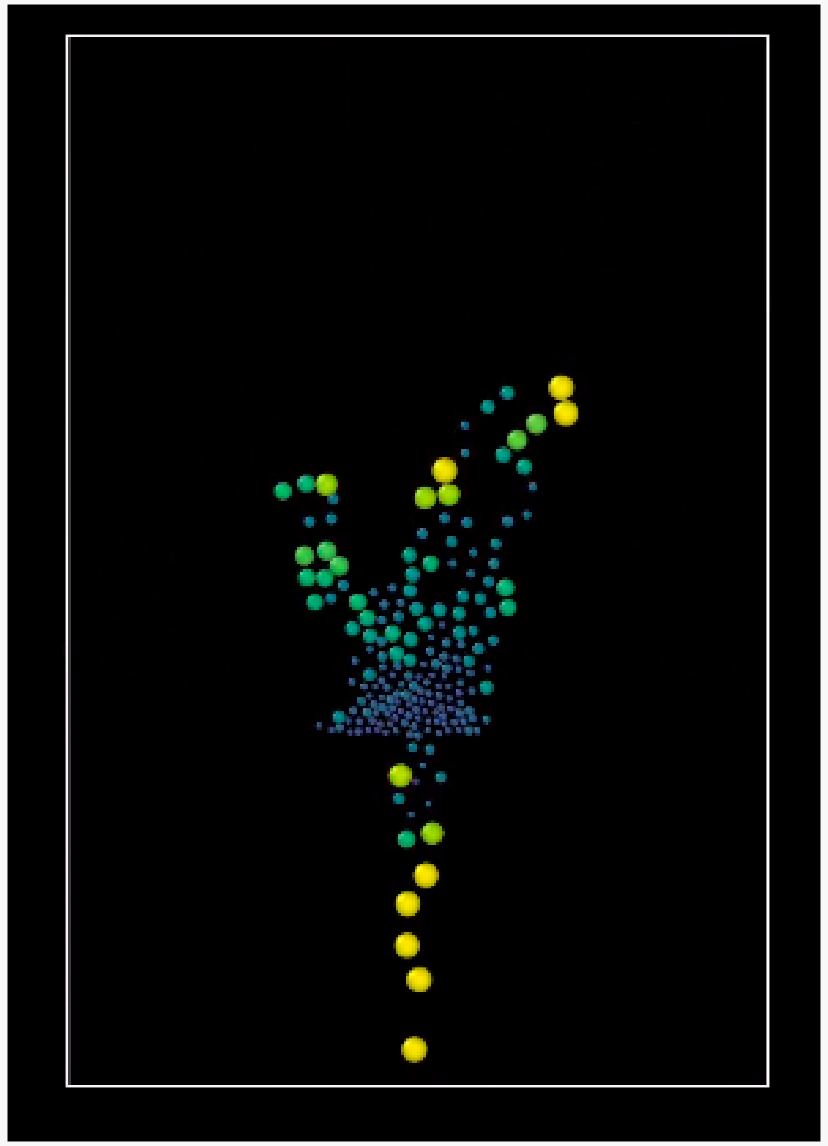


Resultados

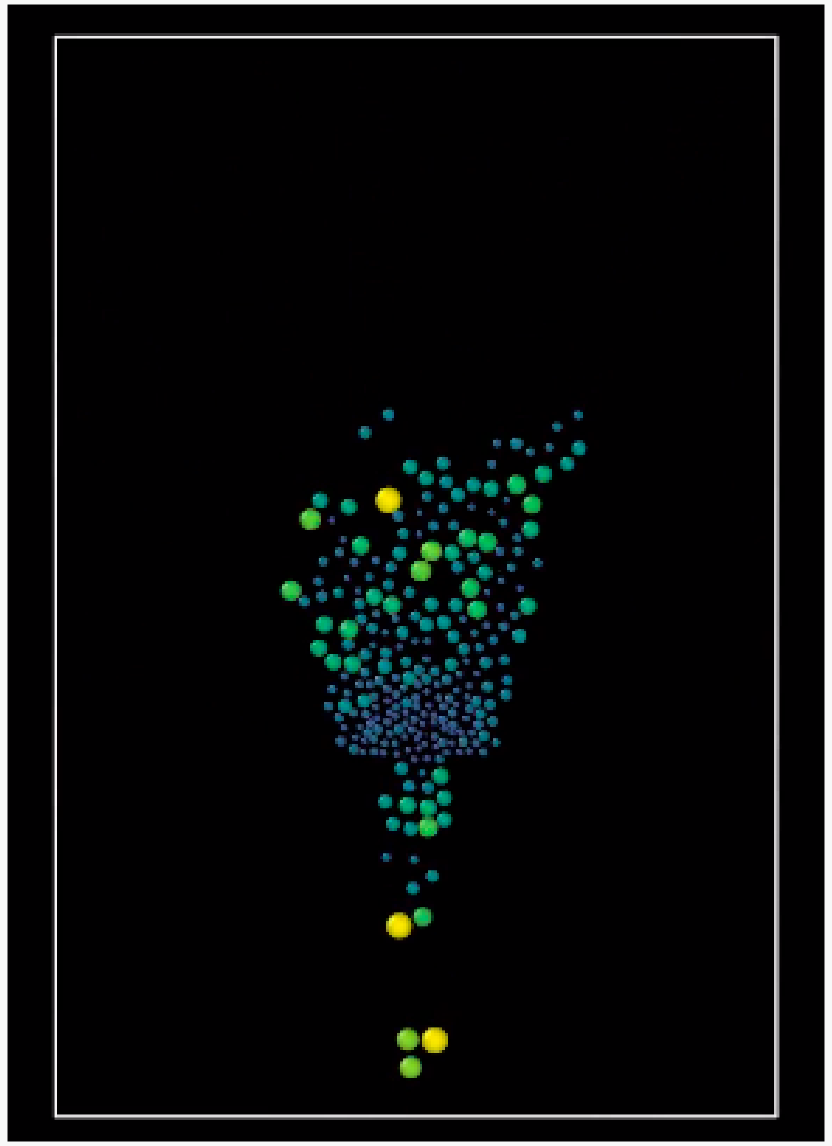
Simulación variando N y d (Vd = 2 m/s constante)

Realizaciones: 10

Enlace



N = 200, d = 1.2m



N = 260, d = 1.8m

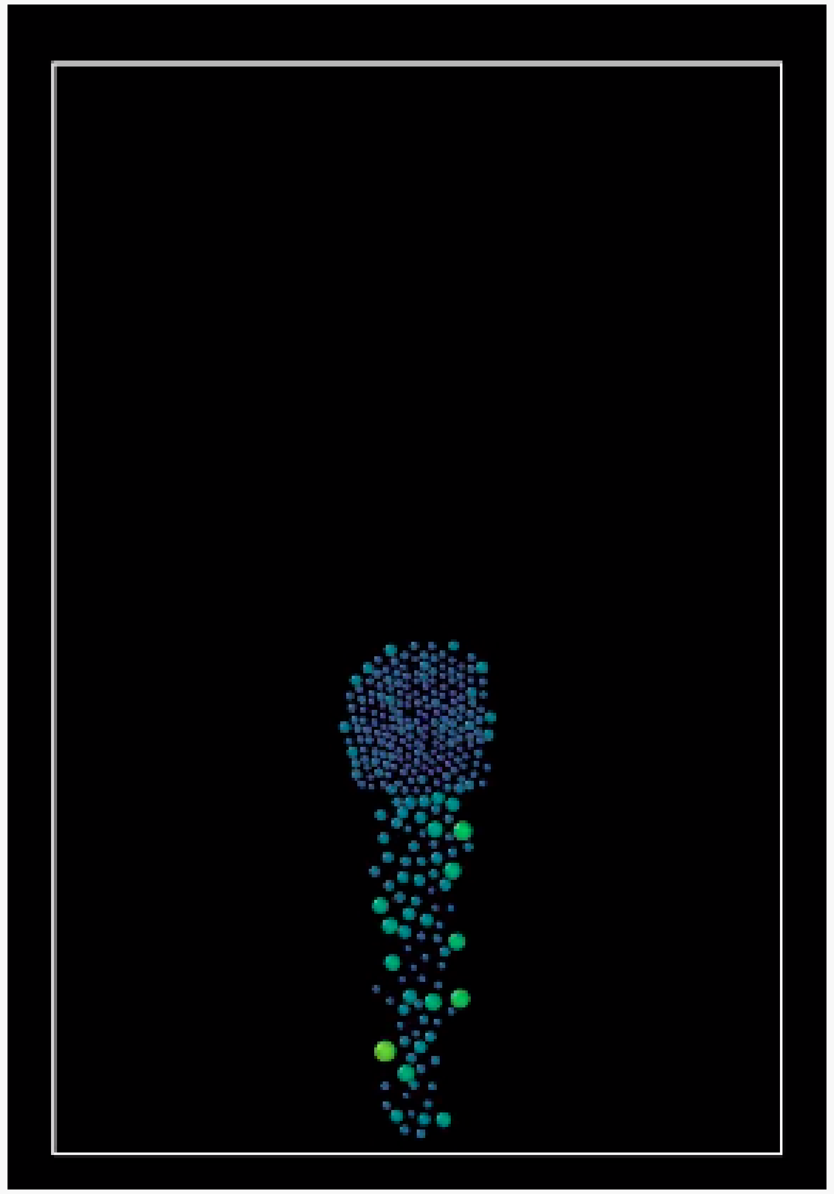
Enlace

Resultados

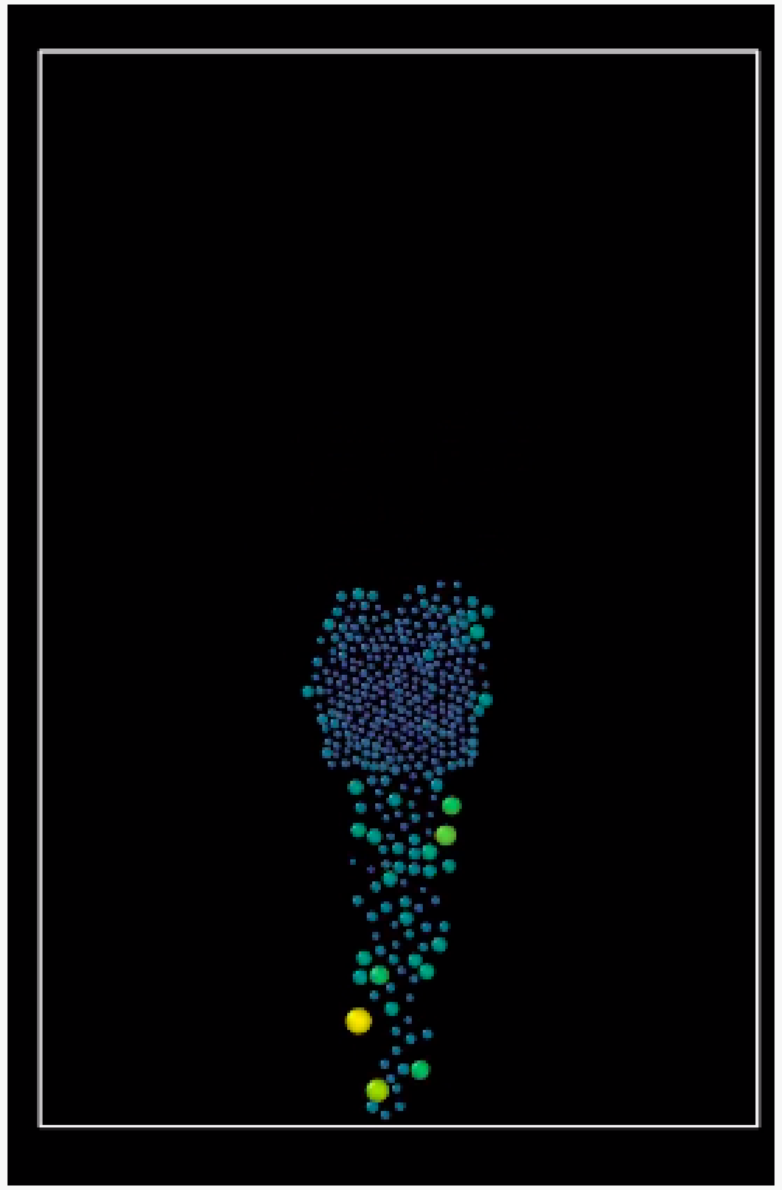
Simulación variando N y d (Vd = 2 m/s constante)

Realizaciones: 10

[Enlace]



N = 320, d = 2.4m

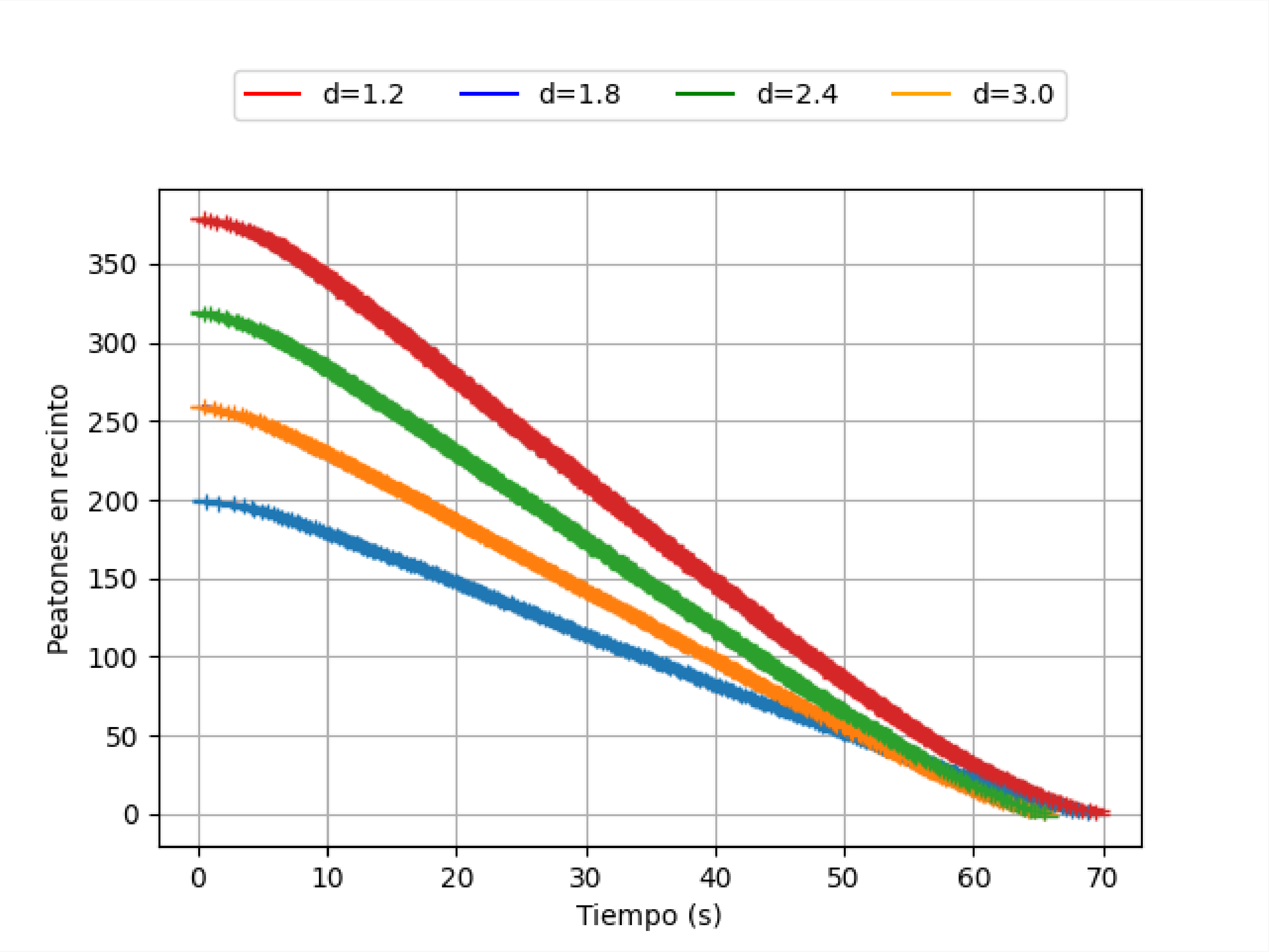


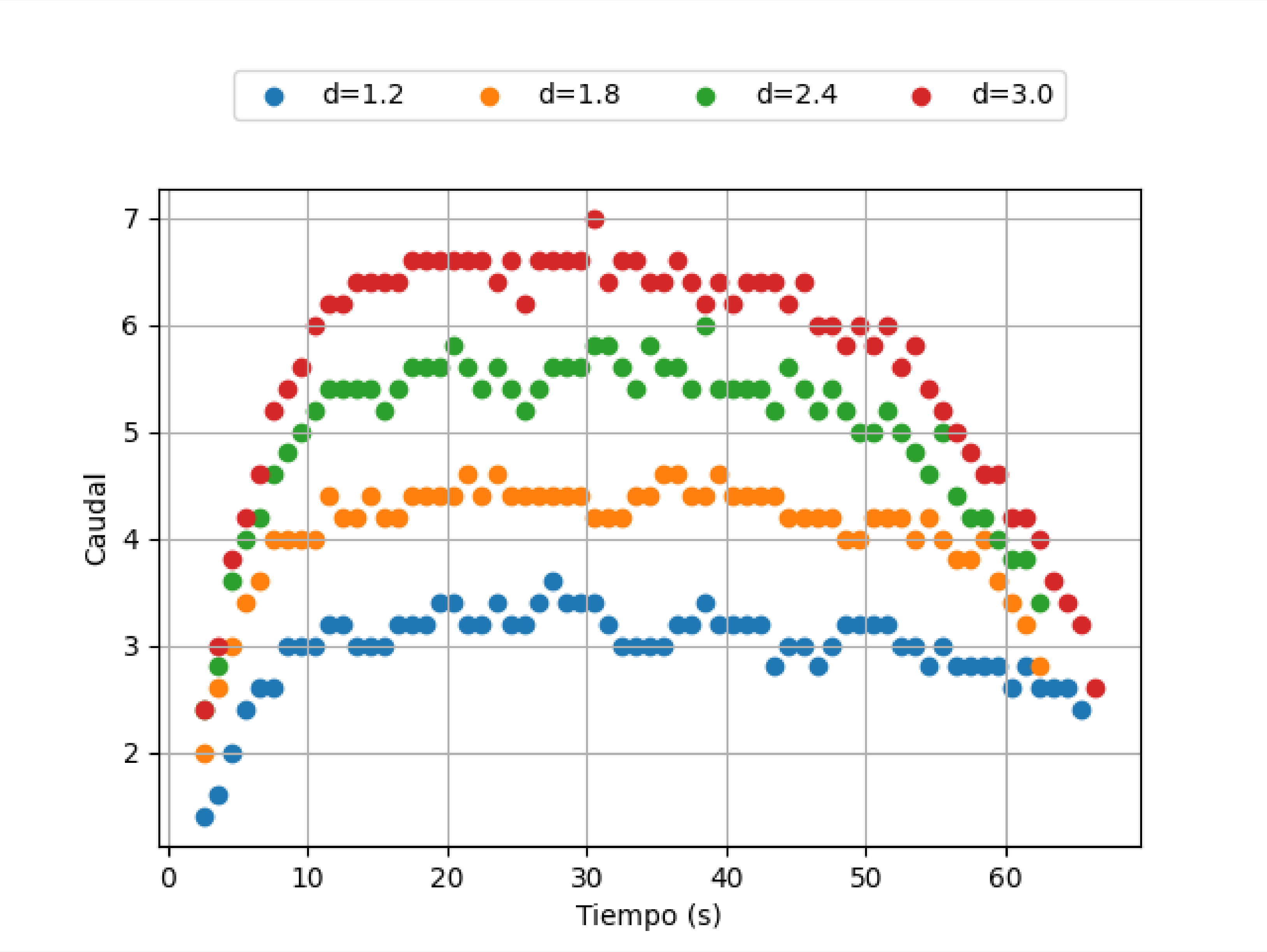
N = 380, d = 3.0m

[Enlace]

Resultados

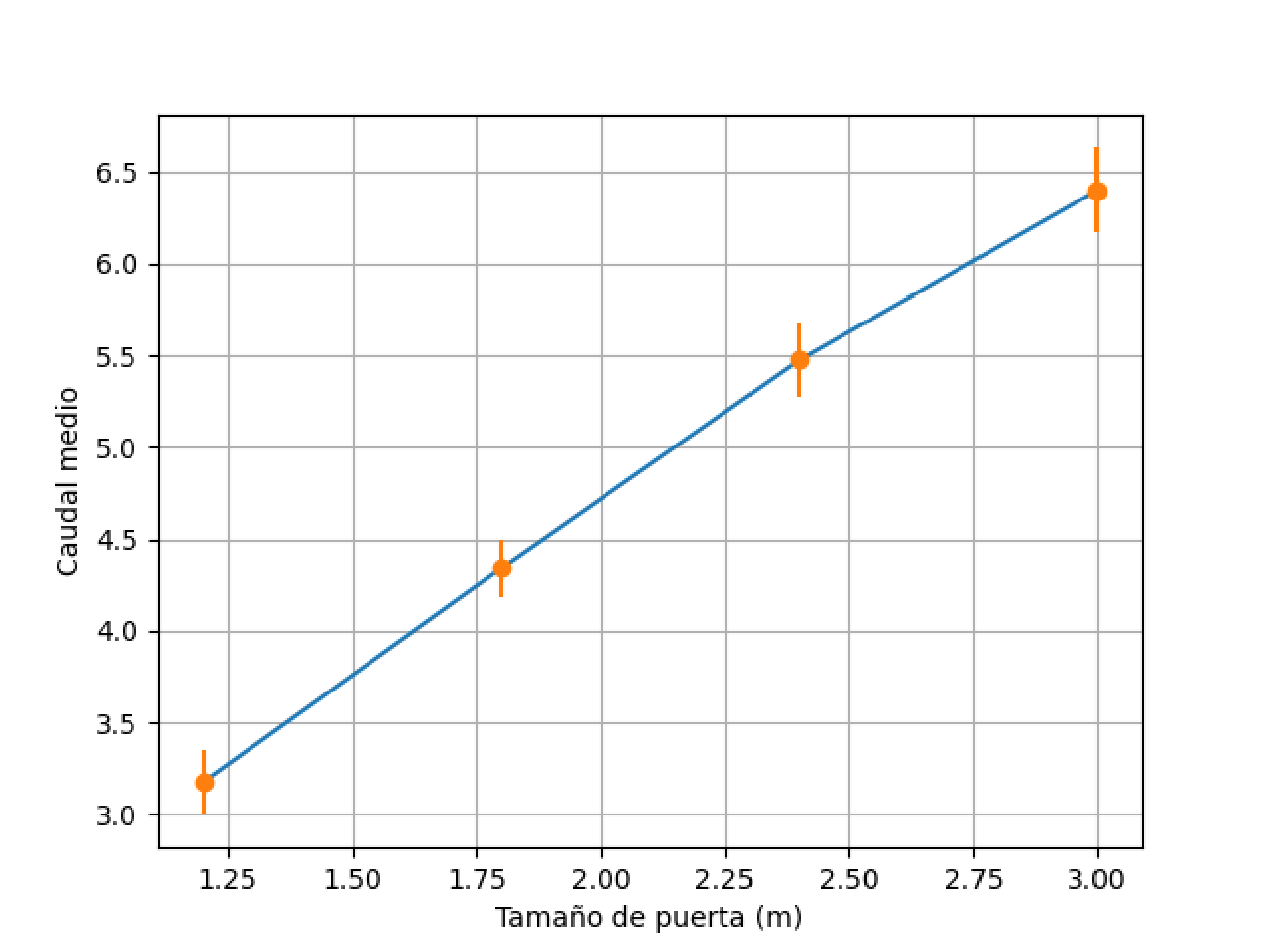
Curva de descarga n(t) y Caudal Q(t)





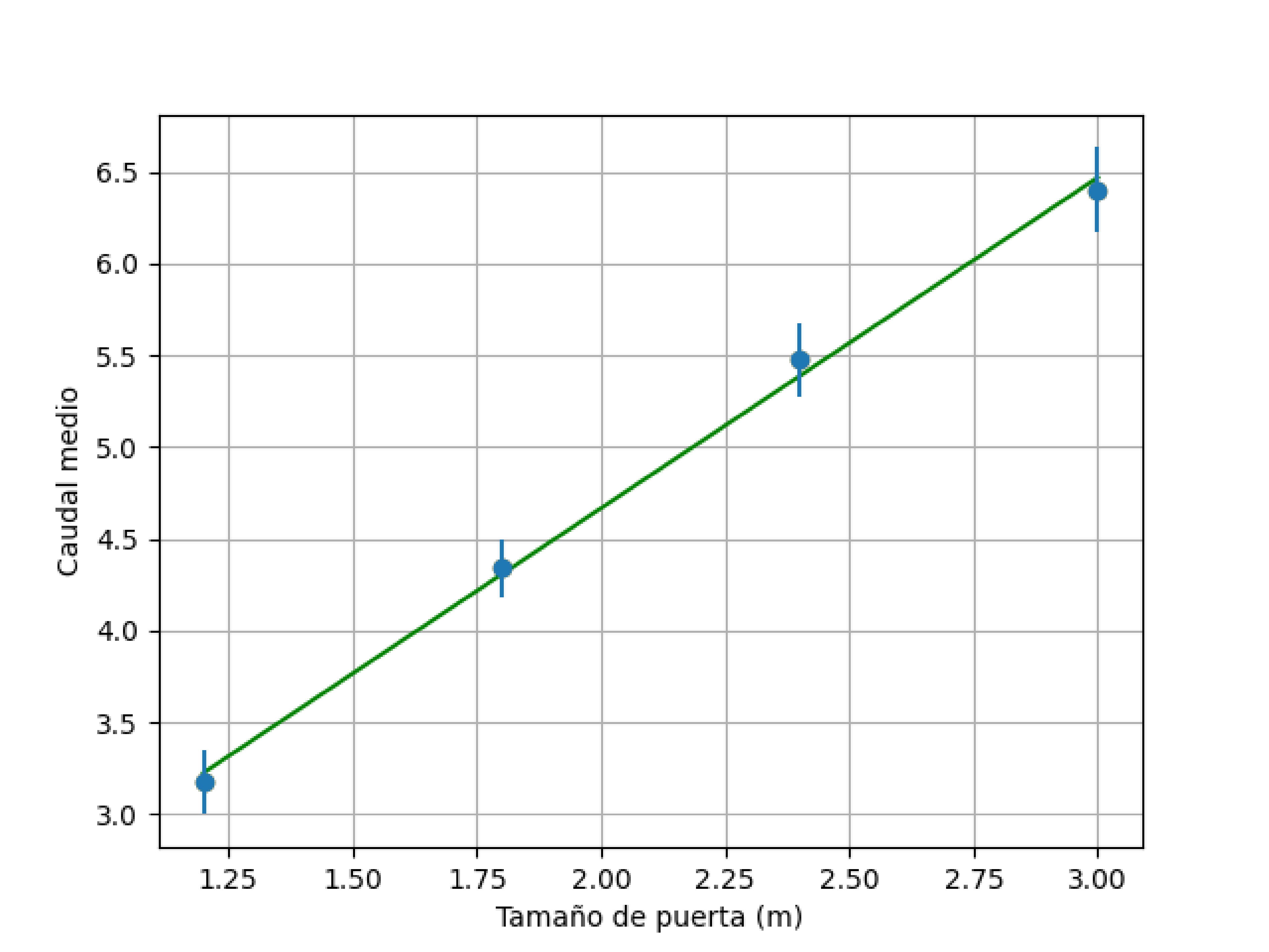
Resultados

Caudal medio vs Ancho de Puerta



Resultados

Caudal específico



Conclusiones

Conclusiones

- El comportamiento de los peatones se condice con la evidencia empírica
- Se observa linealidad en la curva de descarga para los casos estudiados
- El tiempo total de evacuación fue similar, en el orden de los 70 segundos
- Existe una proporcionalidad entre el tamaño de puerta d y el caudal Q en el estado estacionario
- A mayor tamaño de puerta, se permite un mayor caudal de salida Q
- Se puede predecir el caudal para distintos tamaños de puerta con una ecuación lineal

Muchas gracias