

# Tp5

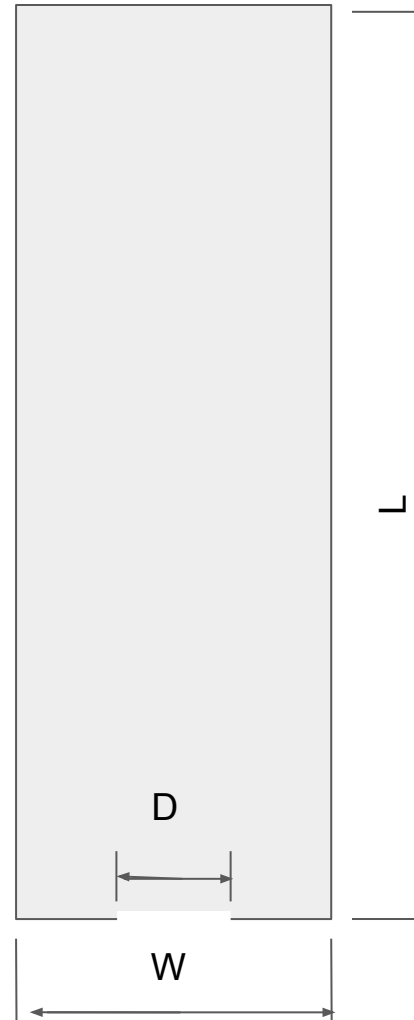
## Medios granulares

Equipo 5:

- Fernando Bejarano ( legajo 52043 ).
- Luis Marzoratti ( legajo 54449 ).
- Sebastian Kulesz ( legajo 54045 ).

# 1. Fundamentos

- Silo.
  - L: alto del silo.
  - W: ancho del silo
  - D: apertura de salida.
- Se cumple  $L > W > D$ .
- El silo contiene N partículas.



# 1. Fundamentos

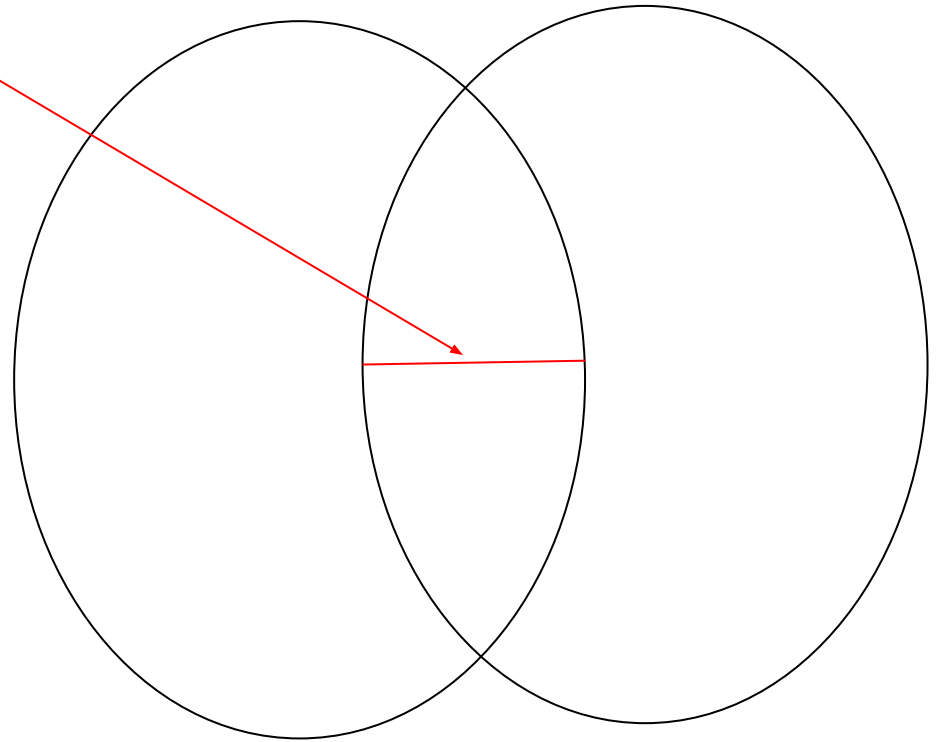
- Ley de Beverloo para cálculo analítico del caudal.

$$Caudal = DensidadParticulas * \sqrt{g} * (D - radioParticula)^{1.5}$$

# 1. Fundamentos

- Superposición.

$$\xi = R_i + R_j - |r_j - r_i|$$



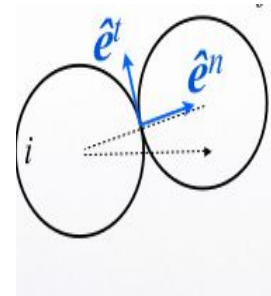
# 1. Fundamentos

- Versores durante una colisión entre partículas.

- Normal:  $e^n = (e_x^n, e_y^n)$

- Tangencial:

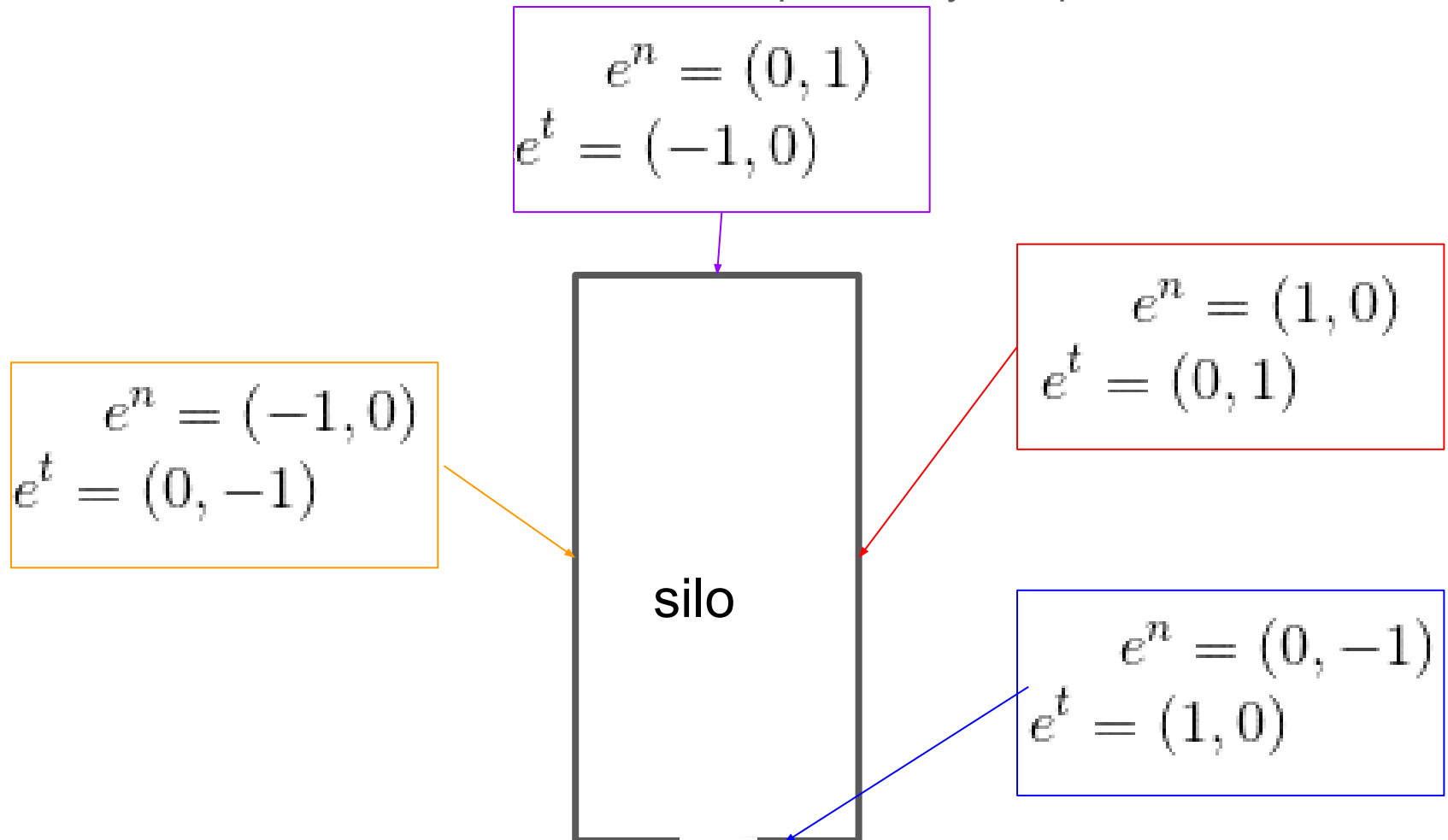
donde  $e^t = (-e_y^n, e_x^n)$



$$e_x^n = (x_j - x_i) / |r_j - r_i|$$
$$e_y^n = (y_j - y_i) / |r_j - r_i|$$

# 1. Fundamentos

- Versores durante una colisión entre una partícula y una pared.



# 1. Fundamentos

- Fuerzas de contacto.

- Fuerza normal:  $F_N = -k_n \xi \hat{n}$

- Fuerza tangencial:  $F_T = -k_t \xi (velocidad_{relativa} \cdot \hat{t}) \hat{t}$

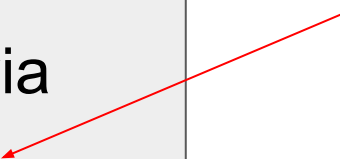
## 2. Implementación.

- Clase que modela a cada partícula :

### **Particle.java**

- identificador
- masa
- posición
- velocidad
- posición previa
- lista\_fuerzas

Contiene las fuerzas  
que actúan sobre dicha  
partícula





## 2. Implementación.

- Pseudocódigo del programa principal.

```
for ( t< tiempo_final){  
  
    cell_index_method. agregarParticulas( particulas)  
  
    partículas = realizarColisiones (partículas, cell_index_method)  
  
    for ( particula en partículas ){  
        métodoIntegrador . integrar( partícula)  
    }  
}
```

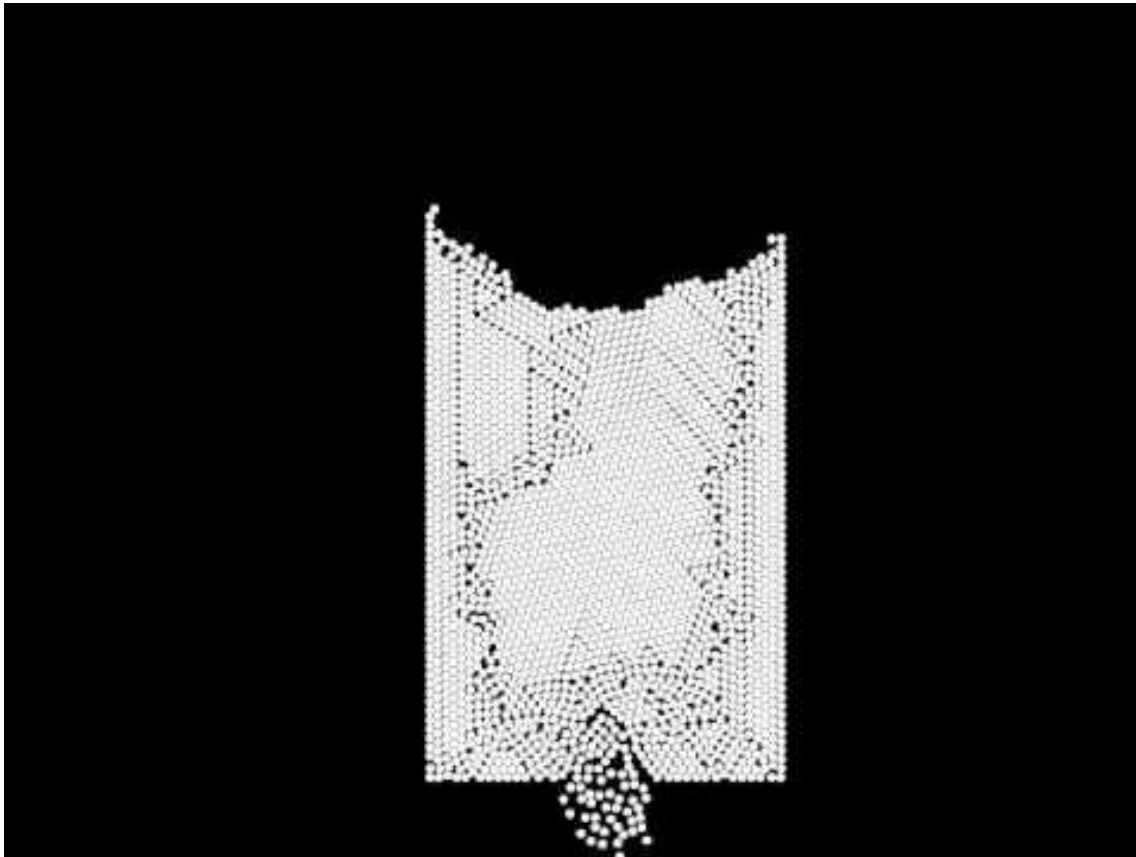
## 2. Implementación.

- Pseudocódigo del analizador de colisiones.

```
for( P1 de partículas){  
  
    analizar_colisiones_con_paredes(P1)  
  
    vecinosP1 =cell_index_method. obtenerVecinos( P1)  
  
    for ( P2 de vecinosP1){  
  
        if ( colisionan P1 con P2 ){  
  
            fuerza = calcularFuerza()  
  
            P2 . agregarFuerza( fuerza )  
  
            P1 . agregarFuerza( - fuerza )  
  
        }  
  
    }  
  
}
```

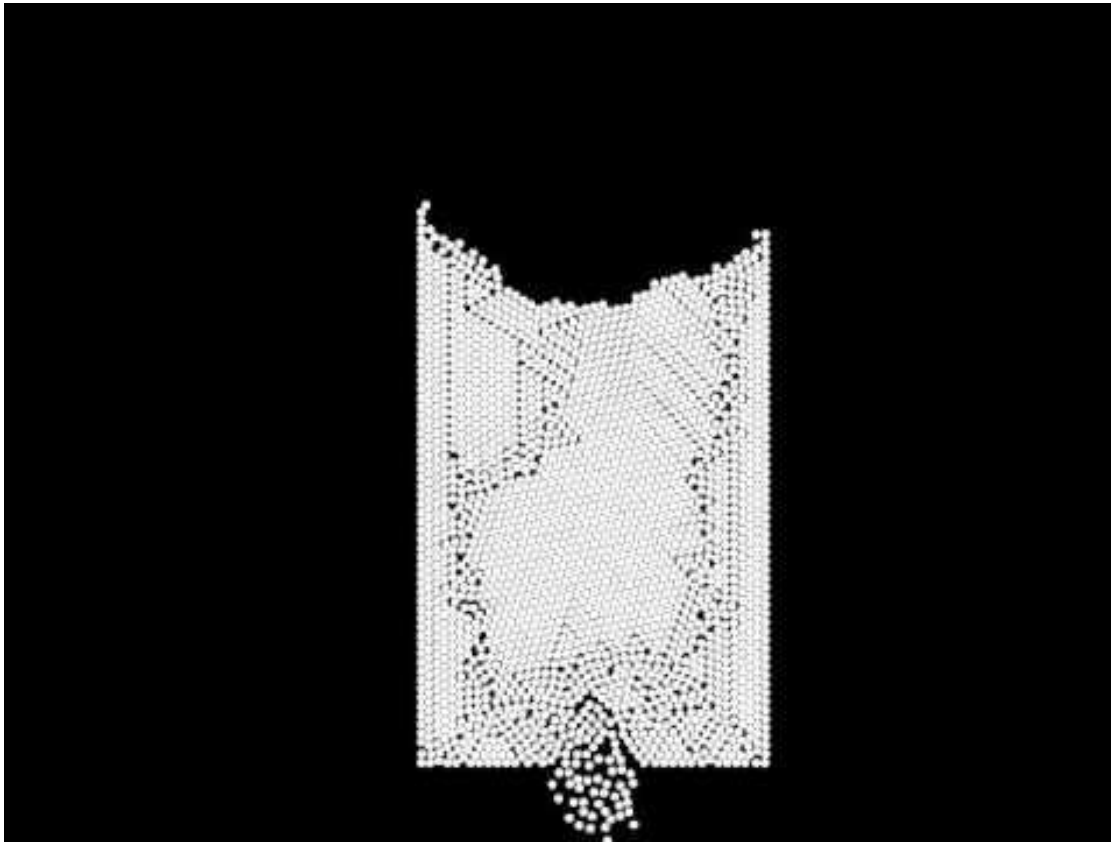
### 3. Resultados.

- $N=1000$ ,  $H=20$ ,  $L=5$ ,  $D=0,5$ ,  $\text{radio}=0.025\text{m}$



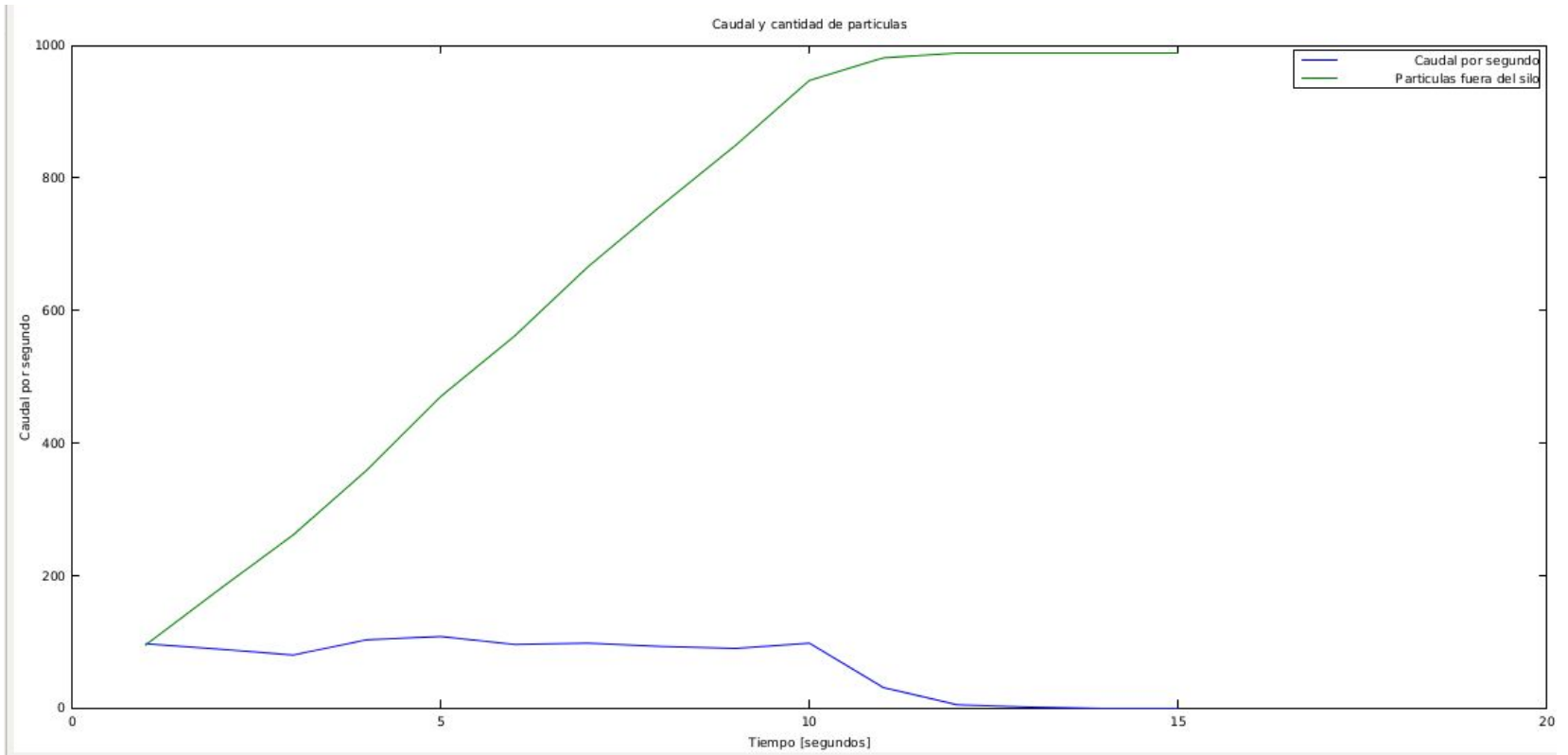
### 3. Resultados.

- $N=10000$ ,  $H=20$ ,  $L=5$ ,  $D=0,1$ ,  $\text{radio}=0.025\text{m}$



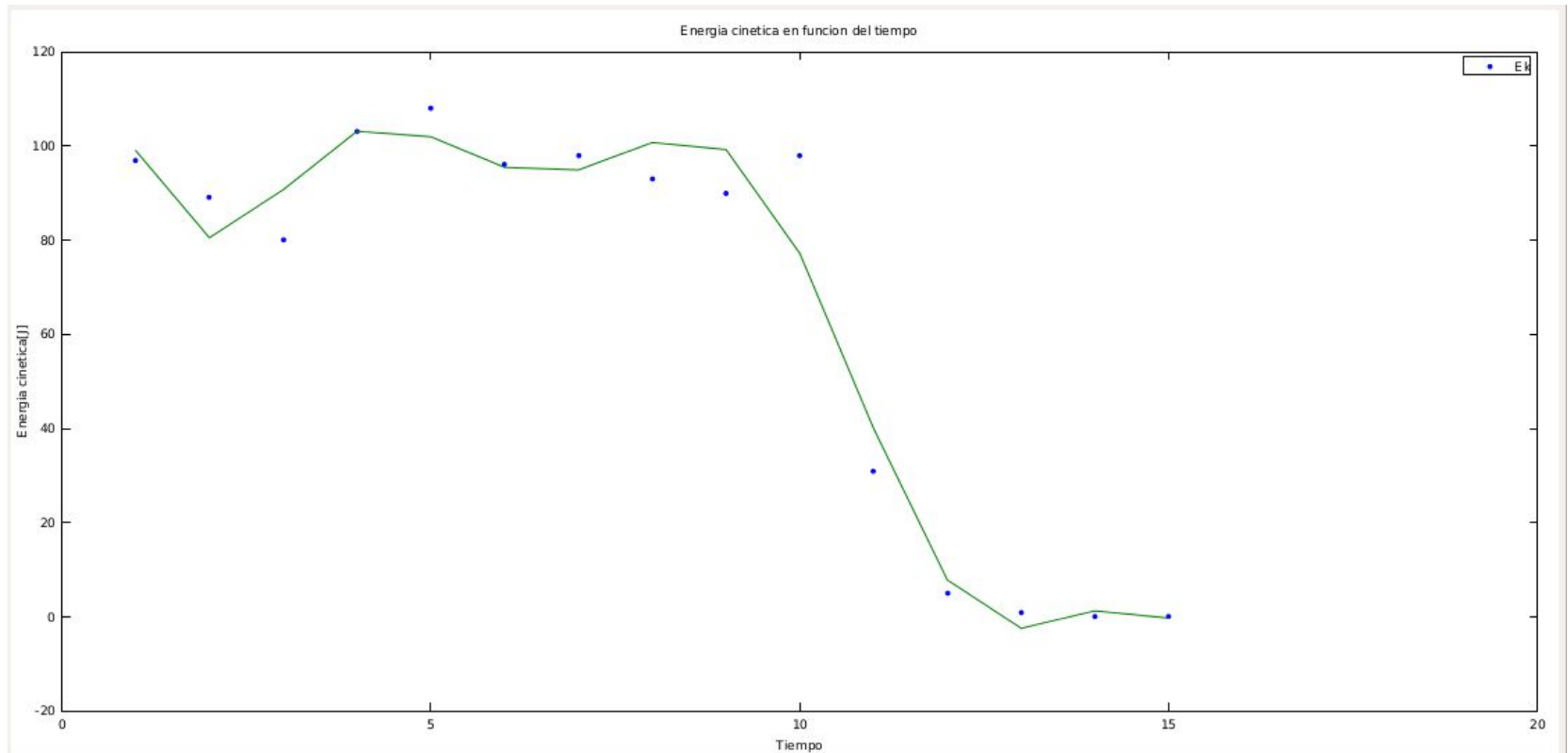
### 3. Resultados.

- Caso  $L = 2$
- caudal medio = 95.857
- $N=1000$



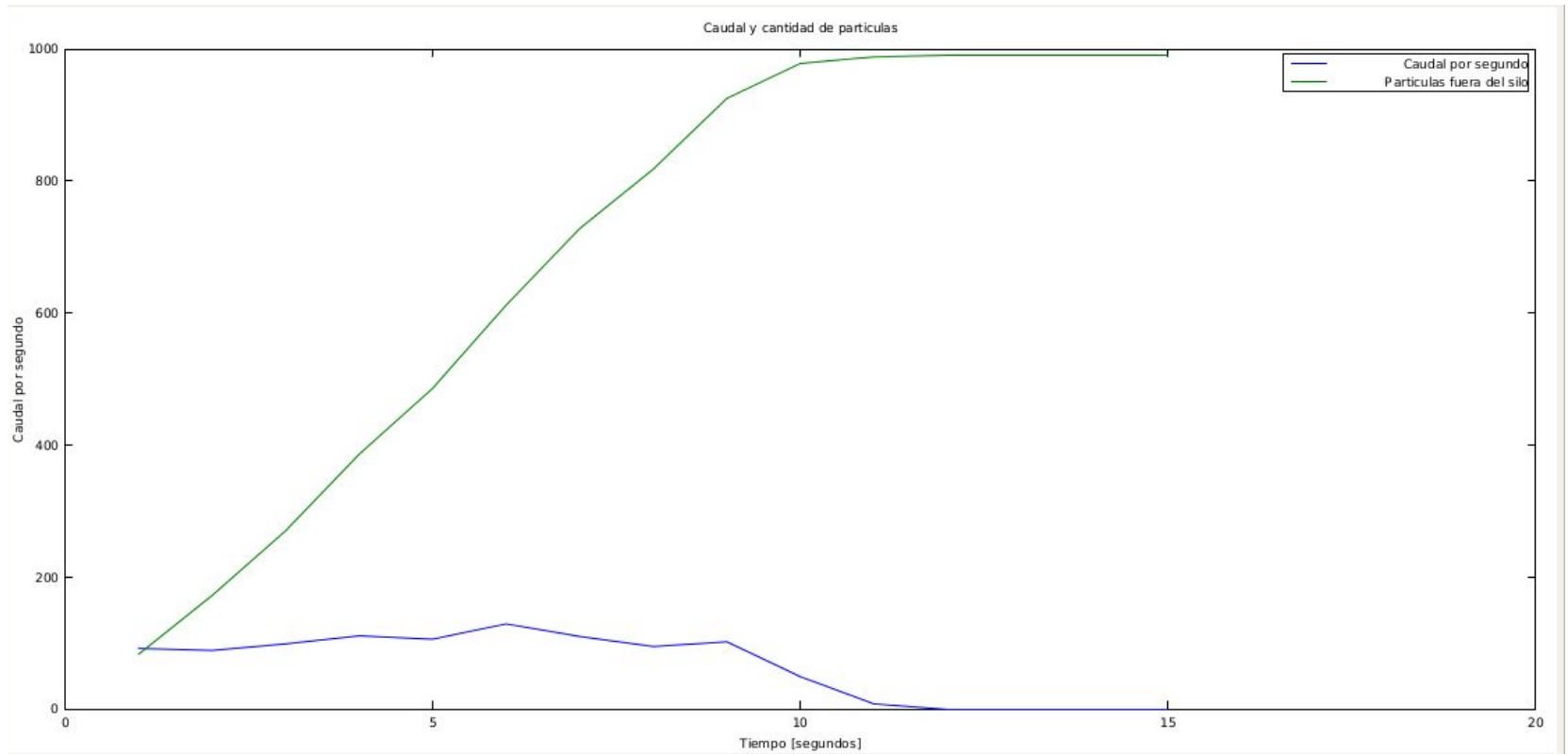
### 3. Resultados.

- Caso  $L = 2$
- caudal medio = 95.857
- $N=1000$



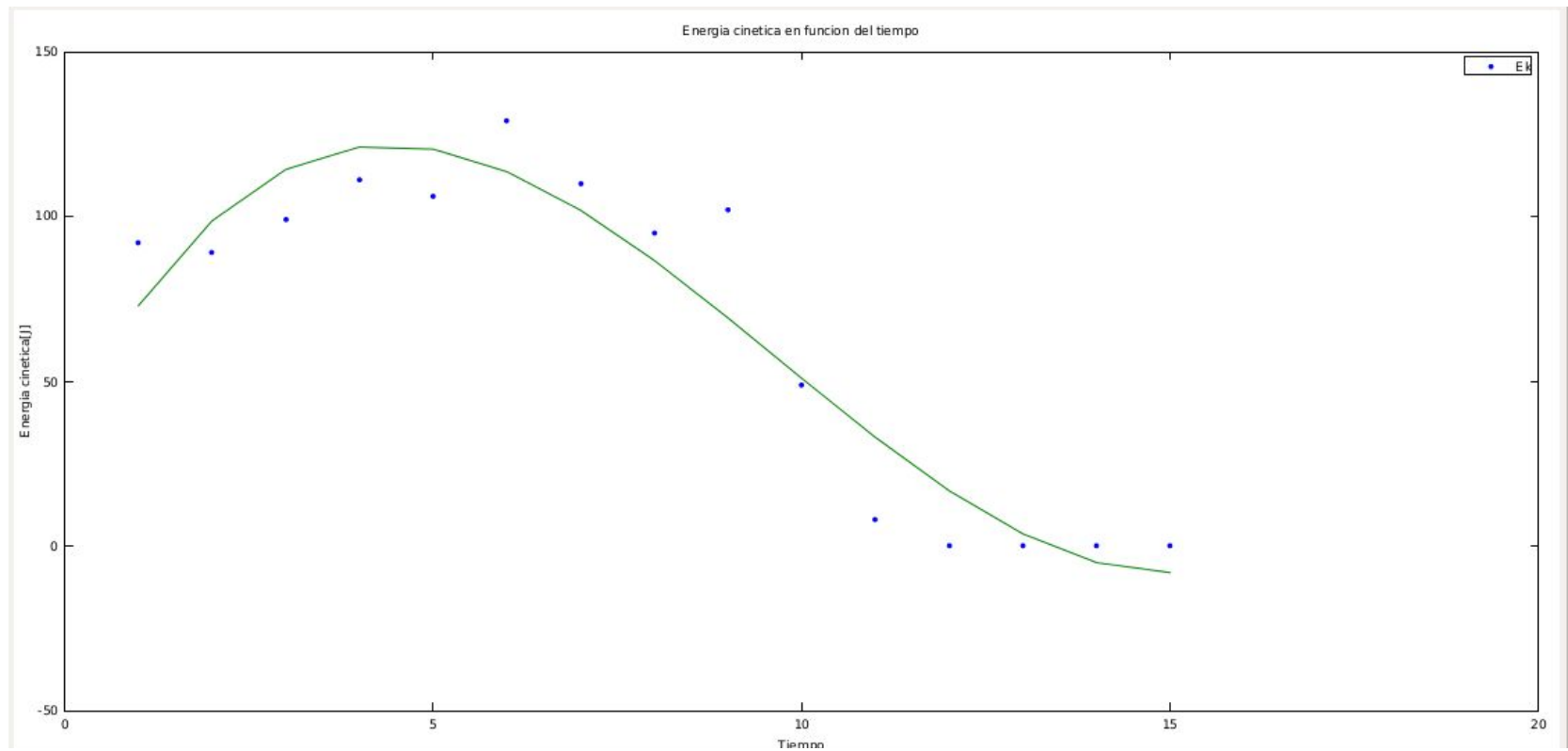
### 3. Resultados.

- Caso  $L = 4$
- caudal medio = 105.14
- $N=1000$



### 3. Resultados.

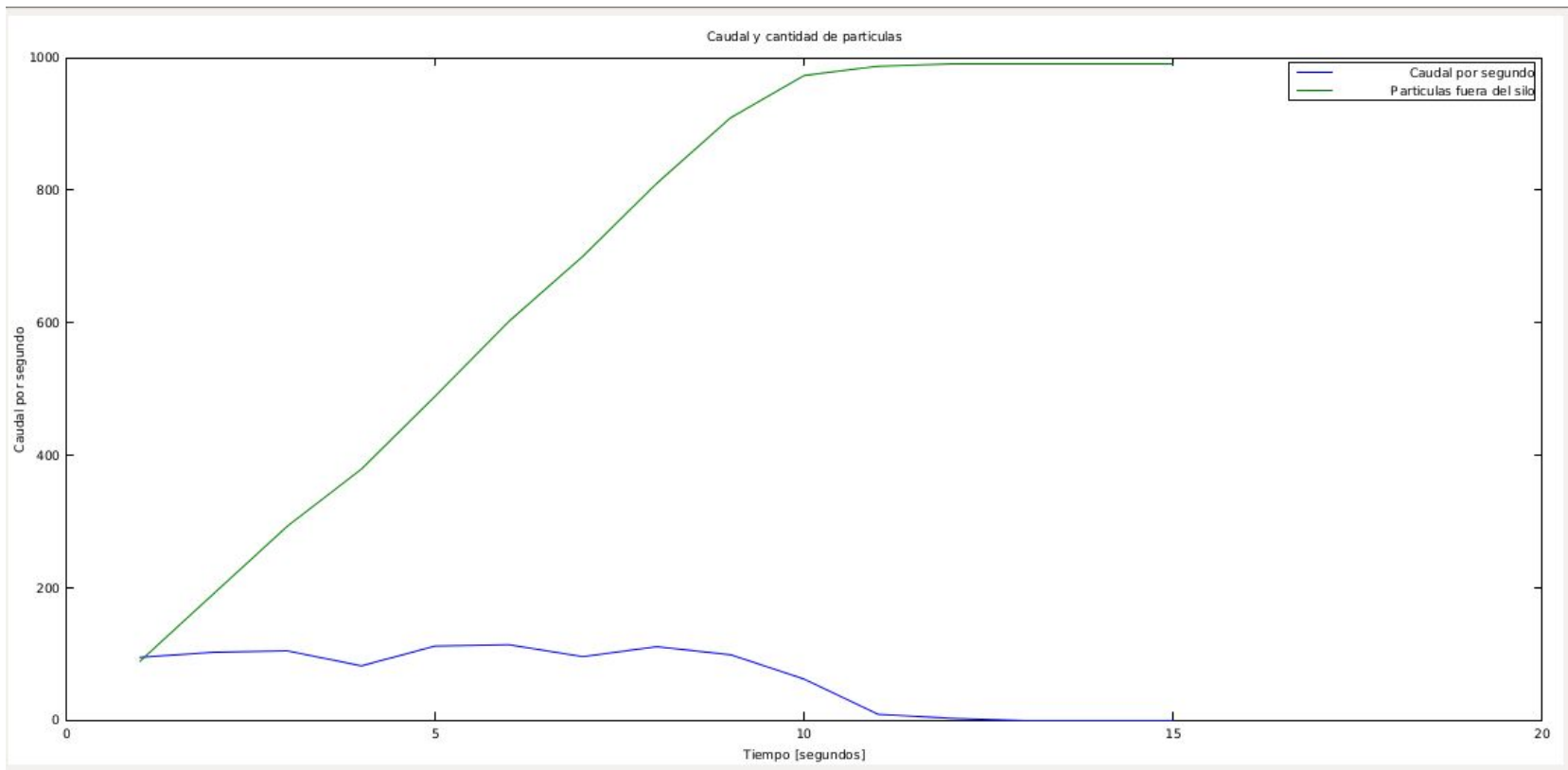
- Caso  $L = 4$
- caudal medio = 105.14
- $N=1000$





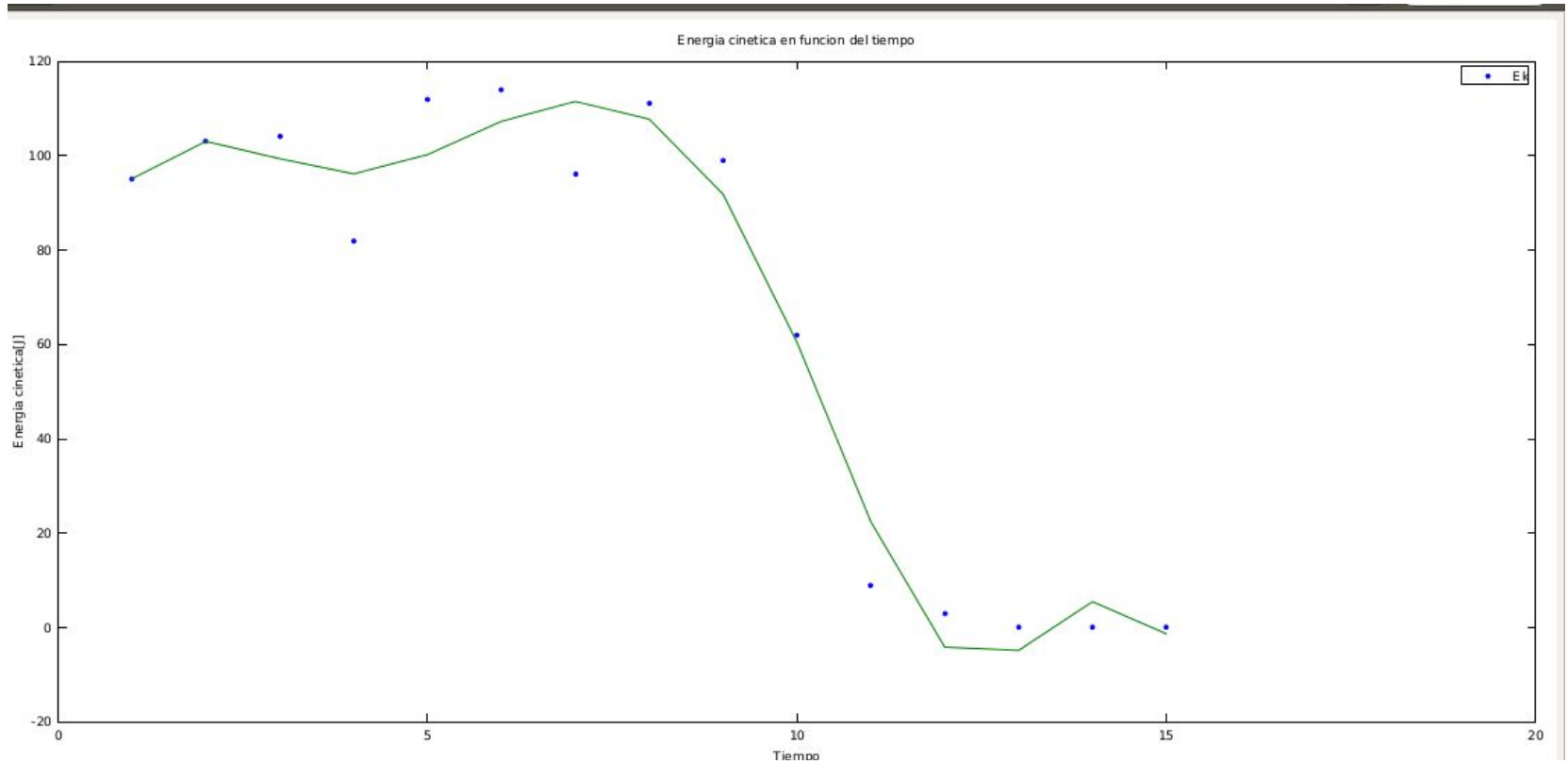
### 3. Resultados.

- Caso  $L = 6$
- caudal medio = 100.86
- $N=1000$



### 3. Resultados.

- Caso  $L = 6$
- caudal medio = 100.86
- $N=1000$



### 3. Resultados.

- **Caso D=0 ( silo cerrado),**  $N=500$ ,  $L=10\text{m}$ ,  $W=2\text{m}$ ,  $\text{radio}=0.025\text{m}$

partículas/superficie=25 [partículas /  $\text{m}^2$ ]

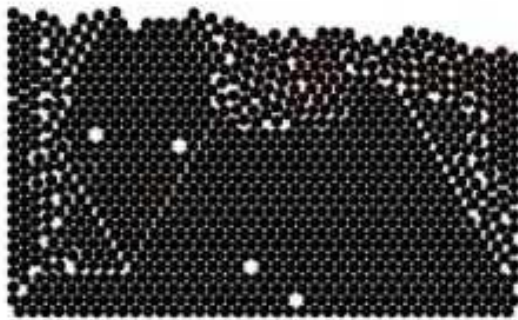
**Estacionario en  $t=2,7\text{ s}$**



### 3. Resultados.

- **Caso  $D=0$  ( silo cerrado).**  $N=1000$ ,  $L=10\text{m}$ ,  $W=2\text{m}$ ,  $\text{radio}=0.025\text{m}$ ,  
 $\text{partículas/superficie}=50$  [partículas /  $\text{m}^2$ ].

Estacionario en  $t=3.9$  s



### 3. Resultados.

- **Caso  $D=0$  ( silo cerrado).**  $N=2000$ ,  $L=10\text{m}$ ,  $W=2\text{m}$ ,  $\text{radio}=0.025\text{m}$ ,

$\text{partículas/superficie}=100$  .

**Estacionario en  $t=19\text{s}$**



## 5. Conclusiones.

- **Para  $D=0$**  (silo cerrado):

A mayor cantidad de partículas por unidad de superficie => más se tarda en llegar al equilibrio.

## 5. Conclusiones.

- **Variación de L.**
  - El caudal no depende de la altura de la columna (es constante).
  - El caudal depende de la densidad superficial, el diámetro de la apertura y el radio de las partículas.