

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

LABORATORIO DE FÍSICA BÁSICA III
INFORME No. 2

Lineas Equipotenciales

Integrantes:

Bastos Lizondo Rosemary.
Blanco Alconz John Brandon.
Caballero Burgoa Carlos Eduardo.
Villena Gutiérrez Ismael Cristian.

Docente:

Ing. Flores Flores, Freddy.

Grupo: G3.

Fecha de entrega: 31 de Marzo del 2021.

1. Evaluación previa

1. **¿Qué relación existe entre el vector campo eléctrico y la línea de campo eléctrico?**

Para cualquier punto, el vector de campo eléctrico es tangente a la línea de campo eléctrico.

2. **¿Cómo se define una superficie equipotencial?**

Una superficie equipotencial es el lugar geométrico de los puntos de un campo eléctrico en los cuales el valor del potencial eléctrico es constante. Las superficies equipotenciales pueden calcularse empleando la ecuación de *Poisson*.

3. **¿El campo eléctrico, qué dirección tiene respecto a la superficie equipotencial?**

Para cualquier punto, el campo eléctrico es perpendicular a las superficies equipotenciales.

4. **¿Qué es una línea equipotencial?**

Las líneas equipotenciales son la representación del potencial eléctrico, dichas líneas son intersectadas por las líneas de campo formando ángulos rectos. Las líneas equipotenciales no tienen ninguna dirección definida. Una carga de prueba situada sobre una línea equipotencial no tiende a seguirla, sino a avanzar hacia otras de menor potencial. Al contrario que las líneas de campo eléctrico, las líneas equipotenciales son siempre continuas.

5. **¿Cuál es la definición de conductividad eléctrica, y cuál es su unidad de medida?**

La conductividad eléctrica (σ) es la medida de la capacidad de un material o sustancia para dejar pasar la corriente eléctrica a través de él. La conductividad es la inversa de la resistividad (ρ); por tanto, $\sigma = 1/\rho$, y su unidad es el S/m (Siemens por metro) o $\Omega^{-1} \cdot m^{-1}$.

6. **¿Qué es un electrodo?**

Un electrodo es un conductor eléctrico utilizado para hacer contacto con una parte no metálica de un circuito, por ejemplo un semiconductor, un electrolito, el vacío, un gas, etc.

2. Objetivos

- Graficar las líneas equipotenciales para tres configuraciones de carga (electrodos).
- Dibujar las líneas de campo eléctrico.

3. Fundamento teórico

Los vectores de campo eléctrico son tangentes a las líneas de campo eléctrico. Para una carga puntual positiva las líneas de campo eléctrico están dirigidas radialmente hacia afuera, y para una carga puntual negativa están dirigidas radialmente hacia adentro.

Para representar o trazar las líneas de campo se considerará:

- Las líneas de campo eléctrico no pueden cruzarse entre sí.
- Deben partir de cargas positivas y terminar en cargas negativas.

- El número de líneas es proporcional a la magnitud de la carga que la produce.
- La separación entre las líneas de campo determina la intensidad de campo eléctrico.

Una superficie equipotencial (o líneas equipotenciales en el caso de una dimensión), es aquella superficie (o línea) en la que todos sus puntos tienen el mismo potencial eléctrico. Las superficies equipotenciales de una carga puntual son esferas concéntricas, y para un capacitor de placas paralelas son planos paralelos a las placas.

El campo eléctrico intercepta perpendicularmente a las superficies equipotenciales, esto puede demostrarse a partir de la definición de superficie equipotencial y del gradiente del potencial eléctrico:

$$E = -\nabla V \quad (1)$$

$$E \cdot dr = -\nabla V \cdot dr = -dV \quad (2)$$

4. Materiales

- Simulador «PhET Interactive Simulations» Cargas y campos.

5. Procedimiento experimental

Se establecieron tres configuraciones para los electrodos:

1. Dos cargas puntuales de signos opuestos.
2. Una carga puntual y una línea de cargas.
3. Dos líneas de carga de signos opuestos.

Y para cada configuración se realizaron los siguientes pasos:

1. Ir al simulador ubicado en la dirección web: (https://phet.colorado.edu/sims/html/charges-and-fields/latest/charges-and-fields_es.html), tal como se muestra en la **Figura 1**.
2. Fijar una distancia de separación entre cargas.
3. Formar la configuración, con las cargas puntuales necesarias.
4. Habilitar el «voltaje» en el simulador.
5. Elegir un voltaje a encontrar entre los electrodos, y escoger puntos (x, y) correspondientes a potenciales semejantes al valor elegido.
6. Completar las tablas correspondientes para cada configuración, con los diferentes potenciales escogidos.
7. Graficar las líneas equipotenciales según los datos recolectados.
8. Graficar las líneas de campo eléctrico.

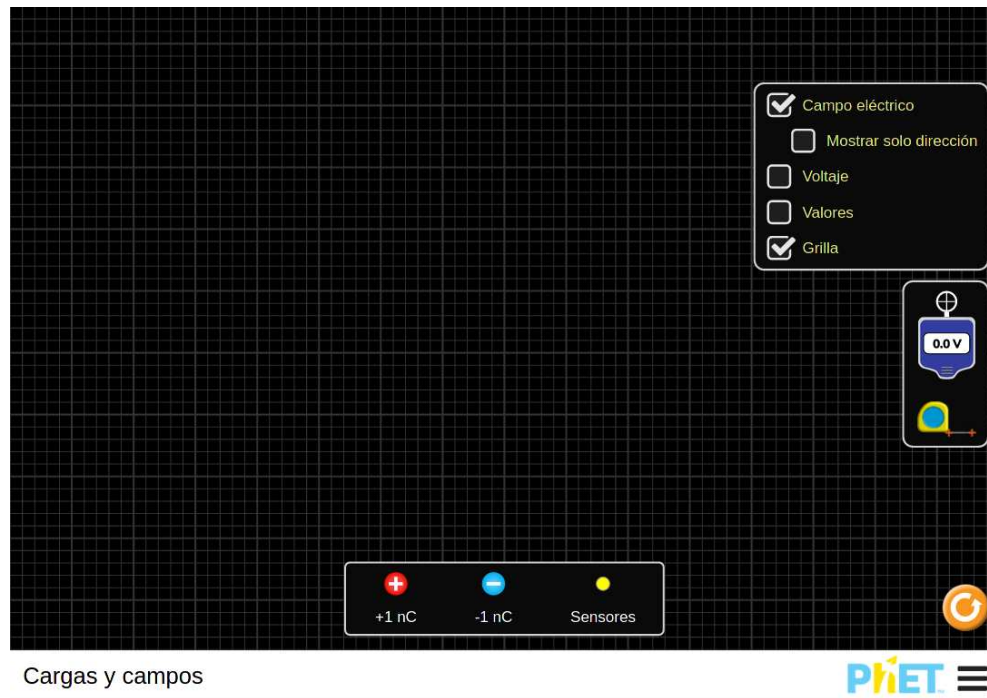


Figura 1: Simulador para cargas y campos eléctricos.

6. Resultados

Configuración 1: Dos cargas puntuales de signos opuestos.

En la **Figura 2** se muestra la disposición de las cargas y el sistema de referencia utilizado. Distancia de separación entre las cargas:

$$d = 150[cm]$$

Valor y posición de la carga 1:

$$Q_1 = +7[nC]$$

$$X_1 = 100[cm]$$

$$Y_1 = 150[cm]$$

Valor y posición de la carga 2:

$$Q_2 = -7[nC]$$

$$X_2 = 250[cm]$$

$$Y_2 = 150[cm]$$

Los valores de potencial eléctrico recogidos en el simulador pueden verse gráficamente en la **Figura 3**.

En el **Cuadro 1**, se muestran los valores de las coordenadas (x, y) para los voltajes elegidos.

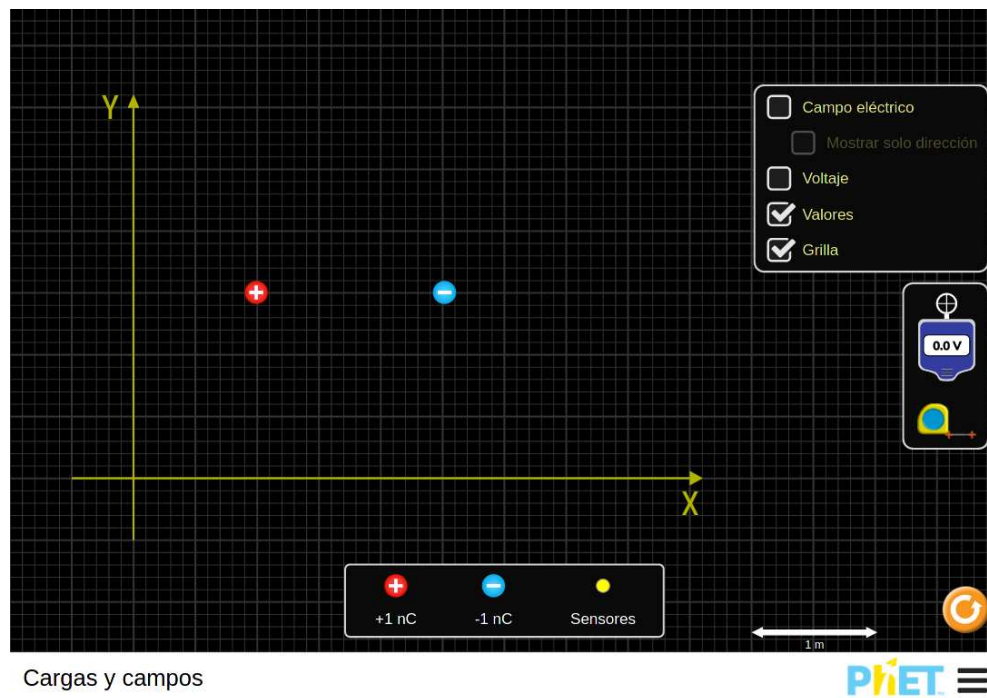


Figura 2: Dos cargas puntuales de signos opuestos.

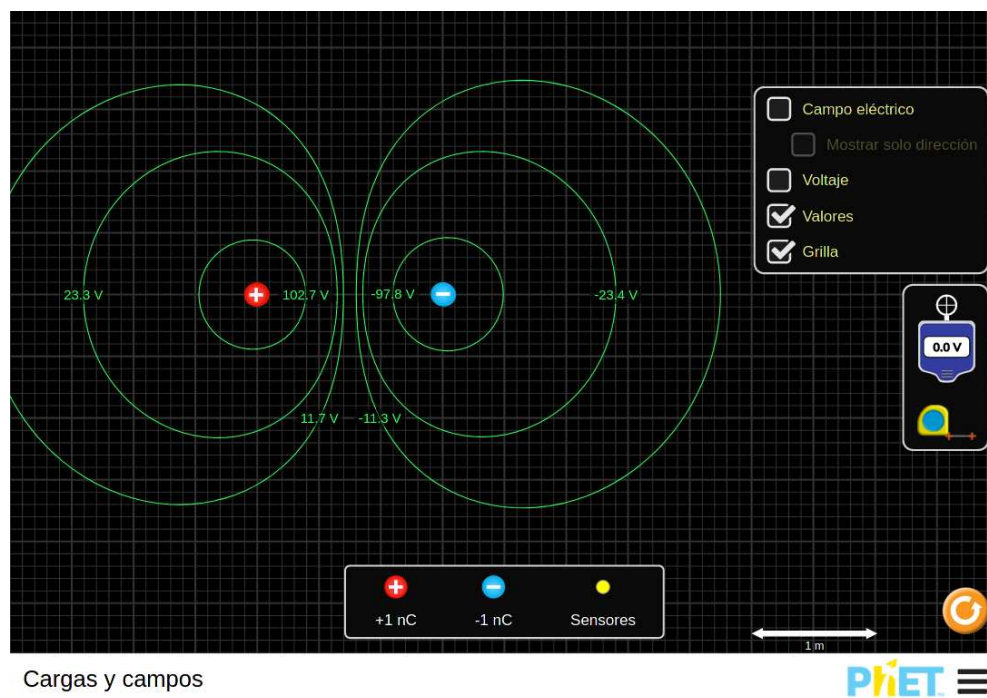
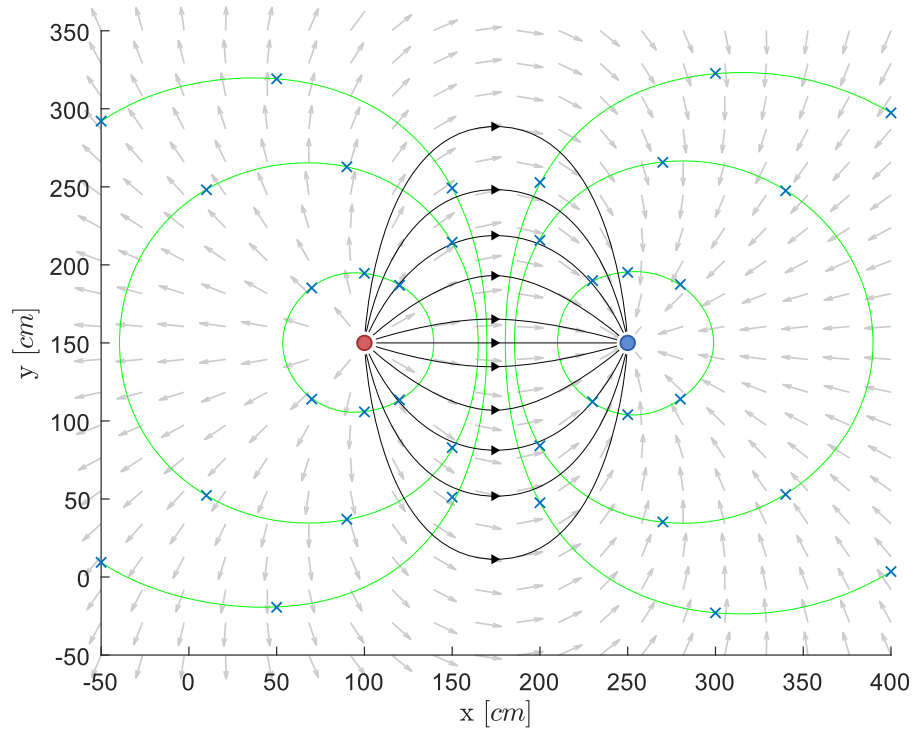


Figura 3: Líneas equipotenciales elegidas para la configuración 1.

Sabiendo que las líneas de campo eléctrico son perpendiculares a las líneas equipotenciales, obtenemos la gráfica de la **Figura 4**.

	$V_1 = 11.7[V]$		$V_2 = 23.3[V]$		$V_3 = 102.7[V]$	
i	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$
1	-50	292.1	10	248.1	70	185.2
2	50	319.2	90	262.8	100	194.6
3	150	249.2	150	214.5	120	186.9
4	150	51.2	150	82.9	120	113.5
5	50	-19.4	90	37.0	100	105.8
6	-50	9.4	10	52.3	70	114.0

	$V_4 = -11.3[V]$		$V_5 = -23.4[V]$		$V_6 = -97.8[V]$	
i	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$
1	200	252.8	200	215.7	230	189.9
2	300	322.7	270	265.7	250	195.2
3	400	3.5	340	247.5	280	187.5
4	400	297.4	340	52.9	280	114.0
5	300	-23.0	270	35.3	250	104.0
6	200	47.6	200	84.1	230	112.3

Cuadro 1: Coordenadas de las mediciones para diferentes voltajes.**Figura 4:** Líneas de campo eléctrico para la configuración 1.

Configuración 2: Una carga puntual y una línea de cargas.

En la **Figura 5** se muestra la disposición de las cargas y el sistema de referencia utilizado.

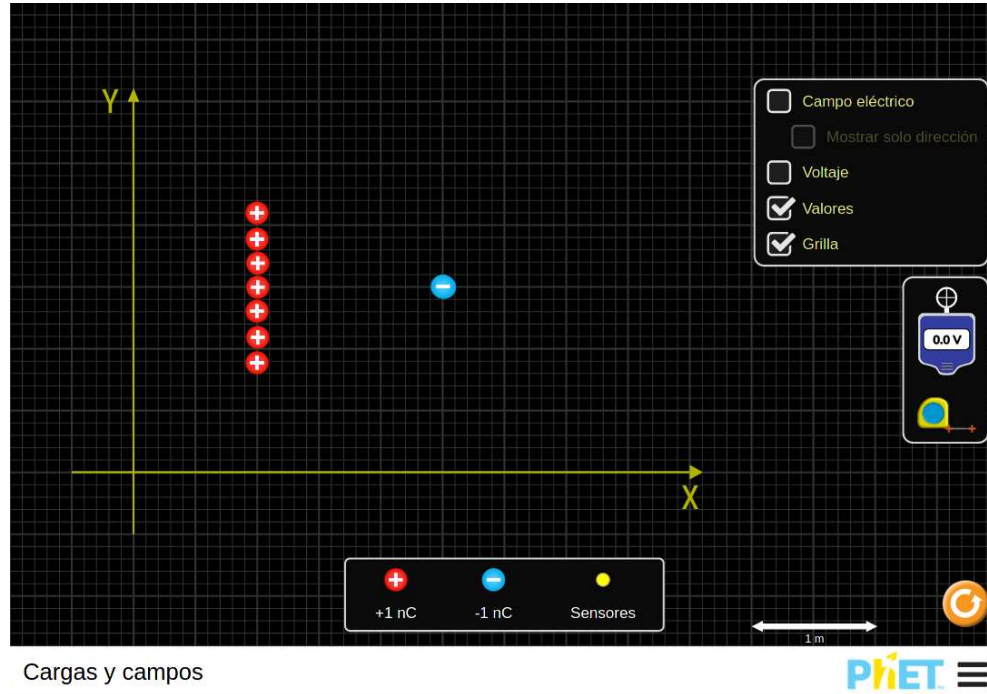


Figura 5: Configuración de una carga puntual y una línea de cargas.

Distancia de separación horizontal entre las cargas:

$$d = 150[cm]$$

Valor y posiciones de la línea de carga 1:

$$Q_1 = +1[nC]$$

$$X_{1,1} = 100[cm]; Y_{1,1} = 90[cm]$$

$$X_{1,2} = 100[cm]; Y_{1,2} = 110[cm]$$

$$X_{1,3} = 100[cm]; Y_{1,3} = 130[cm]$$

$$X_{1,4} = 100[cm]; Y_{1,4} = 150[cm]$$

$$X_{1,5} = 100[cm]; Y_{1,5} = 170[cm]$$

$$X_{1,6} = 100[cm]; Y_{1,6} = 190[cm]$$

$$X_{1,7} = 100[cm]; Y_{1,7} = 210[cm]$$

Valor y posición de la carga 2:

$$Q_2 = -7[nC]$$

$$X_2 = 250[cm]$$

$$Y_2 = 150[cm]$$

Los valores de potencial eléctrico recogidos en el simulador pueden verse gráficamente en la **Figura 6**.

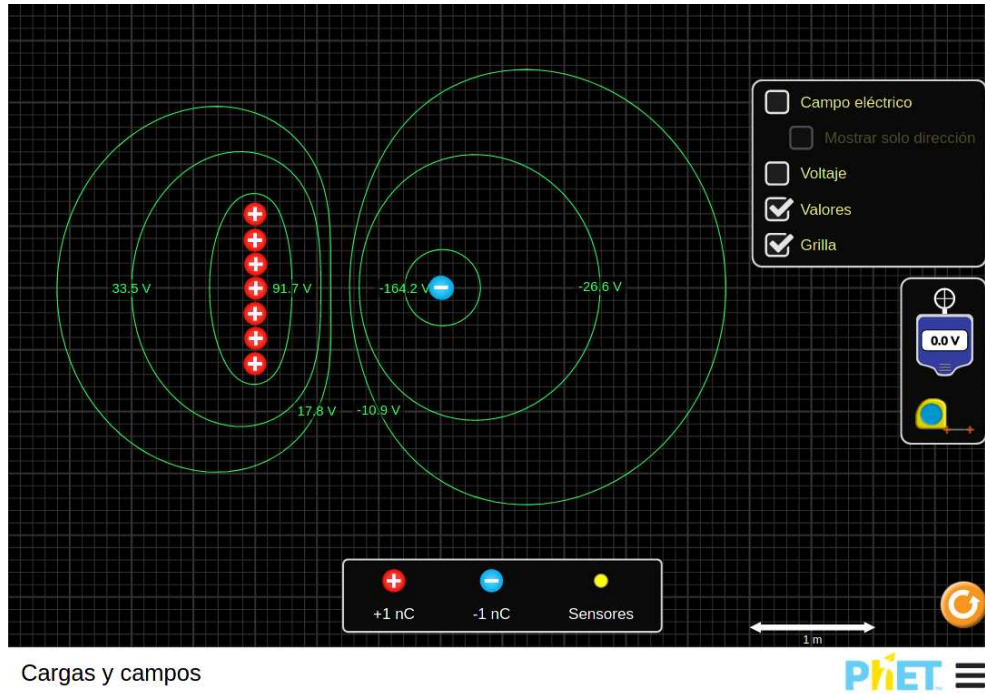


Figura 6: Líneas equipotenciales para la configuración 2.

En el **Cuadro 2**, se muestran los valores de las coordenadas (x, y) para los voltajes elegidos. Sabiendo que las líneas de campo eléctrico son perpendiculares a las líneas equipotenciales, obtenemos la gráfica de la **Figura 7**.

Configuración 3: Dos cargas puntuales de signos opuestos.

En la **Figura 8** se muestra la disposición de las cargas y el sistema de referencia utilizado. Distancia de separación horizontal entre las cargas:

$$d = 150[cm]$$

Valor y posiciones de la línea de carga 1:

$$Q_1 = +1[nC]$$

$$X_{1,1} = 100[cm]; Y_{1,1} = 90[cm]$$

$$X_{1,2} = 100[cm]; Y_{1,2} = 110[cm]$$

$$X_{1,3} = 100[cm]; Y_{1,3} = 130[cm]$$

$$X_{1,4} = 100[cm]; Y_{1,4} = 150[cm]$$

$$X_{1,5} = 100[cm]; Y_{1,5} = 170[cm]$$

	$V_1 = 17.8[V]$		$V_2 = 33.5[V]$		$V_3 = 91.7[V]$	
i	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$
1	-50	205.7	10	197.4	70	194.0
2	50	3.4	90	259.2	100	227.5
3	150	247.4	150	194.5	120	209.8
4	150	52.3	150	102.8	120	88.1
5	50	295.6	90	37.0	100	72.3
6	-50	91.6	10	99.3	70	104.6

	$V_4 = -10.9[V]$		$V_5 = -26.6[V]$		$V_6 = -164.2[V]$	
i	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$
1	200	252.1	200	211.5	230	171.6
2	300	325.0	270	257.4	250	181.6
3	400	302.7	340	234.5	280	158.6
4	400	0	340	66.4	280	139.8
5	300	-25.3	270	44.0	250	119.3
6	200	49.3	200	88.1	230	127.5

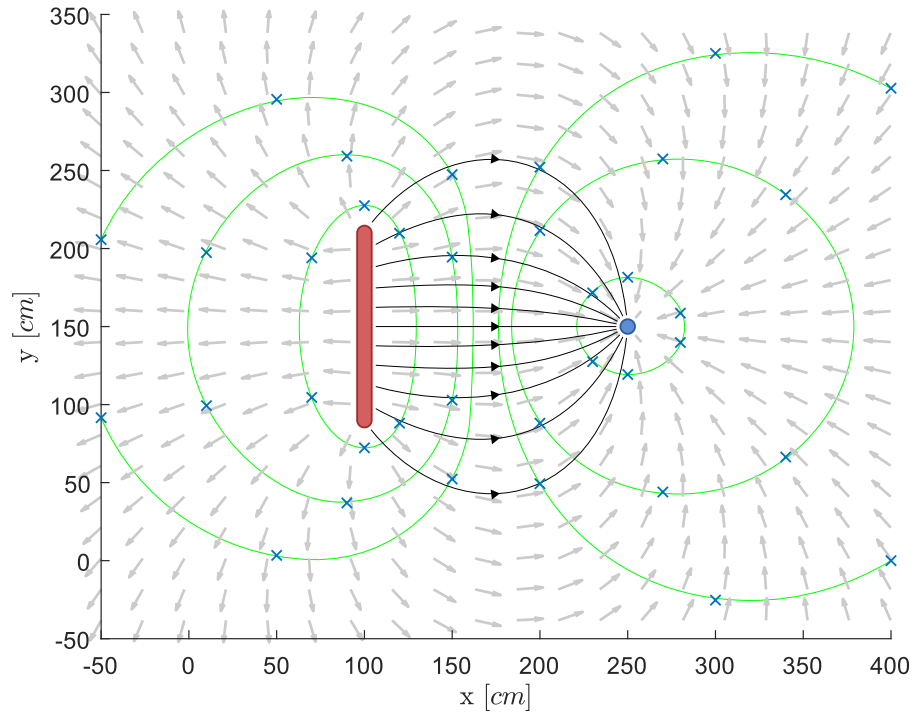
Cuadro 2: Coordenadas de las mediciones para diferentes voltajes.**Figura 7:** Líneas de campo eléctrico para la configuración 2.



Figura 8: Configuración de dos líneas de carga de signos opuestos.

$$X_{1.6} = 100[cm]; Y_{1.6} = 190[cm]$$

$$X_{1.7} = 100[cm]; Y_{1.7} = 210[cm]$$

Valor y posiciones de la línea de carga 2:

$$Q_1 = -1[nC]$$

$$X_{2.1} = 250[cm]; Y_{2.1} = 90[cm]$$

$$X_{2.2} = 250[cm]; Y_{2.2} = 110[cm]$$

$$X_{2.3} = 250[cm]; Y_{2.3} = 130[cm]$$

$$X_{2.4} = 250[cm]; Y_{2.4} = 150[cm]$$

$$X_{2.5} = 250[cm]; Y_{2.5} = 170[cm]$$

$$X_{2.6} = 250[cm]; Y_{2.6} = 190[cm]$$

$$X_{2.7} = 250[cm]; Y_{2.7} = 210[cm]$$

Los valores potencial eléctrico recogidos en el simulador pueden verse gráficamente en la **Figura 9**.

En el **Cuadro 3**, se muestran los valores de las coordenadas (x, y) para los voltajes elegidos.

Sabiendo que las líneas de campo eléctrico son perpendiculares a las líneas equipotenciales, obtenemos la gráfica de la **Figura 10**.

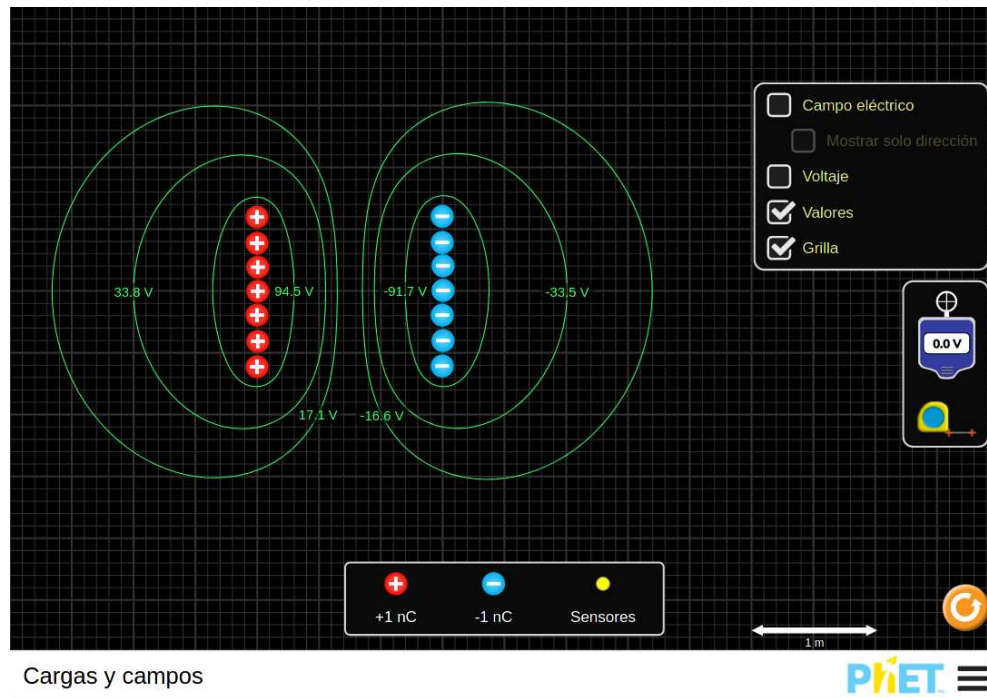


Figura 9: Líneas equipotenciales para la configuración 3.

	$V_1 = 17.1[V]$		$V_2 = 33.8[V]$		$V_3 = 94.5[V]$	
i	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$
1	-50	221.0	10	198.7	70	192.8
2	50	298.6	90	260.4	100	225.7
3	150	243.9	150	202.2	120	207.5
4	150	51.7	150	95.2	120	88.8
5	50	0	90	38.8	100	72.3
6	-50	79.9	10	99.9	70	108.2

	$V_4 = -16.6[V]$		$V_5 = -33.5[V]$		$V_6 = -91.7[V]$	
i	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$	$x_i[cm]$	$y_i[cm]$
1	200	249.8	200	205.1	230	213.4
2	300	301.5	270	261.0	250	227.5
3	400	226.3	340	203.4	280	195.2
4	400	71.7	340	96.4	280	104.0
5	300	0	270	39.4	250	73.5
6	200	51.7	200	96.4	230	88.8

Cuadro 3: Coordenadas de las mediciones para diferentes voltajes.

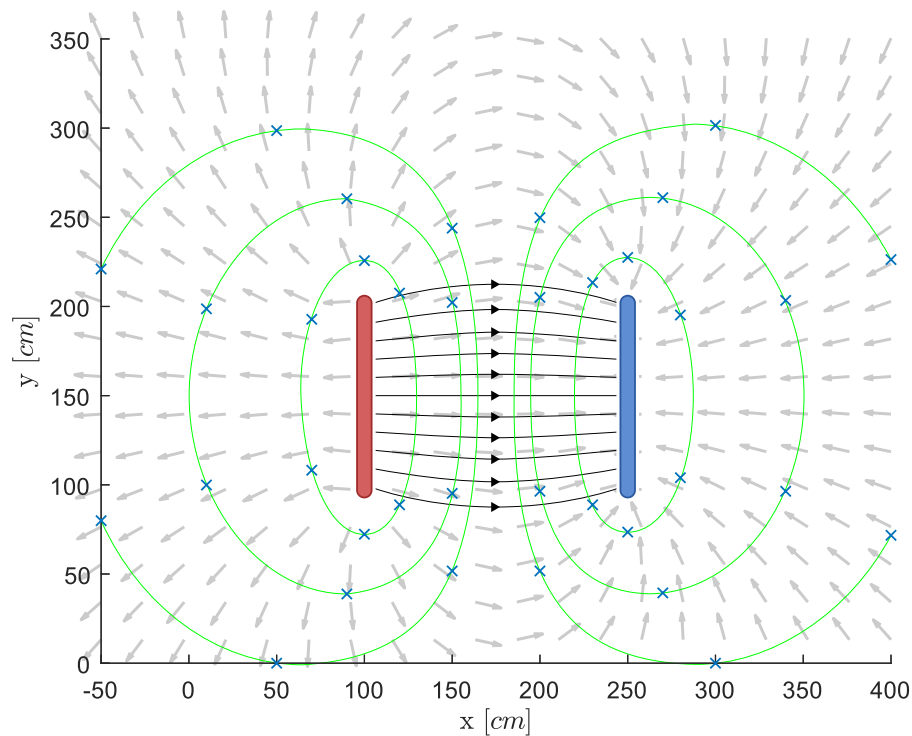


Figura 10: Líneas de campo eléctrico para la configuración 3.

7. Cuestionario

1. **Comparar las representaciones gráficas obtenidas (líneas equipotenciales) de las configuraciones utilizadas, con los modelos teóricos.**

Los campos encontrados son similares a los modelos teóricos de campo eléctrico, existe mayor diferencia con la línea de cargas, al haber utilizado cargas puntuales con cierta separación, en lugar de electrodos planos.

Siendo ese el caso en el que los campos eléctricos son plenamente paralelos similar al presentado en la **Figura 11**.

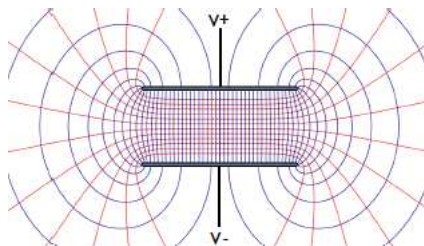


Figura 11: Modelo teórico del campo eléctrico entre dos electrodos planos.

2. **A partir del gráfico de las líneas equipotenciales para los electrodos planos, determinar una relación funcional entre el voltaje V y la distancia x al electrodo de referencia.**

Se tomaron los valores de potencial eléctrico cada $10[cm]$ en la mitad de los electrodos planos como se muestra en la **Figura 12**.

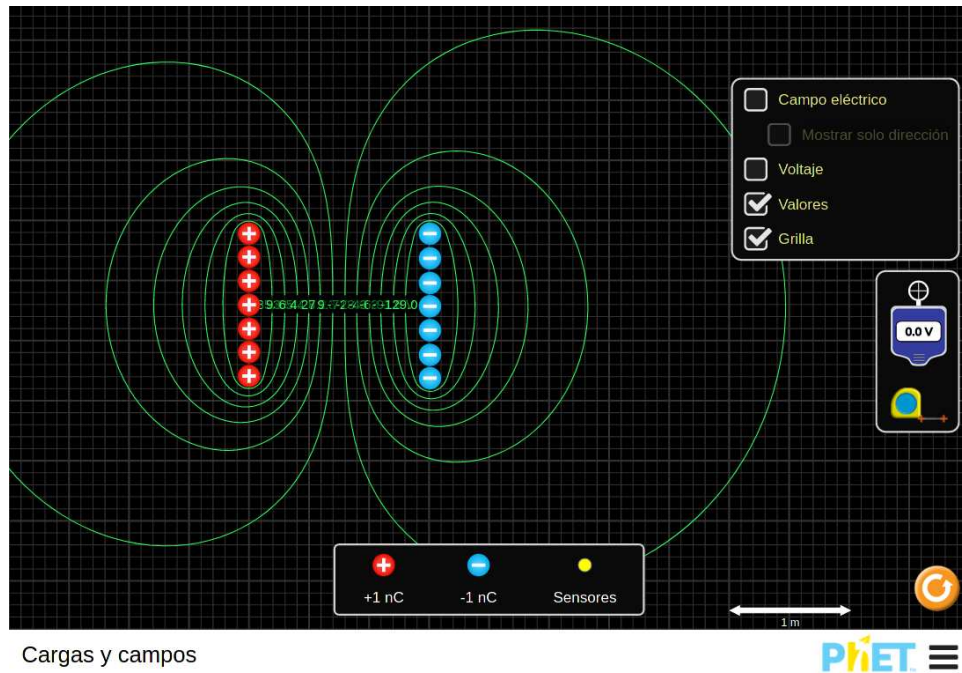


Figura 12: Líneas equipotenciales establecidas en el simulador.

En el **Cuadro 4**, se presentan los valores de potencial eléctrico tomados, medidos desde el centro de ambos electrodos planos.

$p_i[cm]$	$n_i[cm]$	$V_i[V]$
20	130	135.00
30	120	93.93
40	110	65.12
50	100	44.76
60	90	27.22
70	80	9.29
80	70	-7.03
90	60	-23.79
100	50	-43.20
110	40	-63.28
120	30	-91.59
130	20	-129.00

Cuadro 4: Valores de potencial eléctrico para diferentes distancias.

A partir de los datos del **Cuadro 4**, se obtiene la gráfica presentada en la **Figura 13**.

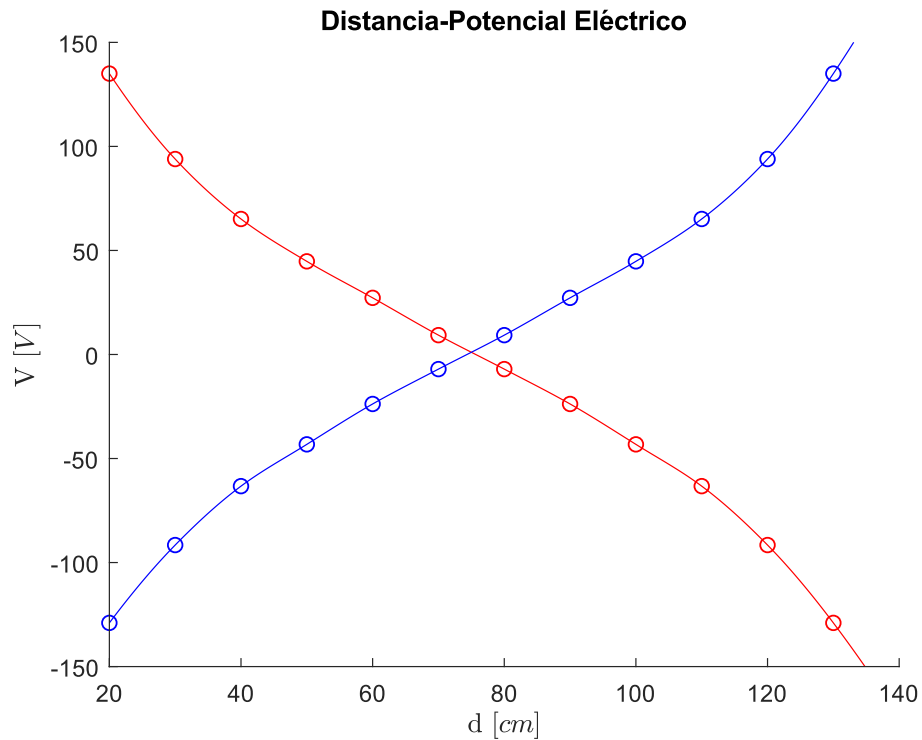


Figura 13: Líneas equipotenciales establecidas en el simulador.

Realizando el ajuste de la curva por el método de los mínimos cuadrados, obtenemos los valores de la curva y el coeficiente de correlación:

$$a = (3119.2 \pm 1426.6)[u]; 45.74 \%$$

$$b = (-0.674 \pm 0.1084)[u]; 16.07 \%$$

$$R = -0.8914$$

La ecuación de la curva resultante es:

$$V = 3119.2d^{-0.67} - 200$$

Siendo la relación funcional hallada:

Resultado
$V \propto \frac{1}{d^{0.67}}$