

DOCUMENTO: CAMPO ELÉCTRICO

Nombre:.....Curso:.....

CAMPO ELECTRICO

El concepto de campo es un importante medio para la descripción de algunos fenómenos físicos, un ejemplo de esto es el caso de la Tierra, ya que cualquier objeto de masa m colocado en cualquier punto del espacio en torno a la Tierra, queda sometido a una fuerza del tipo gravitacional, es el espacio el que aplica la fuerza, no es la tierra. Esta modificación del espacio en torno a la tierra recibe el nombre de **campo gravitatorio**.

El campo gravitatorio y el campo eléctrico existen con total independencia de las partículas materiales o de las cargas eléctricas, puestas en las proximidades de las masas generadoras o de las cargas eléctricas generadoras.

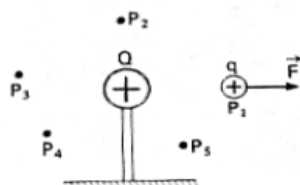


¿Qué se entiende por campo eléctrico?

Imaginemos que una carga Q , carga generadora de un campo eléctrico, modifica su medio circundante, incluido el vacío, de tal manera que una carga testigo (q_0) sienta el efecto del espacio modificado, es decir, el campo creado por la carga Q ejerce una fuerza sobre la carga q_0 , colocada en dicho campo, por lo tanto el espacio asume la función de intermediario. (Fig. N° 1)

Si la carga q_0 se traslada y se ubica en los puntos P_1 , P_2 y P_3 , obviamente en cada uno de esos puntos sobre la carga q_0 también sentirá los efectos de una fuerza eléctrica ejercida por el campo.

Fig. N° 1



Luego podemos decir que el campo eléctrico se caracteriza por la fuerza que ejerce el campo sobre una carga q_0 colocada en dicho espacio. La carga q_0 es una carga de prueba que se define como una carga de **signo positivo** y **puntual**, tal que, no modifica el campo creado por la carga generadora Q .

El campo eléctrico que se establece en los puntos P_1 , P_2 y P_3 , es por la acción de la carga Q , la cual puede ser de tipo negativo o positivo y la carga de prueba q_0 , que es la que se mueve de un punto a otro dentro del campo, sirve para verificar o atestiguar la existencia del campo eléctrico.

Es importante señalar:

- La existencia del campo eléctrico no depende de la carga q_0 , de manera que existe un campo eléctrico en cualquier punto en torno a la carga Q , aun cuando no se coloque una carga de prueba.
- Al introducir el concepto de campo, decimos que es la carga Q la que crea el campo eléctrico en los puntos del espacio que la rodean, el campo es el responsable de la fuerza eléctrica sobre la carga q_0 colocada en esos puntos, por lo que se considera que la fuerza eléctrica se debe a la acción del campo sobre la carga de prueba y no a la acción directa entre las cargas Q y q_0 .

- c) El valor que toma el campo eléctrico en un punto del espacio se denomina **intensidad de campo eléctrico** (\vec{E}), la cual es una magnitud vectorial, por lo que posee módulo, dirección y sentido.

Descripción vectorial de un campo eléctrico

Intensidad de campo eléctrico (\vec{E}):

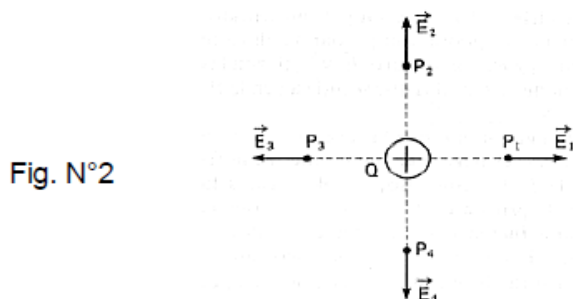
La **Intensidad de campo eléctrico** corresponde a la fuerza eléctrica por unidad de carga, que ejerce el campo eléctrico, creado por una carga Q, sobre una carga eléctrica puesta en el punto de un campo eléctrico y se determina mediante la siguiente expresión

$$\vec{E} = \frac{F}{q_0}$$

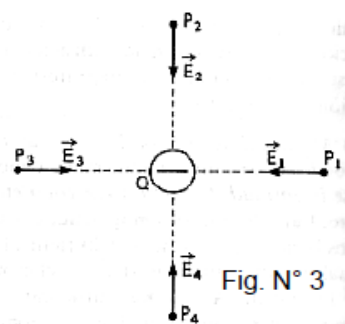
La unidad de medida de la intensidad de campo Eléctrico en S.I. es N/C, por lo que si la intensidad de campo en un punto dentro del campo es de 1 N / C, esto significa que el campo ejerce una fuerza de 1 Newton sobre una carga de 1 Coulomb colocada en dicho punto.

Dirección y sentido de la intensidad de campo eléctrico (\vec{E}):

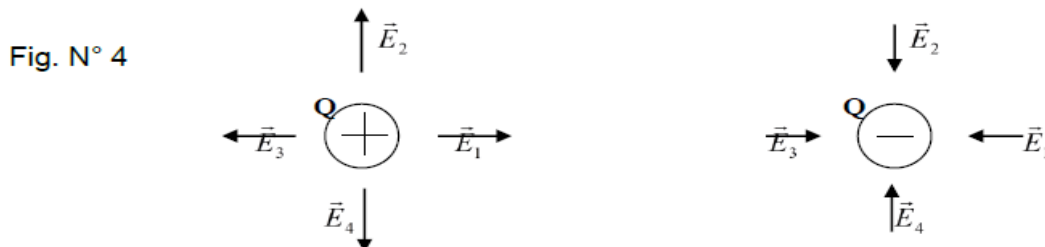
La dirección y el sentido del vector Intensidad de campo eléctrico están dados por la dirección y sentido de la fuerza eléctrica que se aplica sobre la carga de prueba colocada en el punto. Por ejemplo en la figura N° 2, si la carga de prueba se coloca en P₁ la fuerza es de repulsión por lo que su dirección es horizontal y su sentido apunta hacia la derecha, por lo que la dirección y sentido del vector campo eléctrico es el mismo que el de la fuerza. De manera similar en los puntos P₂, P₃ y P₄,



Si la carga Q generadora del campo eléctrico es de tipo negativa, (Fig. N°3), en ese caso al colocar la carga q₀ en el punto P₁, esta será atraída por el campo con una fuerza eléctrico con sentido hacia la izquierda, por lo que el vector campo eléctrico también apuntará hacia la izquierda, coincidiendo con el sentido de la fuerza. Siguiendo el mismo razonamiento, el vector campo eléctrico en los puntos P₂, P₃ y P₄ tendrán el mismo sentido que la fuerza y estarán representados por los vectores, \vec{E}_2 , \vec{E}_3 y \vec{E}_4 respectivamente.



De acuerdo con lo anterior podemos concluir que el sentido del vector campo eléctrico generado por una carga de tipo positiva apunta hacia afuera de la carga generadora, en cambio si la carga generadora es de tipo negativa, el sentido del vector campo eléctrico apunta hacia la carga generadora. (Fig. N°4)



Movimiento de cargas en un campo eléctrico:

Si una carga de prueba (q_0) se coloca dentro de un campo generado por una carga Q de tipo positivo, como ya sabemos q_0 será repelida con una fuerza dirigida radial y hacia afuera, tomando como origen la carga (Q) y por consiguiente tenderá la carga q_0 a desplazarse en el sentido de esta fuerza. Como el vector \vec{E} tiene el mismo sentido de la fuerza, se concluye que las cargas de tipo positiva tienden a desplazarse en el sentido del campo.

En resumen:

Una carga q_0 de signo positivo colocada dentro de un campo eléctrico, se desplazará en el sentido del campo eléctrico

Campo eléctrico creado por una carga puntual

La expresión $E = F/q$, permite calcular el tamaño de la intensidad de campo eléctrico para cualquier tipo de carga que lo genere del tipo puntual.

Consideremos una carga de prueba q_0 colocada a una distancia d de una carga puntual Q , la magnitud de la fuerza eléctrica entre ellas está dada por la ley de Coulomb:

$$F = \frac{KQq_0}{d^2} \quad (1)$$

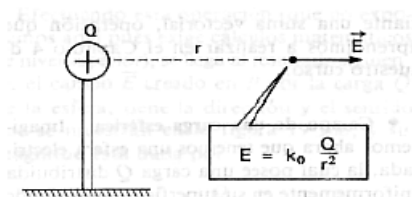
El módulo de la intensidad del campo eléctrico en el lugar donde se ubica la carga de prueba q_0 , está dado por la expresión:

$$E = \frac{F}{q_0} \quad (2)$$

Reemplazando la expresión (1) en la expresión (2) obtenemos:

$$E = \frac{KQq_0}{d^2} \cdot \frac{1}{q_0}, \text{ simplificando } q_0, \text{ se tiene:}$$

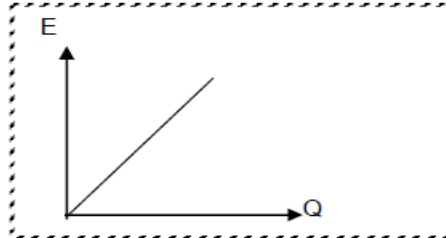
$$E = \frac{KQ}{d^2}$$



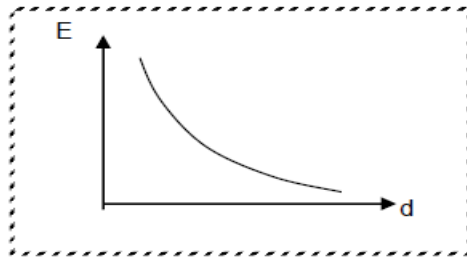
Con esta última expresión es posible calcular el módulo de la intensidad del campo eléctrico generado por una carga puntual Q, a cualquier distancia de dicha carga.

De la expresión $E = \frac{KQ}{d^2}$ se concluye que:

- a) La intensidad de campo eléctrico no depende de la carga de prueba q_0 .
- b) La magnitud de la intensidad de campo es directamente proporcional a la magnitud de la carga Q que genera el campo. El gráfico adjunto informa de la relación entre los conceptos anteriores, mantenida la distancia entre el punto y la carga generadora constante:



- c) El módulo de la intensidad del campo eléctrico E, será mayor tanto menor sea la distancia y viceversa, siendo $E \propto 1 / d^2$, es decir el tamaño o módulo de la intensidad de campo eléctrico es inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre la carga generadora y el punto donde se mide \vec{E} , por lo que el gráfico adjunto informa de esta relación .



Campo generado por varias cargas puntuales.

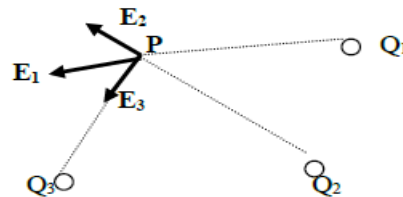
Si se tienen tres cargas eléctricas puntuales, $+Q_1$, $+Q_2$ y $-Q_3$ que generan campos eléctricos (Fig. N° 5) y se desea determinar la intensidad del campo eléctrico generado por el conjunto de las cargas en un punto P, cualquiera del espacio, se debe calcular primero la magnitud de la intensidad de campo originado por cada una de las cargas mediante la expresión $E = \frac{KQ}{d^2}$ y determinar la dirección y sentido de los vectores intensidad de campo \vec{E}_1 , \vec{E}_2 y \vec{E}_3 . La intensidad de campo eléctrico resultante \vec{E} en el punto P estará dada por la suma de las intensidades.

En general se tiene que el vector intensidad de campo eléctrico en un punto P generado por varias cargas eléctricas es igual a la suma vectorial de cada uno de las intensidades de los campos generados por cada carga, es decir:

$$\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \dots + \vec{E}_n$$

$$\vec{E} = \sum_1^n \vec{E}_i$$

Fig. N° 5



Concepto de líneas de fuerza

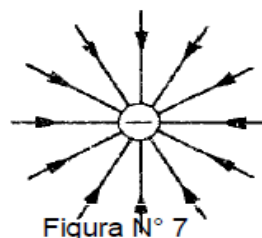
Las líneas de fuerza son líneas imaginarias que nos permite representar gráficamente el campo eléctrico. El concepto de líneas de fuerza fue incorporado por Michael Faraday (1791-1867).

Supongamos una carga puntual $+Q$ que genera un campo eléctrico, por lo que en cada punto del espacio que la rodea existe un campo \vec{E} , que va decreciendo su magnitud a medida que nos alejamos de la carga (Fig. N° 6). Si se traza una línea uniendo a estos vectores de campo eléctrico \vec{E} ,

se obtiene lo que Faraday designó como líneas de fuerza del campo eléctrico las cuales están orientadas en el mismo sentido de \vec{E} (Fig.N°6).



Si la carga puntual que origina el campo eléctrico es de tipo negativa, sabemos que el sentido del vector campo eléctrico \vec{E} está dirigido hacia la carga generadora (Fig.N°7), por lo que también si trazamos líneas que unan estos vectores obtenemos líneas de fuerza que contrario al caso anterior, estas convergen en la carga generadora del campo .



Estas líneas de fuerza tienen una configuración relativamente simple y a la vez son útiles para representar gráficamente un campo eléctrico y con respecto a estas líneas de fuerza hay que considerar lo siguiente:

- a) Estas líneas deben trazarse de manera tal que la dirección del vector campo eléctrico es tangente a cada uno de sus puntos, como indica la Fig. N° 8



Fig. N° 8

- b) Si se encuentran dos cargas de distintos signos, las líneas de fuerza parten de la carga positiva y se dirigen hacia la carga negativa (Fig. N°9), por el contrario si las cargas son de signo positivo, la configuración de las líneas de fuerzas queda representada según Fig. N° 10.

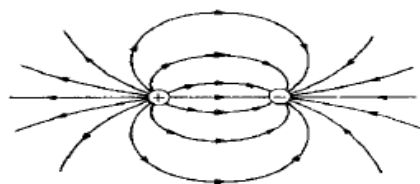


Figura N° 9

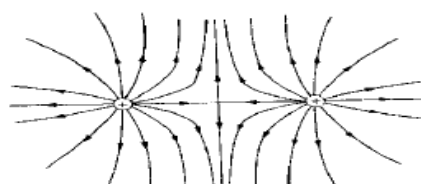


Figura N° 10

- c) Las líneas de fuerza, no solo entregan información acerca de la dirección y sentido del campo eléctrico, sino también de la intensidad de él, ya que al encontrarse una mayor cantidad de líneas de fuerzas, estas al estar más juntas, indican que el campo es más intenso y si existe una menor cantidad de líneas de fuerza o estas están más separadas es porque la intensidad del campo es menor. Fig. N°11

