

# Relación entre el potencial y el campo eléctrico

---

## Gradiente de potencial

El campo eléctrico y el potencial en una región del espacio, pueden representarse como funciones de la posición:  $\vec{E} = \vec{E}(x, y, z)$ ,  $V = V(x, y, z)$ . Estas cantidades están relacionadas, por lo que a partir del campo eléctrico se puede obtener el potencial eléctrico o a partir del potencial eléctrico es posible obtener el campo eléctrico. Se puede demostrar que, en función de los vectores unitarios, el campo eléctrico puede obtenerse de la siguiente expresión.

$$\vec{E} = -\left(\hat{i}\frac{\partial V}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial V}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial V}{\partial z}\right) = -\left(\hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}\right)V = -\nabla V$$

en donde la operación vectorial  $\nabla = \left(\hat{i}\frac{\partial}{\partial x} + \hat{j}\frac{\partial}{\partial y} + \hat{k}\frac{\partial}{\partial z}\right)$  se denomina el gradiente, y se dice que el campo eléctrico es el negativo del gradiente de potencial. En la literatura también se utiliza  $\vec{\nabla}V$  para denotar el gradiente de potencial.

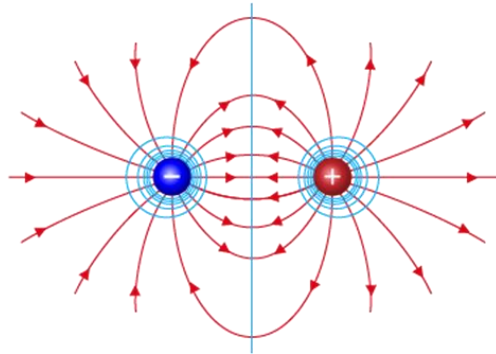
En el caso de geometría radial (como en cargas puntuales, esferas o cilindros), el gradiente de potencial sería

$$\vec{\nabla}V = \hat{r}\frac{\partial V}{\partial r}$$

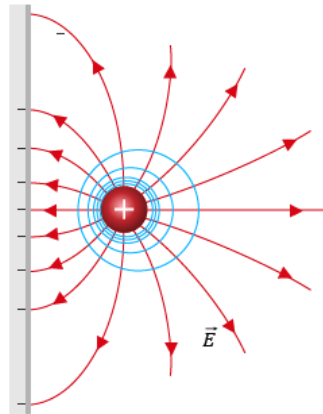
También es posible representar el operador de gradiente en términos de otros sistemas de coordenadas.

## Superficies equipotenciales

En una región en donde existe un campo eléctrico, el potencial eléctrico puede representarse gráficamente mediante *superficies equipotenciales*, es decir, una superficie en la que el potencial tiene el mismo valor en todos los puntos. Sobre un plano las superficies equipotenciales se representan mediante líneas, *líneas equipotenciales*, que se dibujan perpendiculares a las líneas de campo en cada punto. En la Figura 1 se observan en color rojo, las líneas de campo eléctrico y en color azul las líneas equipotenciales de dos configuraciones de carga.



a)



b)

Figura 1. Superficies equipotenciales del a) dipolo eléctrico y b) una configuración de carga *plano-carga puntual*.

En general, las superficies equipotenciales son curvas, solo en el caso especial de un campo uniforme, las superficies equipotenciales se representan con planos paralelos entre sí.

También, en el caso de materiales metálicos con cargas en reposo, se observa que tanto la superficie del conductor como la región interna del conductor sólido se encuentran al mismo potencial, es decir, se podría considerar como un volumen equipotencial. La superficie del conductor es equipotencial y el campo eléctrico es perpendicular a ella.