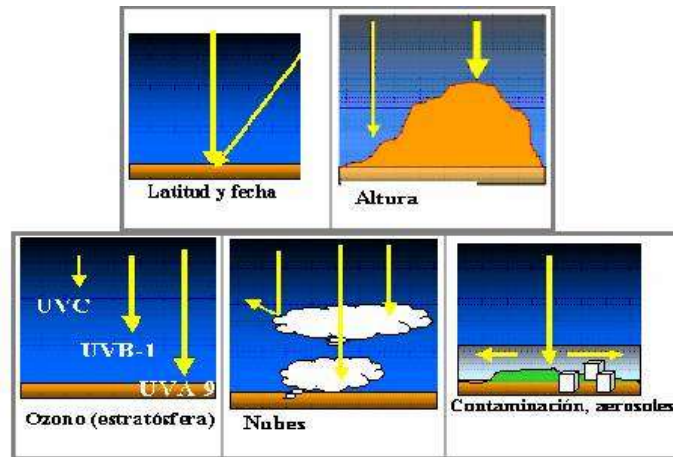


FACTORES QUE INFLUYEN EN LA RADIACIÓN UV EN LA SUPERFICIE

Los niveles de radiación UV que alcanzan la superficie terrestre viene condicionado básicamente por el ángulo cenital solar (a su vez condicionado por la hora del día, posición geográfica y época del año), el contenido total de ozono, la nubosidad, la altitud sobre el nivel del mar, los aerosoles, el albedo o reflectividad del suelo, el ozono troposférico y otros contaminantes gaseosos.



Efecto con la latitud

La cantidad de radiación solar que llega a la superficie es muy dependiente de la elevación del sol. En las regiones tropicales en que el sol se encuentra cerca de la vertical en los meses de verano los niveles de radiación UV son muy altos. Por el contrario, en las regiones polares la elevación del sol incluso en verano es poca y los niveles de radiación debidos a este efecto son bajos o moderados.

Nubosidad

La importancia de la nubosidad sobre la radiación UV en superficie está bien establecida. La nubosidad tiene un efecto plano sobre la radiación UV, de modo que atenúa el espectro en la misma medida para todo el rango sin modificar ostensiblemente la estructura espectral. La cantidad de radiación UV atenuada por la nube será función del tipo de nube y de su desarrollo. Las nubes más densas y oscuras bloquearán más eficientemente la radiación UV, mientras que las nubes blancas y con menor desarrollo junto con las nieblas y calimas atenúan en menor medida la radiación UV. Se puede percibir menos calor en presencia de estas nubes y puede resultar engañoso, ya que generar quemaduras en la piel debido a la escasa atenuación de estas nubes en la región ultravioleta.

La presencia de nubes y el contenido de humedad de la atmósfera hacen que la radiación solar disminuya, con respecto a otra que no tenga nubes y la humedad atmosférica sea baja. La fracción del cielo cubierto y el tipo de nubes afectan la intensidad y composición espectral de la radiación ultravioleta que llega a la superficie terrestre. Este efecto es debido principalmente a la reflexión de la radiación ultravioleta por las gotas de agua o cristales de hielo que forman la nube. No siempre el efecto neto es una disminución de la irradiancia; en ocasiones, las nubes cubren gran parte del cielo, pero no ocultan el disco solar. En estas circunstancias, la radiación solar reflejada por la superficie terrestre hacia arriba, es reflejada a su vez por las nubes nuevamente hacia la Tierra, por lo que así aumenta el nivel de irradiancia en la superficie.

Aerosoles

El aerosol atmosférico está constituido por el conjunto de partículas en suspensión en la atmósfera; el aerosol troposférico reduce los niveles de UV significativamente en regiones contaminadas.

El efecto del aerosol estratosférico ha incrementado su interés en la comunidad científica desde la erupción del Monte Pinatubo en Junio de 1991. La dispersión de la radiación por el aerosol puede reducir la irradiancia en superficie para longitudes de onda largas, pero puede cambiar también el camino óptico de los fotones a través del ozono estratosférico resultando un incremento de la irradiancia en superficie, especialmente para longitudes de onda corta y ángulos cenital solar grandes. El análisis de las medidas espectrales muestran un marcado incremento de la razón Difusa/Directa, pero no se encuentran variaciones significativas en el efecto sobre la irradiancia global. El aerosol estratosférico también influye en los niveles de radiación UV que alcanzan la superficie indirectamente, a través de su efecto en la química del ozono estratosférico.

Albedo (o reflectividad del suelo)

La reflectividad del suelo afecta a la radiación UV tanto en la radiación difusa como en la directamente reflejada por la superficie. Los valores de albedo suelen estar por debajo de 10% para la vegetación pero la variabilidad en caso de hielo puede alcanzar del 7 al 75% y para la nieve del 20 al 100%. La alta reflectividad puede ser de gran importancia en la distribución geográfica y estacional de la radiación UV, especialmente en climas fríos.

Los niveles de radiación UV están muy influenciados por la altura sobre el nivel del mar debido a la disminución de la capa de aire que queda por encima. Así, La radiación ultravioleta aumenta con la altitud del lugar aproximadamente un 10% por kilómetro de elevación. A igualdad de condiciones meteorológicas, los lugares elevados reciben mucha más radiación que a nivel del mar.

Efecto de la altitud

Mientras mayor sea la altitud del lugar, menor es la atenuación de los rayos del sol por la atmósfera, por lo que la radiación UV será mayor que a nivel del mar.

Efecto de la oblicuidad o masa de aire atmosférica

Se denomina ángulo cenital al ángulo que forma la dirección aparente del sol con la vertical local. Este ángulo depende a su vez de la hora del día, la estación y la latitud del sitio. La influencia de este factor tiene dos aspectos, uno de ellos puramente geométrico, ya que el flujo de radiación que atraviesa una superficie cualquiera varía con la orientación de la superficie. Si esta es paralela a la dirección de incidencia, el flujo de radiación es cero, mientras que si es perpendicular, resulta máximo. Además de este efecto, el aumento del ángulo cenital implica que la radiación tiene que atravesar una capa atmosférica más gruesa, y por consiguiente su atenuación será mayor.

La oblicuidad de los rayos del sol y el horizonte, depende de la latitud, y del día del año. La cantidad de radiación UV de todos los tipos, que nos llega a la tierra dependen de la hora y del ángulo que los rayos del sol forman con la superficie receptora. Cuando el sol está cerca del horizonte, su radiación viaja un largo camino a través de la atmósfera, por lo que menos rayos UV llegan a la superficie de la tierra y cuando el sol está en la parte más alta, sus rayos tienen menos camino que atravesar y caen con mayor intensidad en la superficie de la tierra. En latitudes medias y altas, es de mayor consideración.

Tipo de superficie reflejante (albedo)

La reflexión de los rayos solares, varía según el tipo de superficie. Es por ello que se debe evitar salir a tomar sol en la presencia de nieve, ya que esta refleja el 85 % de la radiación, y aunque se utilice un sombrero y gafas, la radiación reflejada puede afectar. En el caso de los trópicos, la reflexión de la arena (17%), aunque es considerablemente menor que la de la nieve, tiene que ser tomado en cuenta, especialmente en los alrededores del medio día, con cielo despejado.

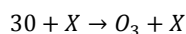
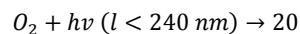


Otros factores que afectan la intensidad de la radiación UV

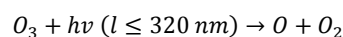
La intensidad de radiación ultravioleta producida por el sol tiene leves variaciones, asociadas a su período de rotación aparente -27 días-, al ciclo de manchas solares -11 años-, y a la aparición de protuberancias y explosiones en la fotosfera. Estas fluctuaciones afectan sobre todo las componentes más energéticas del espectro, que no llegan a la superficie terrestre. Sin embargo, pueden afectar al ciclo de producción y destrucción de ozono en la alta atmósfera, y en consecuencia, la transmisión atmosférica de otras porciones del espectro ultravioleta.

Otro factor que determina la cantidad de esta radiación que llega a nuestro planeta es la distancia entre la Tierra y el Sol, la cual, debido a la forma elíptica de la órbita terrestre, oscila un 3,4% a lo largo del año. Como la atenuación de la radiación es cuadrática con esta distancia, el resultado es una variación de alrededor del 7% en la intensidad de radiación ultravioleta extraterrestre, y es máxima en diciembre, al comienzo del verano austral.

Dentro de los factores atmosféricos, el más conocido es la atenuación que produce la capa de ozono. Se puede dividir este fenómeno en dos fases; en la primera, una molécula de oxígeno absorbe radiación $-hv$ representa un fotón- de longitud de onda (λ) menor de 240 nm y se disocia. Este oxígeno atómico, con ayuda de alguna otra molécula, forma ozono (O_3) :



La segunda parte consiste en la disociación del ozono mediante la absorción de más radiación ultravioleta, pero esta vez de longitud de onda más larga:



La porción del espectro que comprende longitudes de onda entre 240 nm y 320 nm no se absorbe uniformemente, por lo que algo de radiación ultravioleta de $\lambda > 290\text{ nm}$ llega a la superficie terrestre. Esta banda es justamente la más seriamente afectada por la disminución de las concentraciones de ozono estratosférico.

La atenuación de la radiación solar no sólo se produce por absorción sino también por la denominada dispersión de Rayleigh. En el fenómeno de dispersión, el fotón involucrado no desaparece sino que es desviado en su dirección de propagación. La distribución angular de la radiación dispersada es simétrica, lo que implica que la probabilidad de que la luz sea dispersada en alguna dirección "hacia arriba" es equivalente a la de ser dispersada en alguna dirección "hacia abajo". Para la porción ultravioleta del espectro, la dispersión de Rayleigh resulta importante hasta el punto de que más del 40% de la irradiancia de 300nm que llega a la superficie terrestre no proviene directamente del disco solar -radiación directa- sino del resto del cielo -radiación difusa-.

En áreas urbanas se producen concentraciones importantes de gases contaminantes a nivel de la atmósfera baja, entre ellos: ozono troposférico, dióxido de azufre y dióxido de nitrógeno, que absorben radiación ultravioleta. El aumento de concentración de estos gases lleva a una disminución de la intensidad de radiación ultravioleta en las áreas urbanas, a pesar del debilitamiento de la capa de ozono estratosférico.