

“UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN”
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y FORMALES
Unidad de Segunda Especialidad en
“Contaminación y Gestión Ambiental”



“RADIACIÓN ULTRAVIOLETA EN AREQUIPA
2016 - 2017”

Trabajo presentado por la Ing.
Sara Acuña Casafranca para optar al
Título de SEGUNDA ESPECIALIDAD en
CONTAMINACIÓN Y GESTIÓN AMBIENTAL

AREQUIPA – PERÚ

RESUMEN

Este trabajo se enfoca en las especiales características del Valle de Arequipa, que permiten la concentración de la radiación ultravioleta proveniente del Sol y que el agujero de la capa de ozono permite pasar.

Si bien la radiación ultravioleta es una radiación no ionizante, aún conserva suficiente energía para actuar sobre la melanina de la piel oscureciéndola y si no hay melanina que la intercepte, produce irritación y hasta quemaduras en la epidermis.

Realmente hay varios tipos de radiación ultravioleta, RUVA, de baja energía, que atraviesa la capa de ozono, RUVB, de mediana energía, que en su mayor parte es retenida por la capa de ozono y RUVB, de mayor energía, que es retenida en su totalidad por la capa de ozono.

Debido a la actividad humana se ha formado una zona de baja densidad en la capa de ozono, que deja pasar parte de la RUVB y solo retiene la RUVB. De modo que exponerse a esta radiación es sumamente peligroso.

Actualmente, en Arequipa, el índice de radiación ultravioleta (IUV), fluctúa entre 11 y 14, valores propuestos por la OMS. Pero se prevé que para este verano el índice llegue a 20 en Arequipa, convirtiendo a esta radiación en definitivamente cancerígena, ya que propicia la aparición de cáncer y melanomas en la piel.

El objetivo principal del trabajo es prevenir a la población de este peligro y incentivar a las autoridades a que instalen medidores de radiación en lugares públicos y que se aconseje a las personas, que se ven obligadas a salir en horas de mayor insolación, a llevar dosímetros que les permitan conocer la cantidad de radiación recibida y en el caso de trabajadores que deben desempeñar su labor en el exterior, se obligue a sus empleadores a proporcionarles las medidas de protección adecuadas, o en su defecto, suspender operaciones en el exterior durante las horas de mayor insolación.

Un aspecto insidioso de la radiación ultravioleta es que sus efectos no se aprecian inmediatamente, salvo la correspondiente insolación, sino a largo plazo, por lo que no hay una inmediata relación causa efecto. Un ejemplo es que los efectos de la exposición a la radiación en la niñez y juventud, solo aparecen en la vejez.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN	ii
ÍNDICE	iii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO 1

1.1. Población y ubicación	3
1.2. Hipótesis de trabajo.	5
1.2.1. Hipótesis de trabajo propuesta	5
1.3. Objetivos	5
1.3.1. Objetivo General.....	6
1.3.2. Objetivos Específicos	6
1.4. Variables.....	6
1.4.1. Variable independiente	6
1.4.2. Variable dependiente	6
1.5. El efecto de la UV en la salud y el ambiente.....	6
1.6. Marco legal para el manejo de la radiación UV	7
1.7. La radiación electromagnética	7
1.7.1. Tipos de radiación electromagnética	8
1.8. Radiación ionizante y no ionizante	9
1.8.1. Radiación no ionizante	9
1.8.2. Radiación ionizante	9
1.9. Radiación ultravioleta	9
1.10. Efectos para la salud y los seres vivos de las radiaciones UV-B.....	10

1.11. Radiación que llega a la superficie	11
---	----

CAPITULO 2

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. El Sol	12
2.1.1. Características del Sol	13
2.1.2. Estructura del Sol.....	13
2.1.3. Manchas solares	15
2.1.4. Emisión coronal	16
2.2. La Tierra	17
2.2.1. Campo magnético de la Tierra.....	17
2.3. Capa de ozono	19
2.3.1. Formación, destrucción y reacciones de ozono en la estratósfera.....	19
2.3.2. Formación del ozono	20
2.3.3. Ión del ozono	20
2.3.4. Conversión de radiaciones UV en calor	21
2.3.5. Niveles del ozono estratosférico y unidades de medida	21
2.3.6. Unidades Dobson.....	21
2.3.7. Variación y disminución del ozono estratosférico	22
2.4. Agujero en la capa de ozono.....	23
2.4.1. Incidencia de la radiación ultravioleta en la superficie de la Tierra	23
2.4.2. Factores que agravan la situación de Perú.....	25
2.5. Contaminación por radiación.....	25
2.5.1. Medición de la radiación UV.....	26
2.5.2. Índice de radiación UV.....	27
2.5.3. Efecto sobre la piel y ojos	31
2.6. Contaminación.....	32

2.6.1. Contaminación natural.....	32
2.6.2. Contaminación artificial o humana	432

CAPÍTULO 3

EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Marco legal para el manejo de la radiación UV.....	34
3.2. Detección de la radiación UV	34
3.3. Caracterización o tipo de diseño de investigación.	34
3.4. Acciones y Actividades para la ejecución del Proyecto	34
3.4.1. Herramientas para prevenir la Radiación UV Solar	34
3.4.2. Extracto de la Guía Técnica radiación solar y UV	35
3.4.3. Lineamientos para implementar Programas por la empresa privada para la protección de radiación UV.....	35
3.4.4. Afiche de radiación UV.....	35
3.4.5. Video sobre los rayos UV	35
3.4.6. Capacitaciones sobre radiación UV solar.....	35
3.4.7. Casetas de información	36
3.4.8. Campaña Escolar de Prevención UV Solar	36
3.5. Información, materiales y/o instrumentos	36
3.5.1. Materiales e instrumentos.....	36
3.6. Necesidad de educación y colaboración de la población afectada.	38
CONCLUSIONES	40
RECOMENDACIONES	41
BIBLIOGRAFÍA	42
ANEXOS	44
Anexo 1	44
Anexo 2.	49
GLOSARIO.....	50

ÍNDICE DE CUADROS; FIGURAS Y FOTOGRAFÍAS

Cuadros	pag
Cuadro N°1. Formación y destrucción de ozono en la atmósfera	19
Fotografías	
Fotografía N° 1. Solmario en una playa	37
Figuras	
Figura N° 1. Ubicación de la provincia de Arequipa en el Perú y el departamento....	5
Figura N° 2. Onda electromagnética	8
Figura N° 3. Espectro Electromagnético	8
Figura N° 4. Partes del Sol	14
Figura N° 5. Emisión coronal.....	16
Figura N° 6. Campo magnético de la Tierra durante una tormenta solar.....	17
Figura N° 7. Simulación computarizada de las líneas del campo magnético.....	18
Figura N° 8. Tonos de piel	28
Tablas.	
Tabla N° 1. Parámetros climáticos de Arequipa.....	4
Tabla N° 2. Radiación ultravioleta en la atmósfera	11
Tabla N° 3. Diferentes longitudes de onda o regiones del ultravioleta	24
Tabla N° 4. Índice ultravioleta	28
Tabla N° 5. Colores del Índice ultravioleta	36

INTRODUCCIÓN

Arequipa es, o era, un lugar privilegiado. Casi todo el año muestra un hermoso cielo azul, casi sin nubes. Un sol esplendoroso, que calienta su verde campiña, rodeada de azules volcanes. Este paisaje idílico, hace unos años se fue ensombreciendo poco a poco. Al principio las noticias venían de muy lejos, de la Antártida, ¿la antártida? ¡Ah, sí!, el polo.

Luego dejó de llover o llovió en exceso. Un verano, llovió tres o cuatro días, las represas apenas si llenaron, otro verano llovió un solo día, pero llovió tanto que entraron las torrenteras, se llevaron puentes, avenidas enteras y la inmensa cantidad de basura que los gentiles vecinos habían acumulado en sus causes.

¿Que sucedía? ¿Por que había cambiado tanto el clima? La respuesta no estaba aquí, venía de muy lejos. De la Antártida. Nuevamente se oyó de ese frío lugar, pero ahora con un añadido, "el agujero en la capa de ozono" ¿y que era eso? ¿Ozono? Seguro que era una palabra en inglés, castellano, no. Sin embargo, era castellano y la volvieron a oír. Ozono era una capa de gas que había en la atmósfera, pero, ¿como podías abrir un agujero en un gas? No, no se podía. Sin embargo no llovía y el Sol cada día brillaba más y ahora quemaba.

¿Y qué tenía que ver el agujero de ozono? Pues tenía que ver y mucho.

En realidad no se había producido un agujero en la capa de ozono, lo que había ocurrido era que los llamados gases de invernadero, arrastrados por las corrientes de aire y quizá ayudados por el campo magnético del planeta, se habían acumulado en una zona sobre la Antartida y se habían combinado con el ozono y lo habían transformado en oxígeno, dejando solo unas cuantas moléculas de muestra. Al disminuir la concentración de ozono, toda o casi toda, la radiación ultravioleta penetró hasta la superficie de la Tierra.

Arequipa, la bella, comenzó a recibir una mayor cantidad de radiación. Y sus habitantes pagaron la cuenta, primero se broncearon, luego les aparecieron manchas en la piel; compraron sombreros y lentes, dejaron de salir a medio día y nadie hizo o dijo nada más.

Buscando información se encontró abundante literatura sobre radiación ionizante, normas legales y normas técnicas para su manejo y control. Pero, sobre radiación no ionizante, solo se encontró información netamente científica; básicamente, ultravioleta, visible, infrarrojo, microondas y ondas de radio o herthzianas.

No había legislación al respecto y únicamente se ocupaban de los aspectos fisiológicos de la radiación ultravioleta. En algunos diarios se encontró alguna información adicional, especialmente en "Correo" y "El Comercio".

Esta situación nos llevó a pensar en la necesidad de alertar a la población y a exigir a las autoridades, que al parecer no están conscientes del problema, a reaccionar y tomar las previsiones del caso. Como, por el momento, no es posible apantallar la incidencia de radiación ultravioleta, lo único que nos queda es tratar de paliar sus efectos, es decir protegernos de la radiación, sea con ropa (sombreros y mangas largas en ropa oscura), lentes, o sustancias químicas protectoras de la piel.

Pero es importante que sean las autoridades las que den la voz de alarma y enumeren las opciones de precaución.

CAPITULO 1

GENERALIDADES

1.1. Población y ubicación.¹

El valle de Arequipa², que abarca la provincia del mismo nombre, tiene una población, estimada por el INEI³, de 2010 a 2015, en 969 284 habitantes. Está ubicada al suroeste del Perú, frente al Océano Pacífico con 528 kilómetros de litoral. Debido a esa ubicación, es el centro comercial de la zona sur del país, que incluye los departamentos de Apurímac, Cusco, Madre de Dios, Moquegua, Puno y Tacna; y, es parte del corredor turístico del sur peruano, lo que significa que está interconectado con el 40% del país, y encaramada sobre un repecho o cuesta en la Cordillera de los Andes. Además sus puertos de Mollendo y Matarani son el punto final de la carretera transoceánica que une al Perú con Brasil. Limita al noreste con Ica y Ayacucho; por el norte, con Apurímac y Cusco; por el este, con Moquegua y Puno; por el sudoeste, con el océano Pacífico.

Latitud sur: 14° 36´ 6".

Longitud oeste: Entre meridianos 71° 59´ 39" y 75° 5´ 52".

Ríos más importantes: Ocoña, Majes-Camaná, Vitor-Quilca, Tambo, Colca y Chili.

Nevados: Ampato (6 310 msnm), Chachani (6 057 msnm) Hualcahualca (6 025 msnm), y Pichu Picchu (5 500 msnm).

Volcanes: Coropuna (6 305, msnm), Solimana (6 117 msnm) y Misti (5 821 msnm).

Abras: Apo Apacheta (5100, msnm) en Castilla; Chucura (4 720 msnm) entre Caylloma y Visca (4 650 msnm) entre La Unión y Condesuyos.

Islas: Hornillos, Blanca, Casca y Zaragoza.

Lagunas: Mucurca y Salinas.

El clima de Arequipa es generalmente templado y seco, gusta a muchos ya que no llega a tener inviernos muy fríos ni veranos fuertes de puro calor, la temperatura

¹ Departamento de Arequipa - Wikipedia, la enciclopedia libre
https://es.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_Arequipa

² El valle de Arequipa está conformado por el cauce del río Chili, sus afluentes y distritos aledaños.

³ Instituto Nacional de Estadística e Informática. Perú.

normalmente no sube sobre 25 grados centígrados y también es raro que baje de los 7 grados centígrados.

La humedad promedio es de 46%; en verano puede llegar hasta un 70% y en las demás estaciones como invierno, otoño y primavera llega a un mínimo de 27%. Por otra parte en la época de lluvias en verano, que suele ser entre los meses de enero y marzo no son exageradas calificadas como totalmente soportables.

Aunque no todo es tan bueno ya que la radiación solar, como bien sabemos, esta aumentando en todo el mundo, en Arequipa suele estar entre los 850 y 950 watt por metro cuadrado (con un índice de radiación ultravioleta ente 12 y 15), el cual es alto.

Los vientos de Arequipa se presentan principalmente en las noches y en las primeras horas del día con una dirección noreste, en las siguientes horas se siente más las brisas del valle que van a una dirección sur oeste, siendo la velocidad del viento en promedio de 1,5 y 2,5 metros por segundo.

Tabla N° 1. Parámetros climáticos de Arequipa.

Parámetros climáticos promedio de Arequipa													
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura diaria máxima (°C)	20	20	20	21	21	20	20	20	21	21	21	21	21
Temperatura diaria mínima (°C)	10	10	10	9	8	7	7	7	8	8	8	9	9
Precipitación total (mm)	20	40	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100

Fuente: Departamento de Arequipa - Wikipedia, la enciclopedia libre
<https://es.wikipedia.org/wiki/>

Se debe tener en cuenta que Arequipa pertenece a la costa del Perú aunque tiene una pequeña parte de sierra, esto hace que tenga un clima muy especial y variado pero sin llegar a extremos⁴.

En resumen podemos decir que el clima de Arequipa es muy bueno por no tener extremos fuertes de frío ni calor además que posee un clima seco la mayor parte del

⁴ <https://es.wikipedia.org/wiki/Arequipa>
 Ubicación y Geografía de Arequipa, información útil sobre Arequipa ...
www.enperu.org/ubicacion-arequipa-geografia-latitud-altitud-clima-en-arequipa-ciud...

año, hay pocas personas que pueden quejarse del clima estando varios días en la ciudad⁵.



Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=arequipa+peru+ubicacion&espv>

Figura N° 1. Ubicación de la provincia de Arequipa en el Perú y en el departamento.

1.2. Hipótesis de trabajo.

La hipótesis de trabajo considera la posibilidad de que una modificación o una reinterpretación de las condiciones imperantes pueden redundar en beneficio de un proceso o de un estado de cosas.

1.2.1. Hipótesis de Trabajo Propuesta.

Se tiene previsto un fuerte incremento de la incidencia de radiación UV en la zona del Valle de Arequipa⁶. En este momento el índice UV supera el máximo previsto por la OMS, y se espera que suba aún más, siendo así, la población y autoridades del Valle de Arequipa deben tomar las precauciones del caso.

1.3. Objetivos.

Son las metas que se desean alcanzar mediante las acciones que se proponen.

⁵ www.inia.gob.pe/arequipa/ubicacionarequipa

⁶ Hace meses que la OMS y la NOAA, lo vienen previniendo.

1.3.1. Objetivo General.

Alertar y proteger a la mayoría de la población del Valle de Arequipa de la exposición a altas dosis de radiación UVA y UVB.

1.3.2. Objetivos Específicos.

Sugerir y luego exigir a las autoridades regionales y nacionales:

- a) Difundir adecuadamente entre la población la gravedad de la situación y conseguir que las autoridades se comprometan con este problema.
- b) Priorizar la atención en los sectores más vulnerables de la población; niños y ancianos.
- c) Colocar avisos y/o posters dando instrucciones para tomar las protecciones adecuadas.
- d) Instalar medidores fijos de radiación en lugares públicos (Playas, piscinas, parques, calles, etc.) que permitan, a los usuarios de esas instalaciones, tener un cierto conocimiento sobre la radiación UV a la que se están exponiendo.
- e) Propiciar el uso de exposímetros personales para controlar la cantidad de radiación recibida, en un determinado tiempo, por las personas.

1.4. Variables.

1.4.1. Variable independiente.

Tamaño y/o densidad del agujero de ozono.

1.4.2. Variable dependiente.

Cantidad de radiación que incidirá sobre el Valle de Arequipa.

1.5. El efecto de la UV en la salud y el ambiente.

Cualquier persona puede tener riesgo de cáncer de piel, pero tienen mayor riesgo las personas:

- Con piel muy clara, pelo rubio o pelirrojo y ojos claros.
- Que se queman con facilidad.
- De 50 o más lunares en el cuerpo.

- Con exposición solar considerable.
- Con antecedentes de quemaduras solares en la infancia.
- Con antecedentes personales y familiares de cáncer de piel.

1.6. Marco legal para el manejo de la radiación UV.⁷

El Poder para la salud por la exposición prolongada a la radiación solar. Ejecutivo resolvió ayer la creación de la multisectorial encargada de elaborar y proponer el reglamento de la Ley 30102, que dispone medidas preventivas contra los efectos nocivos

La Ley 30102, promulgada en noviembre del 2013, estipula obligaciones para las entidades públicas y privadas. Por ejemplo, dispone que las actividades de cualquier índole se realicen en ambientes protegidos, preferentemente entre las 8:00 y las 10:00 a.m. o a partir de las 4:00 p.m.

Asimismo, fomenta el uso de accesorios de protección como sombreros, gorros, anteojos y bloqueadores solares. También propone la colocación de carteles, avisos o anuncios en lugares expuestos a la radiación solar como medida preventiva.

1.7 La radiación electromagnética.

La **radiación electromagnética** es un tipo decampo electromagnético variable, es decir, una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes, que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro.⁸ Desde el punto de vista clásico la radiación electromagnética son las ondas electromagnéticas generadas por las fuentes del campo electromagnético y que se propagan a la velocidad de la luz. La generación y la propagación de estas ondas son compatibles con el modelo de ecuaciones matemáticas definido en las ecuaciones de Maxwell.

La radiación electromagnética puede manifestarse de diversas maneras como calor radiado, luz visible, rayos X o rayos gamma. A diferencia de otros tipos de onda, como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío. En el siglo XIX se pensaba que existía una sustancia indetectable, llamada éter, que ocupaba el vacío y servía de medio de propagación de las ondas electromagnéticas. El estudio teórico de la

⁷ Diario (El Comercio. 26 Nov 2016), Lima, Perú.
Radiación electromagnética, p. 51, en [Google Libros](#)

radiación electromagnética se denomina electrodinámica y es un subcampo del electromagnetismo.

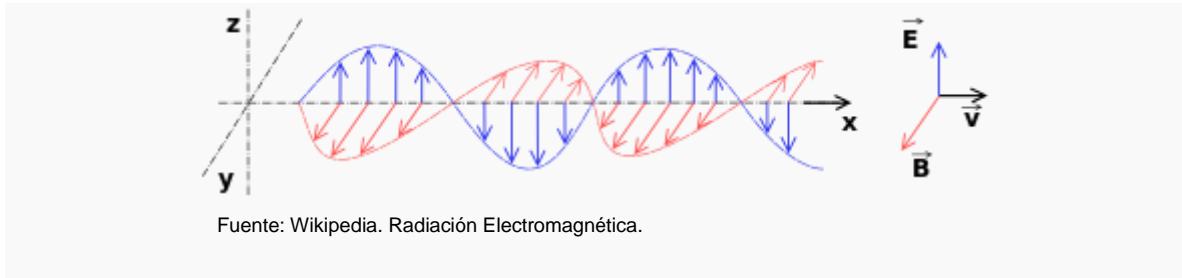
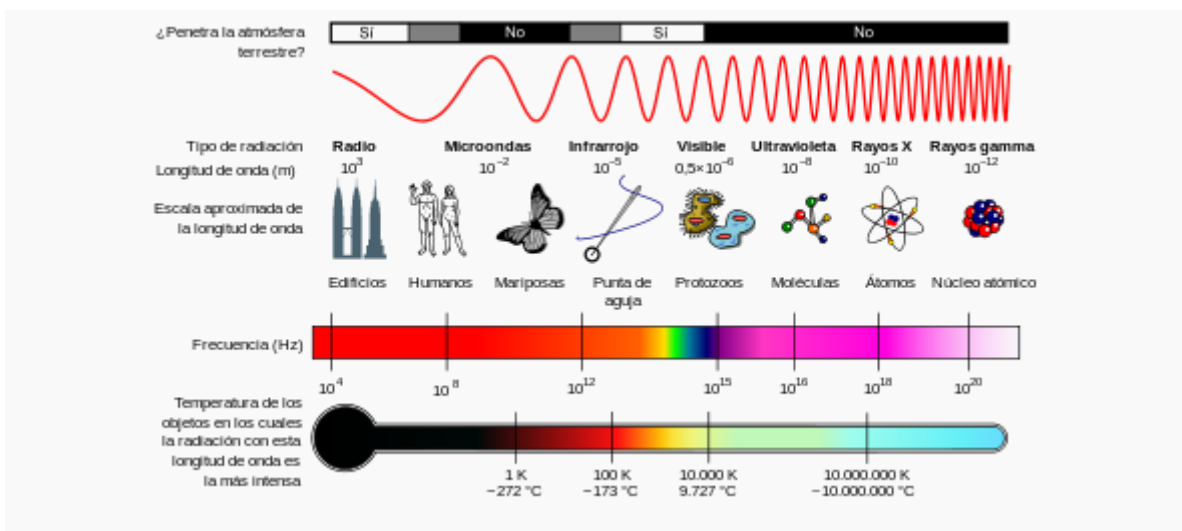


Figura N° 2. Las ondas electromagnéticas que componen la **radiación electromagnética** pueden ser representadas como campos eléctricos y magnéticos autopropagados en forma de onda transversal. El diagrama muestra una onda plana linealmente polarizada que se propaga de izquierda a derecha. El campo eléctrico (azul) está sobre el plano vertical y el campo magnético (rojo) sobre el plano horizontal. Los campos eléctrico y magnético en este tipo de ondas siempre están en fase a 90° una respecto a la otra.

1.7.1. Tipos de Radiación Electromagnética.



Fuente: Wikipedia. Radiación Electromagnética.

Figura N° 3. Diagrama del espectro electromagnético, mostrando el tipo, longitud de onda con ejemplos, frecuencia y temperatura de emisión de cuerpo negro.

Atendiendo a su longitud de onda⁹, la radiación electromagnética recibe diferentes nombres, y varía desde los energéticos rayos gamma (con una longitud de onda del orden de picómetros) hasta las ondas de radio (longitudes de onda del orden de kilómetros), pasando por el espectro visible (cuya longitud de onda está en el rango de las décimas de

⁹ https://es.wikipedia.org/wiki/Radiaci%C3%B3n_electromagn%C3%A9tica

micrómetro). El rango completo de longitudes de onda es lo que se denomina el espectro electromagnético.

El espectro visible es un minúsculo intervalo que va desde la longitud de onda correspondiente al color violeta (aproximadamente 400 nanómetros) hasta la longitud de onda correspondiente al color rojo (aproximadamente 700 nm).

En telecomunicaciones se clasifican las ondas mediante un convenio internacional de frecuencias en función del empleo al que están destinadas como se observa en la tabla, además se debe considerar un tipo especial llamado microondas, que se sitúan su rango de frecuencias entre 1 GHz y 300 GHz, es decir, longitudes de onda de entre 30 centímetros a 1 milímetro, que tienen la capacidad de atravesar la ionosfera terrestre, permitiendo la comunicación satelital.

1.8. Radiación ionizante y no ionizante.

1.8.1. Radiación no ionizante.

Se entiende por **radiación no ionizante** aquella onda o partícula que no es capaz de arrancar electrones de la materia que ilumina (son las de mayor longitud de onda y menor energía y frecuencia) produciendo, como mucho, excitaciones electrónicas.

1.8.2. Radiación Ionizante.

Corresponden a las radiaciones de mayor energía (menor longitud de onda y mayor frecuencia y energía) dentro del espectro electromagnético. Tienen energía suficiente como para arrancar electrones de los átomos con los que interaccionan, es decir, para producir ionizaciones.

1.9. Radiación Ultravioleta.

Llamamos radiaciones ultravioleta (UV) al conjunto de radiaciones del espectro electromagnético con longitudes de onda menores que la radiación visible (luz), desde los 400 hasta los 150 nm.

Se suelen diferenciar tres bandas de radiación UV: UV-A, UV-B y UV-C.

UVA.- Banda de los 315 a los 400 nm. Es la más cercana al espectro visible y no es absorbida por el ozono. Llega casi completamente a la superficie de la tierra. Es responsable de parte del bronceado, produciendo principalmente el envejecimiento de la piel. Representa cerca del 95% de la radiación UV que llega a la superficie terrestre.

UV-B.- Banda de los 280 a los 315 nm. Es absorbida casi totalmente por el ozono, aunque algunos rayos de este tipo llegan a la superficie de la Tierra. Es un tipo de radiación dañina, especialmente para el ADN. Provoca melanoma y otros tipos de cáncer de piel. También puede estar relacionada, aunque esto no es tan seguro, con daños en algunos materiales, cosechas y formas de vida marina. Representa sólo un 0,25% de toda la radiación solar que llega a la superficie de la tierra. Llega a la tierra muy atenuada porque es absorbida por el ozono, reflejada por los aerosoles y principalmente atenuada por la cubierta de nubes.

UVC.- Banda de las radiaciones UV menores de 280 nm.. Este tipo de radiación es extremadamente peligroso, pero es absorbido completamente por el ozono y el oxígeno atmosféricos.

1.10. Efectos para la salud y los seres vivos de las radiaciones UV-B

Daños genéticos.- La radiación UV-B interfiere con los enlaces del ADN dañando la molécula. Muchos de estos errores son reparados por los sistemas enzimáticos de la célula pero algunas mutaciones perviven y pueden producir cánceres, especialmente de piel. El 90% de los cánceres de piel se atribuyen a los rayos UV-B y se supone que una disminución en la capa de ozono de un 1% podría incidir en aumentos de un 4 a un 6% de distintos tipos de cáncer de piel, aunque esto no está tan claro en el más maligno de todos: el melanoma, cuya relación con exposiciones cortas pero intensas a los rayos UV parece notoria, aunque poco comprendida y puede llegar a manifestarse hasta ¡20 años después de la sobreexposición al sol!.

Daños en los ojos.- La exposición a dosis altas de rayos UV puede dañar los ojos, especialmente la córnea que absorbe muy fácil estas radiaciones. A veces se producen cegueras temporales y la exposición crónica se asocia con mayor facilidad de desarrollar cataratas.

Daños a la vida marina.- Una de las mayores preocupaciones derivadas de la formación del agujero de ozono de la Antártida ha sido ver la influencia en el

plancton marino del incremento de rayos UV en los mares de la zona. Los organismos del plancton se concentran en la capa de unos 2 metros próxima a la superficie oceánica y son fundamentales en la cadena trófica. Algunos estudios han encontrado descensos en su productividad de entre el 6 y el 12% en las 10 a 12 semanas que coinciden con el agujero de ozono, lo que supone un descenso medio del 2 o 4%, cantidad detectable, aunque no catastrófica todavía.

1.11. Radiación que llega a la superficie

El oxígeno y el ozono estratosféricos absorben entre el 97 y el 99% de las radiaciones UV de entre 150 y 300 nm, procedentes del sol.

La cantidad de radiación UV-B recibida en la superficie depende mucho de la latitud y la altura sobre el nivel del mar del lugar. Cerca de las zonas polares el sol está siempre bajo en el horizonte y los rayos solares atraviesan capas más espesas de atmósfera por lo que la exposición a UV-B es, de media, unas mil veces menor en las zonas polares que en el ecuador. También influye la cubierta de nubes que protege más cuanto más gruesa es y la proximidad a las zonas industriales porque la contaminación con ozono troposférico típica del smog fotoquímico filtra estas radiaciones.

La radiación ultravioleta (UV) es una radiación electromagnética cuya longitud de onda va aproximadamente desde los 400 nm, el límite de la luz violeta, hasta los 15 nm, donde empiezan los rayos X. El exceso de los rayos UV puede tener consecuencias graves para la salud, ya que son capaces de provocar cáncer, envejecimiento y otros problemas de la piel como quemaduras. Además puede causar cataratas y otras lesiones en los ojos y puede alterar el sistema inmunitario. Los niños deben aprender a cuidarse del sol por-que la exposición excesiva durante la infancia y juventud puede provocar cáncer de piel más adelante. Hay una serie de factores que afectan de manera directa a la radiación ultravioleta que llega a la superficie terrestre; estos son:

Tabla N° 2. Radiación UV en la Atmósfera.

Ozono atmosférico	Elevación solar
Altitud	Reflexión
Nubes y polvo	Dispersión atmosférica

Fuente: Foro de la Industria Nuclear Española.

CAPITULO 2

MATERIAL Y MÉTODOS.

2.1. El Sol.

El Sol es la estrella del sistema planetario en el que se encuentra la Tierra; por tanto, es la más cercana a la Tierra y el astro con mayor brillo aparente, aunque comparada con las demás estrellas es pequeña y amarillenta. Su presencia o su ausencia en el cielo determinan, respectivamente, el día y la noche, es la principal fuente de energía de la vida.

La constante solar es la cantidad de energía que el Sol deposita por unidad de superficie y que es directamente expuesta como luz solar. La constante solar es igual a aproximadamente 1368 W/m^2 (vatios por metro cuadrado) a una distancia de una unidad astronómica (UA) del Sol (es decir, en o cerca de la Tierra). La luz del Sol en la superficie de la Tierra es atenuada por la atmósfera terrestre, de modo que, llega menos energía a la superficie (cerca de 1000 W/m^2) en condiciones claras cuando el Sol está cerca del cenit. La luz del Sol en la parte superior de la atmósfera terrestre está compuesta (por energía total) de aproximadamente un 50% de luz infrarroja, un 40% por luz visible y un 10% de luz ultravioleta. La atmósfera terrestre filtra más del 70% de la radiación ultravioleta solar, especialmente en las longitudes de onda más cortas. La radiación ultravioleta solar ioniza la parte superior de la atmósfera del lado diurno de la Tierra, haciendo a la ionosfera conductora de electricidad.

El color del Sol es blanco con un índice de color-espacio (CIE) cercano al (0.3) cuando se ve desde el espacio o desde lo alto en el cielo; en cambio, cuando se está desde una zona baja del cielo la dispersión atmosférica del Sol tiene un color amarillo, rojo, naranja y magenta. A pesar de su blancura típica, la mayoría de la gente se imagina mental-mente el Sol como amarillo; las razones de ello son objetos de debate. El Sol es una estrella G2V, con G2 indica que su temperatura superficiales de aproximadamente 5778 K (5505°C , 9941°F), y V que, como la mayoría de las estrellas, es una estrella enana de la secuencia principal. La luminancia media del Sol es de aproximadamente $1,88 \text{ gigacandelas por metro cuadrado}$, pero como se ve a través de la atmósfera de la Tierra, esto se reduce a aproximadamente $1,44 \text{ Gcd/m}^2$. Sin embargo, la luminancia no es constante a través del disco del Sol (oscurecimiento del limbo).

2.1.1. Características del Sol.

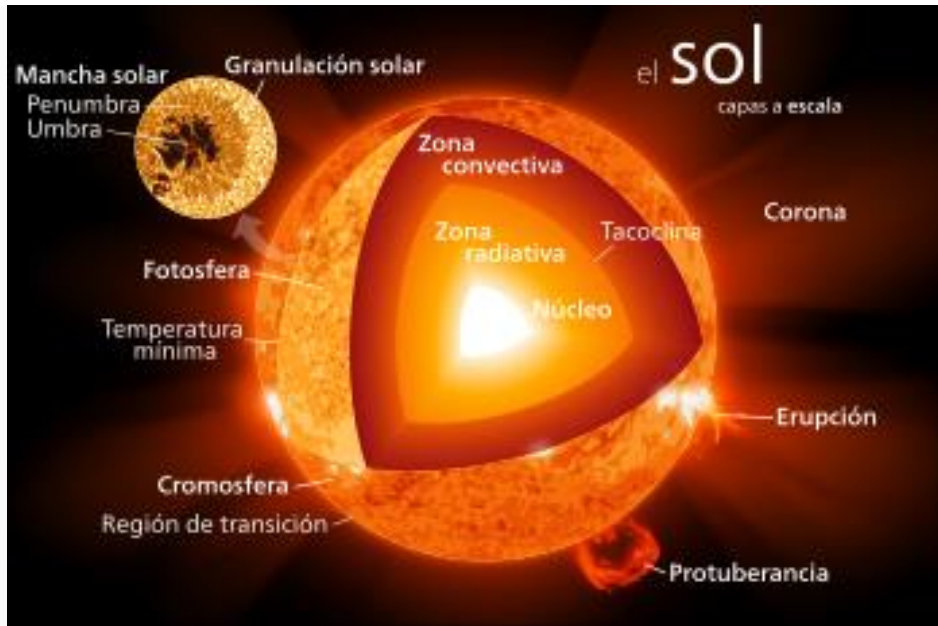
Algunas de sus características principales son:

- El Sol, es vital para generar y regenerar la vida, uno de los ejemplos más importantes es durante la fotosíntesis de las plantas, en donde el Sol actúa como un dador de energía para que este proceso pueda llevarse a cabo.
- El calor procedente del sol llega a la atmósfera terrestre y es atenuado por acción de ésta, favoreciendo una temperatura estable y óptima para el desarrollo de las diferentes formas de vida que pueblan el planeta.
- Emite luz y energía por los procesos nucleares que se forman en su interior.
- La atracción gravitatoria del Sol controla el movimiento de los nueve planetas y de los otros cuerpos celestes que giran a su alrededor.
- La luz solar viaja a una velocidad de 300.000 km por segundo y tarda ocho minutos en llegar a la Tierra.
- Contiene el 98% de la masa total del Sistema Solar.
- El diámetro de esta estrella de mediano tamaño es de aproximadamente 1.400.000 kilómetros, es decir, 109 veces el de la Tierra.
- Se calcula que el Sol tiene unos 5.000 millones de años y se estima que aún le quedan otros 5.000 millones de años de vida como estrella.
- Se compone principalmente de hidrógeno (71%), aunque también contiene helio (25%) y otros elementos más pesados (4%).

2.1.2. Estructura del sol¹⁰

El Sol puede **dividirse** en capas concéntricas. De adentro hacia afuera son:

¹⁰ Wikipedia. El Sol



Fuente: Wikipedia. El Sol.

Figura N° 4. Imagen detallada de un conjunto de manchas solares observadas en el espectro de luz visible. La umbra y la penumbra son claramente discernibles, así como la granulación solar.

Como toda estrella, el Sol posee una forma esférica, y a causa de su lento movimiento de rotación, tiene también un leve achatamiento polar. Como en cualquier cuerpo masivo, toda la materia que lo constituye es atraída hacia el centro del objeto por su propia fuerza gravitatoria. Sin embargo, el plasma que forma el Sol se encuentra en equilibrio, ya que la creciente presión en el interior solar compensa la atracción gravitatoria, lo que genera un equilibrio hidrostático. Estas enormes presiones se producen debido a la densidad del material en su núcleo y a las enormes temperaturas que se dan en él gracias a las reacciones termonucleares que allí acontecen. Existe, además de la contribución puramente térmica, una de origen fotónico. Se trata de la presión de radiación, nada despreciable, que es causada por el ingente flujo de fotones emitidos en el centro del Sol.

a) **Núcleo:** es la zona del Sol donde se produce la fusión nuclear debido a la alta temperatura, es decir, el generador de la energía del Sol. Su temperatura es de aproximadamente 16.000.000 °C

b) **Zona Radiactiva:** las partículas que transportan la energía (fotones) intentan escapar al exterior en un viaje que puede durar unos 100.000 años debido a que éstos fotones son absorbidos continuamente y reemitidos en otra dirección distinta a la que tenían.

- c) **Zona Convectiva:** en ésta zona se produce el fenómeno de la convección, es decir, columnas de gas caliente ascienden hasta la superficie, se enfrían y vuelven a descender.
- d) **La Fotosfera:** es la capa exterior visible del Sol. Mantiene una temperatura de 6,000°C.
- e) **La Cromosfera:** está sobre la fotosfera. La energía solar pasa a través de esta región en su trayectoria de salida del Sol. Las Fáculas y destellos se levantan en la cromósfera.
- f) **La Corona:** es la parte exterior de la atmósfera del Sol. Es en ésta región donde aparecen las protuberancias, que son inmensas nubes de gas resplandeciente que erupcionan desde la parte superior de la cromósfera. Las regiones externas de la corona se estiran hacia el espacio y consisten en partículas que viajan lentamente alejándose del Sol constituyendo el viento solar. La corona se puede ver sólo durante los eclipses totales de Sol.

2.1.3. Manchas solares.

El signo más evidente de actividad en la fotosfera son las manchas solares. En los tiempos antiguos se consideraba al Sol como un fuego divino y, por consiguiente, perfecto e infalible. Del mismo modo se sabía que la brillante cara del Sol estaba a veces nublada con unas manchas oscuras, pero se imaginaba que era debido a objetos que pasaban en el espacio entre el Sol y la Tierra. Cuando Galileo (1564-1642) construyó el primer telescopio astronómico, dando origen a una nueva etapa en el estudio del Universo, hizo la siguiente afirmación *"Repetidas observaciones me han convencido, de que estas manchas son sustancias en la superficie del Sol, en la que se producen continuamente y en la que también se disuelven, unas más pronto y otras más tarde"*. Una mancha solar típica consiste en una región central oscura, llamada "umbra", rodeada por una "penumbra" más clara. Una sola mancha puede llegar a medir hasta 12 000 km (casi tan grande como el diámetro de la Tierra), pero un grupo de manchas puede alcanzar 120 000 km de extensión e incluso algunas veces más.

2.4.4. Emisión coronal.



Figura N° 5. Filamento solar fotografiado el 31 de agosto de 2012 (NASA). La eyección de masa solar viajó a 1500 kilómetros por segundo.

La eyección de masa coronal (CME) es una onda hecha de radiación y viento solar que se desprende del Sol en el periodo llamado Actividad Máxima Solar. Esta onda es muy peligrosa ya que daña los circuitos eléctricos, los transformadores y los sistemas de comunicación. Cuando esto ocurre, se dice que hay una tormenta solar.

- Cada 11 años, el Sol entra en un turbulento ciclo (Actividad Máxima Solar) que representa la época más propicia para que el planeta sufra una tormenta solar. Dicho proceso acaba con el cambio de polaridad solar (no confundir con el cambio de polaridad terrestre).
- Nos encontramos en el Ciclo Solar 24, que comenzó en enero de 2008.
- Una potente tormenta solar es capaz de paralizar por completo la red eléctrica de las grandes ciudades, una situación que podría durar semanas, meses o incluso años.
- Las tormentas solares pueden causar interferencias en las señales de radio, afectar a los sistemas de navegación aéreos, dañar las señales telefónicas e inutilizar satélites por completo.
- El 13 de marzo de 1989, la ciudad de Quebec, en Canadá, fue azotada por una fuerte tormenta solar. Como resultado de ello, seis millones de personas se vieron afectadas por un gran apagón que duró 90 segundos. La red eléctrica de Montreal estuvo paralizada durante más de nueve

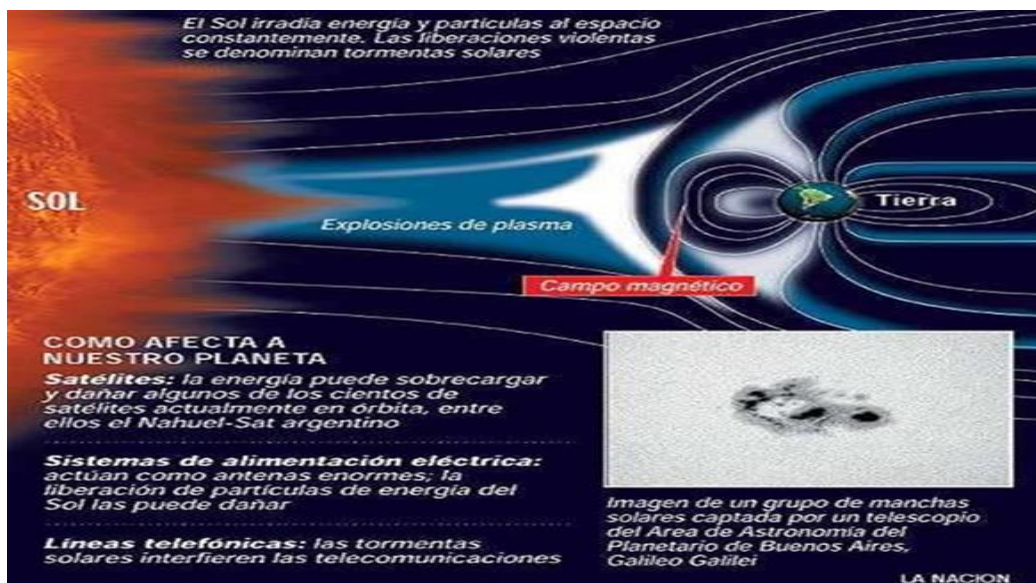
horas. Los daños que provocó el apagón, junto con las pérdidas originadas por la falta de energía, alcanzaron los cientos de millones de dólares.

- Entre los días 1 y 2 de septiembre de 1859, una intensa tormenta solar afectó a la mayor parte del planeta. Las líneas telegráficas de los Estados Unidos y el norte de Europa quedaron inutilizadas y se provocaron varios incendios. Además, una impresionante aurora boreal, fenómeno que normalmente solo puede observarse desde las regiones árticas, pudo verse en lugares tan alejados de los polos como el sur de Europa, el Caribe, Hawái., e incluso en Colombia, cerca del ecuador terrestre.

2.2. La Tierra.

La Tierra es el tercer planeta del así llamado Sistema Solar. Es un planeta rocoso, con tres cuartas partes de su superficie cubierta por agua. Orbita a su estrella en la zona del agua líquida, la que se presenta en sus tres estados, habiendo permitido el desarrollo de vida en su superficie y en sus mares. Es planeta posee una atmósfera con 78 % de nitrógeno, 20 % de oxígeno y 2 % de otros gases y vapores. Su periodo de rotación es de 24 horas y el de traslación, alrededor de su estrella, de 365,4 días.

2.2.1. Campo magnético de la Tierra.

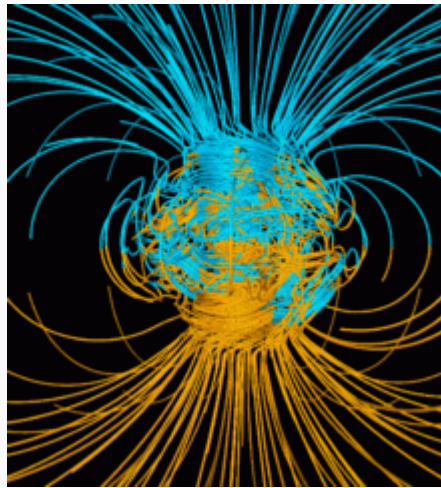


Fuente: Diario La Nación, Web.

Leer más: <http://www.monografias.com/trabajos88/efectos-tormenta-solar-humanidad/efectos-tormenta-solar-humanidad.shtml#ixzz4RA20a79Q>

Figura N° 6. Campo magnético de la Tierra frente a una tormenta solar.

El **campo magnético terrestre** (también llamado campo geomagnético), es el campo magnético que se extiende desde el núcleo interno de la Tierra hasta el límite en el que se encuentra con el viento solar; una corriente de partículas energéticas que emana del Sol. Su magnitud en la superficie de la Tierra varía de 25 a 65 μT (microteslas) o (0,25-0,65 G). Se puede considerar en aproximación el campo creado por un dipolo magnético inclinado un ángulo de 10 grados con respecto al eje de rotación (como un imán de barra). Sin embargo, al contrario que el campo de un imán, el campo de la Tierra cambia con el tiempo porque se genera por el movimiento de aleaciones de hierro fundido en el núcleo externo de la Tierra (la geodinamo).



Fuente: Wikipedia. Campo magnético de la Tierra

Figura N° 7. Simulación por computadora de las líneas del campo terrestre en un periodo estándar entre inversiones¹(azules cuando el campo apunta hacia el centro y amarillas cuando apunta hacia fuera); el eje de rotación de la tierra está centrado y en la vertical; la densa agrupación de líneas corresponde al interior del núcleo terrestre.

El polo norte magnético se desplaza, pero de una manera suficientemente lenta como para que las brújulas sean útiles en la navegación. Al cabo de ciertos periodos de duración aleatoria (con un promedio de duración de varios cientos de miles de años), el campo magnético de la Tierra se invierte (el polo norte y sur geomagnético permutan su posición). Estas inversiones dejan un registro en las rocas que permiten a los paleomagnetistas calcular la deriva de continentes en el pasado y los fondos oceánicos resultado de la tectónica de placas.

La región por encima de la ionosfera—que se extiende varias decenas de miles de kilómetros en el espacio— es llamada la magnetosfera. Esta nueva

capa protege a la Tierra de los rayos cósmicos que destruirían la atmósfera externa, incluyendo la capa de ozono que protege a la Tierra de la dañina radiación ultravioleta.

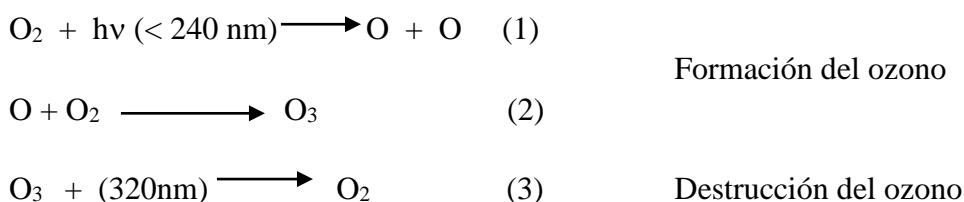
2.3. Capa de ozono.¹¹

Su mayor concentración está entre los 19 y los 23 kilómetros por sobre la superficie terrestre, en la estratosfera baja, siendo un delgado escudo de gas. La capa de ozono rodea a la tierra y la protege de los peligrosos rayos ultravioleta B provenientes del sol. El ozono se produce mediante el efecto de la radiación solar sobre el oxígeno y es la única sustancia en la atmósfera que puede absorber la radiación ultravioleta, absorbe completamente la UVC y la mayor parte del intervalo UVB proveniente del sol. Este delgado escudo hace posible la vida en la tierra. El ozono (O₃), es una forma del elemento oxígeno que tiene tres átomos en cada molécula, en vez de dos como ocurre en las moléculas de oxígeno (O₂). Se forma en la estratosfera por la acción de la radiación ultravioleta (UV) sobre las moléculas de oxígeno, mediante un proceso llamado fotólisis; que separa los átomos del oxígeno molecular, liberando dos átomos de oxígeno, estos a su vez se combinan con otro oxígeno molecular produciéndose en ozono (O₃). El contenido total de ozono en una columna de aire se mide mediante el espesor de la capa de ozono puro en condiciones normales (1 atm de presión y 0°C). Tal espesor se expresa en unidades Dobson y los valores usualmente observados son del orden de unas 300 de estas unidades, lo cual corresponde a 1 mm de espesor bajo condiciones normales.

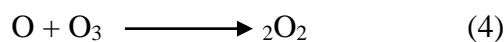
2.3.1. Formación, destrucción y reacciones del ozono en la estratosfera

El ozono está continuamente formándose y destruyéndose en la estratosfera, en una serie de reacciones, llamadas reacciones de Chapman, que se pueden simplificar así:

Cuadro N° 1. Formación y Destrucción del Ozono



¹¹ LCIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE. Tema10: *Contaminación de la atmósfera >> Disminución del ozono estratosférico >> Ozono estratosférico.*



Fuente: ¹ LCIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE. Tema10: *Contaminación de la atmósfera >> Disminución del ozono estratosférico >> Ozono estratosférico.*

2.3.2. Formación del ozono

Como se observa en la reacción (1), los enlaces de la molécula de oxígeno se pueden romper al absorber la energía de un fotón de radiación ultravioleta de longitud de onda menor de 240 nm, formando dos átomos de oxígeno libres. En (2) un átomo de oxígeno libre reacciona con una molécula de oxígeno formando una de ozono. Esta reacción suele producirse con la intervención de alguna otra molécula M que no se consume en la reacción.

2.3.3. Ion del ozono

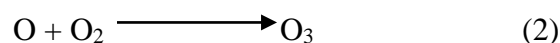
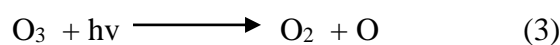
Se observa que las moléculas de ozono absorben radiaciones ultravioleta de menos de 320 nm, rompiéndose en moléculas de oxígeno más átomos de oxígeno libres. Los átomos de oxígeno libres reaccionan con más moléculas de ozono (4) formándose oxígeno molecular.

La reacción (4) es bastante lenta en sí misma, pero diversas sustancias como los óxidos de nitrógeno (NO y NO₂), el hidrógeno y sus óxidos (H, OH, y HO₂) y el cloro y sus óxidos (Cl, ClO y ClO₂) actúan como catalizadores acelerando la destrucción del ozono. En esta reacción es donde inciden de forma más relevante las sustancias de origen humano que destruyen la capa de ozono.

En conjunto, en condiciones normales, se forma un sistema en equilibrio en el que tantas moléculas de ozono se forman por unidad de tiempo como las que se destruyen, por lo que su concentración permanece constante. El ozono es mucho más raro que el oxígeno normal en la alta atmósfera. De cada 10 millones de moléculas de aire, unos 2 millones son oxígeno normal y sólo 3 moléculas son de ozono.

2.3.4. Conversión de radiaciones UV en calor

Otra combinación del sistema de reacciones (2) a (3) está teniendo lugar continuamente en la estratosfera:



En este conjunto de reacciones el átomo de oxígeno libre formado en las reacciones de tipo (2) encuentra una molécula de oxígeno, lo que es más probable, dada su mayor abundancia, que encontrar una de ozono; y se une a ella formando de nuevo ozono. Este sistema de reacciones es muy interesante porque en (3) se absorben radiaciones de baja longitud de onda, mientras que en (2) no se reemiten radiaciones de ese tipo, sino de mucha mayor longitud de onda, con lo que su resultado global es convertir radiaciones UV en calor.

Como se puede observar, en todo el conjunto de reacciones que se relacionan con el ozono hay una absorción de radiaciones UV cuya eliminación es muy beneficiosa para la vida sobre la superficie de la Tierra.

2.3.5. Niveles del ozono estratosférico y unidades de medida

Aunque en total hay unas tres mil millones de toneladas de ozono en la estratosfera, esta cantidad, dado el volumen, hace que sea un gas traza - en concentraciones muy bajas-, incluso en las zonas en las que es más abundante.

En términos absolutos se encuentran unas 1012 moléculas por cm³ a los 15 Km, que llegan a ser unas 1013 a los 25 Km y vuelven a bajar a unas 1011 a los 45 km.

Esto significa en términos relativos a los otros gases que se encuentran en esas zonas que pasa de unas 0.5 ppm a los 15 km, a unas 8 ppm a los 35 km y cae a unas 3 ppm a los 45 km.

2.3.6. Unidades Dobson

El nivel de ozono en la atmósfera se suele medir en Unidades Dobson (DU). Si 100 DU de ozono fueran traídas a las condiciones de presión y

temperatura de la superficie de la Tierra formarían una capa de 1 mm de espesor.

En las zonas tropicales los niveles de ozono típicos se mantienen entre 250 y 300 DU a lo largo del año. En las regiones templadas se suelen dar grandes variaciones de nivel en las distintas estaciones, con oscilaciones que van desde niveles de 475 DU a menos de 300 DU. En la zona de la Antártida, durante la formación del "agujero" de ozono, en la primavera, se han llegado a medir valores tan bajos como de poco más de 100 DU.

2.3.7. Variación y disminución del ozono estratosférico

En las concentraciones de ozono influyen diversos factores como los vientos estratosféricos, el ciclo solar, etc.; aunque en proporciones no muy grandes. También algunos incendios y ciertas formas de vida marina producen compuestos con cloro que llegan a alcanzar la estratosfera.

Los aerosoles de sulfato estratosféricos introducidos en la estratosfera por las grandes erupciones volcánicas llegan a tener una cierta influencia en algunas zonas. Junto a importantes cantidades de aerosoles introducen además de ciertas cantidades de cloro. En la primavera siguiente a la explosión del Pinatubo en 1991 el agujero de ozono de la Antártida fue un 20% superior a lo normal lo que sugiere, aunque no prueba, que los dos acontecimientos podrían estar relacionados. La influencia de las grandes erupciones volcánicas sobre el total del ozono atmosférico es más modesta (no llega al 3%) y dura sólo unos 2 ó 3 años. Los aerosoles no actúan directamente destruyendo el ozono, sino que aumentan la capacidad destructiva de los átomos de Cloro. Por eso, en ausencia de sustancias destructoras del ozono de origen humano, su acción sería mucho menor.

De cualquier forma numerosos experimentos muestran que de la disminución del ozono estratosférico las sustancias destructoras del ozono de origen humano son responsables de un 85%, mientras que las alteraciones naturales sólo son responsables del 15% restante.

2.4. Agujero en la capa de ozono.¹²

Corresponde a un adelgazamiento de la capa de ozono sobre la Antártica y Ártico, siendo una zona de la atmósfera donde se producen bruscas reducciones anormales de ozono durante el inicio de las primaveras en las regiones polares y que es seguido de una recuperación a inicios de los veranos. El agujero de ozono se forma sólo en la Antártica y en el Ártico debido a la combinación única de condiciones de bajas temperaturas que favorecen reacciones destructivas del ozono, en las que participa directamente la radiación solar y la consecuente radiación UV en primavera. Bajo condiciones despejadas, cada 1% de reducción en el ozono, resulta en un aumento de 1.5% de radiación UV-B que llega a la superficie terrestre. La radiación ultravioleta en la zona norte del país, en época de verano se mantiene con índices extremos, pero dentro de los promedios históricos.

2.4.1. Incidencia de Radiación ultravioleta en la superficie de la Tierra.

Entre los altos índices de radiación solar que afectan al mundo por el cambio climático, Perú ocupa el primer lugar, una amenaza a la salud que este verano alcanzará índices históricos de hasta 20 puntos, un nivel considerado "extremo".

Hace tan solo unos pocos años, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (Senamhi) de Perú establecía para el país valores máximos de radiación de 14 y 15 puntos. Este verano los valores se "han disparado" y entre finales de enero y febrero la capital peruana espera alcanzar los 15 puntos cuando "lo normal solía ser 13", dijo esta semana el especialista en radiación del Senamhi Orlando Ccora.

La situación, según Ccora, se agrava en el centro y sur del país, donde las personas soportarán índices históricos de hasta 20 puntos. El primer lugar mundial que ocupa Perú responde, entre otros factores, a la cercanía del país a la zona ecuatorial

¹² ¹² LCIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE.Tema10: *Contaminación de la atmósfera >> Disminución del ozono estratosférico >> Ozono estratosférico.*

Tabla N° 3 Diferentes longitudes de onda o regiones de la radiación ultravioleta.

Nombre	Abreviatura	Longitud de onda (nm)	Energía por fotón (eV)
Ultravioleta A (onda larga)	UVA	400 – 315	3,10 – 3,94
Ultravioleta B (onda media)	UVB	315 – 280	3,94 – 4,43
Ultravioleta C (onda corta)	UVC	280 – 100	4,43 – 12,40
Ultravioleta cercano (<i>near</i>)	NUV	400 – 300	3,10 – 4,13
Ultravioleta medio (<i>middle</i>)	MUV	300 – 200	4,13 – 6,20
Ultravioleta lejano (<i>far</i>)	FUV	200 – 122	6,20 – 10,16
Línea Lyman-alpha	H Lyman- α / Ly- α	122 – 121	10,16 – 10,25
Ultravioleta de vacío	VUV	200 – 10	6,20 – 124
Ultravioleta extremo	EUV	121 – 10	10,25 – 124

Fuente: Red Nacional de Medición Ultravioleta, Chile. Medición de radiación ultravioleta en línea, USACH

El primer lugar mundial que ocupa Perú responde, entre otros factores, a la cercanía del país a la zona ecuatorial, donde la radiación ultravioleta (UV) cae en forma perpendicular sobre el territorio, según un estudio del neozelandés Richard Mckenzie citado por Ccora. El estudio, publicado en 2006, sitúa además a Bolivia como el segundo lugar con mayor radiación solar del mundo, seguido de Argentina y Chile.

2.4.2. Factores que agravan la situación de Perú¹³

En el caso de Perú, la intensa radiación se incrementa también debido a la contaminación ambiental que ocasiona que cada año el país pierda un promedio de un 1% de la capa de ozono, gas que está en la atmósfera y que amortigua el paso directo de los rayos UV. Ccora enfatizó además que a "los peligrosos valores de radiación solar" se suma este año El Niño, fenómeno climatológico que eleva la temperatura del mar en el costa y produce sequías en las zonas altas. La falta de lluvias y nubosidad usuales en los meses de enero y febrero en las zonas andinas facilitan el paso de radiación ultravioleta.

Ante los daños ocasionados por la sobreexposición al sol, que van desde quemaduras al envejecimiento prematuro y hasta el cáncer de piel, el Ministerio de Salud (Minsa) alertó sobre la importancia de tomar medidas de protección. Se debe utilizar gorros, sombrillas, lentes de sol y bloqueadores solares recomendados por dermatólogos además de evitar exponerse al sol entre las 10.00 y 16.00 horas advirtió el miércoles el Minsa.

Muchas de estas medidas ya han sido acatadas al interior del país, donde los colegios suspenden actividades al aire libre durante la mañana, además de incorporar el uso obligatorio de gorros. Entre las zonas más afectadas este verano figuran en la lista la región central de Junín, y las sureñas de Cuzco, Arequipa, Puno, Moquegua y Tacna¹⁴.

2.5. Contaminación por radiación¹⁵

El Congreso de Europa de 1967 dio la siguiente definición: "Hay polución del aire cuando la presión de una sustancia extraña o la variación importante en la proporción de los constituyentes es susceptible de provocar efectos perjudiciales o de crear molestias, teniendo en cuenta el estado de los conocimientos científicos del momento".

Esas sustancia extrañas que provocan la contaminación atmosférica son los agentes contaminantes, gases, líquidos y sólidos que se concentran en suspensión en la atmósfera.

¹³ Diario "El Comercio" Lima, Perú.

¹⁴ Ver más en: <http://www.20minutos.es/noticia/2643977/0/peru/pais-mayor-radicacion-sol/maximos-historicos/#xtor=AD-15&xts=467263>

¹⁵ LCIENCIAS DE LA TIERRA Y DEL MEDIO AMBIENTE. Tema 10: *Contaminación de la atmósfera >> Disminución del ozono estratosférico >> Ozono estratosférico.*

Definitivamente en 1967, aún no imaginaban que la presencia de aerosoles y gases de invernadero iban a causar un efecto aún mayor en la atmósfera. Aún ahora hay personas que no creen (como si fuera un asunto de Fe), en el cambio climático, incluyendo al futuro Presidente de EE.UU. Sin embargo la acción de 7 000 mil millones de personas si tiene peso suficiente para alterar la atmósfera del planeta, lo suficiente para modificar la definición de 1967 del Congreso de Europa. El Sol, nuestra estrella que nos proporciona energía para sustentar nuestro planeta, es el encargado, en este caso, de llamarnos la atención. Los gases, algunos de ellos artificiales, lanzados a la atmósfera, han afectado la capa de ozono, debilitándola y permitiendo el paso de radiación ultravioleta RUVB, capaz de dañar a animales y plantas. No le echemos la culpa al Sol. Él siempre, por lo menos en los últimos 5 000 millones de años, ha emitido similar cantidad de radiación UV. Nuestro planeta, durante un tiempo menor, nos ha protegido de la misma. Pero, una vez que los humanos se diferenciaron de los demás animales, dedicaron su tiempo y energías a modificar los parámetros que habían mantenido al planeta los últimos 3500 millones de años. La definición de contaminación fue modificada por quien menos se imaginaron:

“Hay polución del aire cuando la presión de una sustancia o energía extraña o la variación importante en la proporción de los constituyentes de un medio dado, es susceptible de provocar efectos perjudiciales o de crear molestias, (a los humanos) teniendo en cuenta el estado de los conocimientos científicos del momento”.

2.5.1 Medición de la radiación ultravioleta.

Los órganos o sentidos de que está dotado el ser humano no le permiten detectar la presencia de un campo de radiación ionizante. Debido a esta carencia, ha sido necesario recurrir a dispositivos que sean capaces de detectar la presencia de radiación ionizante y permitan trabajar con ella, disfrutando de una adecuada protección radiológica. Al atravesar un medio material, la radiación interacciona con éste cediéndole energía, provocando una serie de efectos a través de los cuales es posible su medida.

Estos efectos son:

- Ionización de gases
- Ionización de la materia

- Excitación de luminiscencia de sólidos
- Alteraciones biológicas

La ionización de gases da lugar a pares de cargas de distinto signo que en condiciones normales tienden a su recombinación. El detector debe de disponer de un campo eléctrico lo suficientemente fuerte que evite la recombinación a la vez que recoja estas cargas: detectores de ionización gaseosa.

Sin embargo todos estos métodos de detección y medición se fundan en que la radiación es ionizante, es decir que produce ionizaciones o saltos internos en la estructura atómica. Esto no lo pueden hacer las radiaciones no ionizantes, como son la radiación infrarroja, la visible o la ultravioleta. Por lo que deben diseñarse métodos específicos para cada tipo. La radiación infrarroja se asocia con el calor y puede ser medida y cuantificada a través del calor. La medición de la radiación visible se funda en el uso de fotoceldas, sensibles a sus longitudes de ondas. La radiación ultravioleta es manejada con fotoceldas sensibles a longitudes largas de radiación ultravioleta o con emulsiones sensibles a la radiación, es decir métodos químicos, con ellos se construyen los llamados dosímetros.

Se llama así al conjunto de medidas que se realizan para estimar las dosis bien de los trabajadores profesionalmente expuestos de un instalación, o bien de las áreas de trabajo y su entorno. Surge así, la dosimetría personal y la ambiental o de área respectivamente.

2.5.2. Índice de radiación UV.

El Índice UV es una medida de la intensidad de la radiación UV en la superficie terrestre y se expresa como un valor superior a cero, cuanto más alto es este valor, mayor es la probabilidad de sufrir lesiones cutáneas u oculares y menor el tiempo que tardan en producirse. Este indicador se utiliza como parte de un programa para informar a la población sobre los niveles de radiación solar UV, así como concientizarla sobre los riesgos a la salud y la importancia de la protección solar. Está dirigido a toda la población, pero especialmente a la población vulnerable y con exposición alta, como los niños, los jóvenes y los turistas, y cumple con el propósito de informar los

diversos efectos de una exposición sin protección a la radiación UV: quemaduras, envejecimiento prematuro y cáncer en la piel, así como alteraciones oculares y del sistema inmunitario. Este índice puede variar entre 0 y 16 y tiene cinco rangos:

Tabla N° 4. Índice Ultravioleta.

Índice UV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11 ó mayor
	Bajo		Moderado		Alto		Muy alto		Extremado		

Fuente: Foro de la Industria Nuclear Española.

Tabla N° 5. Colores del índice ultravioleta



Figura N° 8: Tonos de piel

Tonos de piel		
Muy clara		Extrasensible, siempre se quema, no resiste el bronceado.
Clara		Sensible, se quema con facilidad, raramente logra un mínimo bronceado.

<p>Morena clara</p>		<p>Se quema con moderación, el bronceado es gradual.</p>
<p>Morena oscura</p>		<p>Se quema mínimamente, siempre se broncea.</p>
<p>Oscura</p>		<p>Raramente se quema, el bronceado es profundo.</p>
<p>Muy oscura</p>		<p>No se quema.</p>

La OMS define una escala para el Índice UV que va de 1 a 11+, sin embargo, en algunas ciudades, incluyendo la Ciudad de México, se utiliza el valor de 0 para referirse a la ausencia de radiación. El valor de 11+ se utiliza para expresar un índice de 11 o superior. Cuando el Índice UV alcanza o supera el valor de 11 existe un riesgo importante de sufrir daños en la piel sin protección en un periodo de tiempo breve. En la Ciudad de México el Índice puede alcanzar un valor máximo equivalente a 15, sin embargo, se reporta como 11+ en apego a las recomendaciones de la OMS.

Si la radiación ultravioleta es...	y el IUUV es...	según tu tono de piel, el tiempo máximo de exposición en minutos, sin protección es:					
		muy clara	clara	morena clara	morena oscura	oscura	muy oscura
BAJA	1	112	140	175	219	274	342
	2	56	70	88	109	137	171
MODERADA	3	37	47	58	73	91	144
	4	28	35	44	55	68	86
	5	22	28	35	44	55	68
ALTA	6	19	23	29	37	47	57
	7	16	20	25	31	39	49
MUY ALTA	8	14	18	22	27	34	42
	9	12	16	19	24	30	38
	10	11	14	18	22	27	34
EXTREMADAMENTE ALTA	11	10	13	16	20	25	31
	12	9	12	15	18	23	29
	13	9	11	14	17	21	26
	14	8	10	13	16	20	24
	15	8	9	12	15	18	23

Fuente: Sistema de protección solar recomendado por la OMS [Índice UV solar mundial, guía práctica].

Durante todo el año se registra una intensidad alta en la radiación solar UV, aunque es en los meses de marzo a septiembre cuando aumenta significativamente, representando un mayor riesgo para la salud. Las horas de mayor intensidad y por lo tanto de mayor riesgo, son de las 11:00 a las 16:00 h, cuando el sol alcanza su máxima altura en el cielo. La presencia de nubosidad disminuye la sensación de calor pero no disminuye la intensidad de la radiación solar UV, por lo que también en días nublados se recomienda usar protección contra la radiación ultravioleta.

El SIMAT publica continuamente el Índice de radiación solar UV; cada 10 minutos se reporta el valor máximo con un propósito preventivo. Se recomienda consultar tanto el pronóstico diario como el Índice UV, antes de realizar actividades al aire libre. Se debe poner especial atención en los niños y jóvenes quienes pasan más tiempo al aire libre, ya que las quemaduras

solares sufridas durante la infancia y la adolescencia constituyen un importante factor de riesgo para desarrollar cáncer de piel en la etapa adulta.

La información sobre el Índice UV la puede encontrar en:

- www.aire.cdmx.gob.mx / www.sedema.cdmx.gob.mx
- Twitter: @Aire_CDMX
- IMECAtel: 5278-9931 ext. 1.
- e-mail: calidadaire@sedema.cdmx.gob.mx
- App: Aire en la App Store para iOS y Google Play para Android

2.5.3. Efecto sobre la piel y ojos.

Es divertido jugar bajo el sol y a muchos les gusta ponerse morenos, pero como bien se sabe cualquier exceso puede hacer daño. Si alguna vez alguien se quemó con el sol, ya se conocen algunos de los efectos dañinos de la radiación ultravioleta.

Afortunadamente, se puede evitar que la radiación UV haga daño. Se tienen que desarrollar buenos hábitos de protección contra los efectos de la radiación solar desde ahora. Y protegerse del sol durante toda la vida. Algunas formas sencillas de protección son:

Reducir el tiempo que se está al sol al mediodía, sus rayos son más fuertes entre las 10 a.m. y las 3 p.m., por lo que es aconsejable siempre que sea posible, evitar una sobreexposición al sol durante estas horas incluso en invierno.

Permanecer en la sombra, es una buena fuente de protección, pero hay que tener en cuenta que los árboles, las sombrillas y los tol-dos no proporcionan una protección total de los rayos solares.

Llevar un sombrero ayuda; los sombreros protegen partes muy expuestas al sol como la cara, los ojos, orejas y el cuello.

Llevar gafas de sol que filtren el 99-100 % de la radiación UV, también ayuda. Así se puede evitar la aparición de cataratas irritaciones y otros daños en los ojos.

Usar siempre una crema protectora que cuente al menos con un factor de protección 30. Aplicar la crema cada dos horas o después del bañarse.

2.6. Contaminación.

Desde que apareció la contaminación, o desde que los humanos se hicieron conscientes de estar contaminando su propio planeta, se ha venido discutiendo que es la contaminación. En el punto anterior, hemos discutido lo que es contaminación por radiación, pero, y esto es importante, no podía dejar de discutirse que es contaminación, sin adjetivos. Y no solo esto, ahora se habla de contaminación natural y artificial. ¿Es lógico pensar que puede haber una contaminación natural? ¿Es que pensamos que la naturaleza se ensucia a sí misma?, ¿que la naturaleza se degrada o se destruye a sí misma? Un aluvión, una inundación o un maremoto, ¿son formas de contaminación? Una erupción volcánica, con emisión de cenizas, flujo piroclástico, y lava, ¿es una forma natural de contaminación? ¿Esas formas de procesos naturales son la llamada contaminación natural? Tratamos este punto porque es importante dilucidar los hechos. En el problema que nos acecha hay un culpable y es necesario identificarlo para solucionar o eliminar el problema.

2.6.1. Contaminación natural.

Desde que se formó el planeta se desarrollaron una serie de procesos, llamémosles naturales, que son parte del proceso de desarrollo y evolución del planeta. El planeta se formó por acreción de las partículas que giraban en el disco de la eclíptica, luego que se encendió el Sol. Durante el proceso de formación la masa informe fue acumulando materia y en consecuencia generando gravedad, la que propició el impacto de meteoros en su superficie. En su interior se acumuló un núcleo pesado que acabó generando un campo magnético. Gravedad y campo magnético propiciaron la formación de una atmósfera, muchos de los meteoritos que impactaron eran de hielo de agua. Al irse enfriando la corteza del planeta, el vapor de agua se condensó y se fue acumulando, formando mares. Estos procesos fueron naturales y seguirán ocurriendo, mientras exista el planeta. Estos procesos no son contaminación natural, son parte del planeta.

2.5.2. Contaminación artificial o humana.

Siguiendo con nuestro estudio vemos que en un determinado momento aparece en las llanuras de África una especie de homínido que se esparce por todo el planeta, pues más que poseer un cerebro en constante evolución o

poseer una postura erecta que le permite utilizar los miembros superiores, tiene una característica muy importante, la adaptabilidad. Eso le permite salir del África y migrar a regiones más frías, le permite soportar una glaciación y sobrevivir. Pero esa capacidad le permite alterar su entorno y tomar lo que le sirve y desechar el resto. Así, desde la aparición del homo sapiens, a donde vaya le sigue la producción de basura. Este material no existía anteriormente, luego es artificial.

Construyó ciudades, pero contaminó los ríos circundantes, con cantidades, antes no vistas, de basura, desechos fecales y propició la descontrolada proliferación de bacterias y virus. No contento con esto fabricó toda clase de sustancias y productos sintéticos, aparentemente con el fin de hacer su vida más cómoda, sin importar que los nuevos residuos no eran biodegradables por se sintéticos o artificiales. La basura se acumuló, en tierra y agua y los gases se fueron a la atmósfera donde se había establecido un cuidadoso equilibrio entre la radiación incidente y la producción de ozono en la estratosfera. La acción del hombre rompió ese equilibrio y radiación ultravioleta que anteriormente había sido absorbida, ahora alcanzaba la superficie del planeta, afectando la vida, no solo a los humanos.

CAPÍTULO 3

EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

3.1. Marco legal para el manejo de la radiación UV.

En el Perú el marco legal vigente, se circunscribe a la Ley 30102, promulgada en noviembre del 2013, que estipula obligaciones para las entidades públicas y privadas. Por ejemplo, dispone que las actividades de cualquier índole se realicen en ambientes protegidos, preferentemente entre las 8:00 y las 10:00 a.m. o a partir de las 4:00 p.m. Como se puede ver esto es muy difícil de cumplir. Es posible que su reglamento sea más explícito, pero, aparentemente no ha sido debidamente promocionado.

3.2 Detección de la radiación UV.

La detección se realiza mediante equipos de laboratorio, del tipo de fluorescencia o termofluorescencia ya que debido a que se trata de una radiación de relativamente baja energía no es ionizante, por lo que no es posible utilizar los métodos diseñados para las radiaciones ionizantes. Otro factor que incide es que no hay una larga trayectoria en el diseño y uso de equipos de detección y medición de radiaciones no ionizantes debido a que el problema es reciente y no ha afectado a países industrializados. Sin embargo se cuenta con equipos portátiles muy eficientes capaces de dar medidas muy exactas en cuanto a longitud de onda, frecuencia e intensidad de las radiaciones no ionizantes. Además se cuenta con dosímetros capaces de indicar exposición a picos de radiación o medir la cantidad de radiación absorbida durante un determinado período de tiempo.

3.3. Caracterización o tipo de diseño de investigación.

El tipo de investigación asumido ha sido previamente de tipo bibliográfico, pero al no encontrar suficiente información se acudió a la investigación en INTERNET, encontrándose que la información no estaba debidamente actualizada y carecía de profundidad, lo que le sobraba de abundancia y, en algunos casos no tenía el adecuado soporte que sustentara su credibilidad.

3.4. Acciones y Actividades para la ejecución del Proyecto.

3.4.1. Herramientas para prevenir la Radiación UV Solar

Comprendemos que es crucial que los interesados cumplan con la normativa, para que puedan proteger a su personal de los dañinos efectos de la

Radiación UV y eviten infracciones. Para ello, ofrecemos una gran cantidad de útiles recursos y documentos para que los interesados puedan aplicar todo lo que la ley les indica en esta materia.

Algunos de los recursos destacados son:

Elaboración y entrega de **Guía Técnica; radiación solar**. a los interesados: Contiene los lineamientos que se deben seguir para una mejor protección de la radiación solar. No debe confundirse radiación solar con radiación ultravioleta.

Elaboración y entrega de una **Guía Técnica; Radiación UV solar elaborada** en base a lo que establece la Ley N° 30102, y su Reglamento.

3.4.2. Extracto de la Guía Técnica radiación solar y UV

Directrices orientadoras para la identificación, evaluación y cuantificación del riesgo de la radiación ultravioleta de origen solar, medidas de control y elementos de protección personal a **implementar** por los empleadores.

3.4.3. Lineamientos para implementar Programas por la empresa privada para la protección de radiación UV

Programa tipo para implementar en todas las empresas, el que incluye medidas de protección para los trabajadores.

3.4.4. Afiche de radiación UV

Informa sobre los distintos niveles de radiación diarios. El documento puede ser impreso, publicado y expuesto en todos los lugares públicos a los que se tenga acceso.

3.4.5. Video sobre los rayos UV

Material audiovisual que indica riesgos y medidas de prevención para combatir los daños provocados por los rayos solares. Especialmente diseñado para pequeños auditorios, principalmente compuestos por amas de casa.

3.4.6. Capacitaciones sobre radiación UV solar

Tanto en cursos presenciales como por televisión e INTERNET.

3.4.7. Casetas de información

Instaladas en lugares públicos, donde se pueden entregar trifoliados informativos y afiches, lo mismo que Fichas sobre radiación UV:

3.4.8. Campaña Escolar de Prevención UV Solar

Acudir a Instituciones Educativas para pedir su colaboración en esta campaña de prevención, contra la exposición a la radiación solar.

Con el fin de apoyar a nuestras empresas afiliadas en la prevención con respecto a la radiación UV solar, hemos lanzado una campaña que busca concientizar a las empresas sobre sus nocivos efectos, entregando consejos para prevenir sus riesgos y proteger a los trabajadores más expuestos.

Desde su lanzamiento en diciembre, nos hemos enfocado en entregarles a las empresas, recursos, información y herramientas para que cumplan con las especificaciones del Decreto N° , sobre todo para esta época del año. A través de correos electrónicos, visitas en terreno, un team de verano, entre otras actividades, hemos implementado esta campaña que está dirigida para nuestras empresas afiliadas, toda la comunidad y una especial atención a los rubros más expuestos a los rayos UV.

3.5. Información, materiales y/o instrumentos.

3.5.1. Materiales e instrumentos.

Como hipótesis de trabajo; ante el posible incremento de la radiación UV hasta un índice de 20 es conveniente contar con detectores de UV. Unos del tipo fijo como los llamados Solmarios. Detectores fijos de radiación UV, fabricados en Chile.

Solmáforo es un semáforo solar que mide los niveles de radiación ultravioleta, alertando a la población por medio de un código basado en 5 colores determinados por la Organización Mundial de la Salud, OMS. También puede ser llamado *semáforo de sol*.



Fuente: Solmáforo en Santo Domingo.

Fotografía N° 1 Solmario en operación en una playa.

Los filtros ultravioleta (UV) y sensores ópticos del solmáforo (semáforo de sol) miden el nivel de radiación y entregan la intensidad según una carta de colores establecida por la Organización Mundial de la Salud. Los colores son: verde (bajo), amarillo (medio), naranja (alto), rojo (peligroso) y violeta (extremo). A medida que se van alcanzando los diferentes niveles de radiación se van encendiendo las respectivas luces.

En Chile la CONAC (Corporación Nacional del Cáncer) en conjunto con el Departamento de Física la Universidad de Santiago de Chile utilizan los solmáforos para prevenir a la población de los peligros de la radiación ultravioleta. En particular, monitorean la banda UV-B, que es peligrosa para la vida y la salud humana, que puede provocar cáncer a la piel, melanomas, cataratas y afectar el sistema inmunológico, debilitándolo.

Los solmáforos comenzaron a instalarse en Chile en el año 2004, simultáneamente en las ciudades de Antofagasta, Santiago y Coyhaique. A finales de ese año en la playa de Reñaca también quedó operativo uno de estos semáforos solares. Posteriormente se instalaron en Arica y Concepción. Playas, piscinas y lugares altamente concurridos, como el centro de las ciudades, son los lugares escogidos para instalar los solmáforos.

En Perú, las regiones más afectadas son las del sur del país como: Madre de Dios, Cusco, Arequipa, Puno, Moquegua y Tacna, tanto por la altura de su

suelo como por la sequedad del ambiente, ya que se encuentran en la parte norte del desierto de Atacama.

De acuerdo al informe de la OMS el país más afectado por este incremento de la radiación solar es el Perú, seguido por Bolivia y Argentina y en cuarto lugar por Chile. Sin embargo ha sido en Chile donde primero se ha elaborado un marco legal adecuado e incluso se han desarrollado equipos de detección de radiación. En la Región Arequipa, aparentemente no se han tomado las medidas necesarias y su extensa costa está desatendida, ahora que se acerca el verano.

La principal preocupación de los gestores y las autoridades es que las personas conozcan la utilidad de estos aparatos y adopten las medidas de prevención necesarias, ya que Perú es uno de los países más afectados por el agujero en la capa de ozono del Hemisferio sur

Los dosímetros, por el momento, deben ser importados ya que, aparentemente, no se fabrican en el país. En el anexo N° 3 se dan algunas técnicas para su fabricación. Hay dos tipos, los más sencillos indican la mayor intensidad de radiación recibida en el momento de la exposición. Otros van acumulando la radiación recibida y la lectura final corresponde al total de la radiación recibida. Estos dosímetros se colocan sobre la ropa, al igual que un foto-check. Hay otro tipo de dosímetros que se colocan como una pulsera en la muñeca. Son también de los dos tipos, los que dan una sola lectura y los que dan una medida de la acumulación de radiación. Estos dosímetros se colorean de acuerdo a la escala propiciada por la OMS. Sin embargo, su función, teóricamente, debería acabar al llegar al nivel 11+, sin embargo, a medida que se va superando ese valor, se irá oscureciendo ese valor hasta alcanzar el negro. En este caso se ha alcanzado el máximo de radiación y es mejor ponerse a resguardo y esperar que la piel se recupere antes de intentar una nueva exposición.

3.6. Necesidad de educación y colaboración de la población afectada.

Ante la necesidad de contar con la colaboración de la población para conseguir los fines que se pretenden, se hace necesario que los pobladores participen activamente de las acciones que van a ser necesarias.

En primer lugar se debe acudir a los Comités de Madres, pues siendo los niños el sector poblacional más afectado, se debe dar a las madres la adecuada información, para que puedan proteger eficientemente a sus bebés.

Los sectores laborales también serán afectados por el fenómeno que se avecina, por lo que se hace necesario llegar directamente a ellos, para hacerles conocer sus derechos y las obligaciones que tienen hacia ellos sus respectivos empleadores, pues muchos de ellos, por sus obligaciones laborales quedarán expuestos a la radiación, y deben saber que sus empleadores están en la obligación de proveerles los medios de protección adecuados.

La policía debe conocer los alcances de la radiación, la forma de protegerse o por lo menos de minimizar sus efectos, las consecuencias de una irresponsable exposición y los efectos a largo plazo, por lo que requieren de una cuidadosa preparación. El personal del Ministerio de Salud, la Cruz Roja y las Compañías de Bomberos deberán proveerse del adecuado material protección, pues ellos serán los que más estarán expuestos a los efectos de la radiación y no podrán cumplir con sus labores si son los primeros en ser afectados.

Es por esto que todas las instituciones del estado y el sector privado tienen que actuar al unísono ante esta emergencia y dar el ejemplo a la población de eficiencia, entrega y responsabilidad.

CONCLUSIONES

- Primera. Es necesario informar adecuadamente a la población sobre el riesgo que se asume al exponerse a la luz solar de 10 a.m. a 4 p.m. (10 a 16 h.) en el verano de 2017.
- Segunda. Las autoridades deben colocar detectores fijos de radiación ultravioleta en lugares públicos (Pueden ser Solmaforos o sus equivalentes).
- Tercera. Las personas, que por sus particulares necesidades, deben exponerse a la luz solar entre las 10 y 16 h, es conveniente que usen dosímetros UV.
- Cuarta. Los trabajadores que por razón de su trabajo deben permanecer expuestos a la luz del sol, deben ser debidamente informados de los riesgos y recibir equipo de protección adecuado de sus empleadores.
- Quinta. Las autoridades deben colocar afiches en lugares públicos, donde se explique los riesgos de la radiación ultravioleta.
- Sexta. Se deben organizar, conferencias, talleres y conversatorios para llegar a la mayoría de la población, para explicarles los alcances de la Campaña de Protección contra la Radiación ultravioleta.
- Sétima. La radiación ultravioleta no se comporta como la luz visible; atraviesa fácilmente las telas delgadas, las nubes y se refleja en la arena o la espuma del mar.

RECOMENDACIONES

Primera. Se recomienda a la población a no exponerse a la radiación ultravioleta solar a cualquier hora del día, para lo que se recomienda:

- Usar ropa oscura, gruesa, con mangas. Si es necesario y cómodo, guantes.
- Usar lentes para sol, lo más oscuros posible.
- Usar gorros o sombreros, que por lo menos, cubran nuca y orejas.
- Es recomendable el uso de sombrillas o paraguas. No deben dejar pasar el resplandor de la luz solar.

Segunda. Recordar que los grupos de riesgo son los niños y ancianos. No permitir que se expongan a la radiación inútilmente.

Tercera. Recordar que la resistencia a la radiación UV es función del color de la piel. No se exponga inútilmente ni espere que enrojezca.

Cuarta. Los efectos de la exposición a la radiación ultravioleta pueden aparecer muchos años después. No tome riesgos.

BIBLIOGRAFÍA

1. AUSTRALIAN RADIATION PROTECTION AND NUCLEAR SAFETY AGENCY (ARPANSA). Occupational Exposure to Ultraviolet Radiation. Radiation Protection Series Publication No. 12. Diciembre 2006.
2. BHAWAN J. J Cutan Pathol, 1995; 22:154
3. BUSHONG, S.C. Manual de radiología para tecnólogos. Ed. Mosby, 5ª Edición. Madrid 1993.
4. (I). Ed. UPC, Barcelona (pp. 247-339).
5. INSTITUTO ESTATAL NORUEGO DE RADIOHIGIENE (1984). Manual de Radiohigiene. Akal- - Universitaria, Madrid (pp. 103-114).
6. KINADETER, H.; W. MÖHRING, & Th. POPPE, 1988. Bausteine für ein positives Mikroklima. Gesund wohnen und leben im biologischen Kraftfeld. Dephin Verlag.
7. MINISTERIO DE SANIDAD Y CONSUMO (1988). Protección radiológica. Parte I: Conceptos Generales. Secretaría General Técnica, Madrid (pp. 74-80).
8. MORISON L. Photoprotection by clothing. Dermatologic Therapy 2003; 16(1): 1-73.
9. OFFICIAL JOURNAL OF THE EUROPEAN UNION. Commission recommendation on the efficacy of sunscreen products and the claims made relating thereto of 22 September 2006.
10. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, (OMS) Organización Meteorológica Mundial, (OMM), Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Comisión Internacional de Protección contra la Radiación no Ionizante (CIPCRNI). Índice UV Solar undial: guía práctica. 2003.

11. ORTEGA ARAMBURU X. y JORBA BISBAL J. (1997). Radiaciones ionizantes. Utilización y riesgos
12. PELLE E y COLS.J Invest Dermatol 2003; 121: 177-183
- . ROSE, W.D., 1990. = Electrosmog-Electrostress. Strahlung in unsern Alltag und was wir dagegen tun können. Ein Ratgeber.= Kiepenheuer & Witsch.
13. ROSEN, C. Topical and Systemic Photoprotection. Dermatologic Therapy, 2003. Vol. 16, 8–15
14. SUNGARMAN, E., 199= 2. Warning: The electricity around you may be hazardous to your health. How to protect yourself from electromagnetic fields. Simon & Schuster.

ANEXOS

Anexo 1

EMULSIONES FOTOSENSIBLES

- **Cianotipia**
- **Proceso A la Goma Bicromatada**
- **Proceso Van Dyke**
- **Proceso Papel Salado**

Generalidades

Estas emulsiones se preparaban antiguamente para utilizarlas en fotografía. En muchos casos se requería mucho tiempo de exposición para que se manifestara su interacción con la luz. Luego de esto se procedía al revelado que básicamente consistió en transformar las sustancias solubles en agua en insolubles y en eliminar las que no se hubiesen podido transformar.

En la actualidad se utilizan emulsiones mucho más rápidas y el proceso de revelado es mucho más rápido y eficiente. Así mismo es de notar que las películas de impresión y revelado químico está desapareciendo al ser reemplazadas por el sistema digital, de mayor capacidad, más eficiente y que no requiere de revelado.

Preparación del soporte (papel, tela, madera, vidrio, película de polietileno, etc...)

- una capa de una solución de gelatina (30 g disueltos en un litro de agua)
- pulverizar con spray de almidón.

La impresión se realiza por exposición al ambiente, por lo que:

- el soporte sensibilizado, hasta el momento de su exposición debe estar cubierto.
- para la impresión o insolación, la fuente de iluminación debe ser el sol del medio día entre las 12 y las 3 horas.
- los productos químicos se encuentran en los comercios especializados del ramo

PROCESO A LA CIANOTIPIA

Invencción de Sir John Herchel en 1840 que aún sigue usándose en una versión perfeccionada para la copia de planos.

- Se basa en la sensibilidad a la luz de las sales férricas.
- Produce una coloración de tonalidad azul, siendo el proceso más económico y fácil ya que sólo intervienen dos productos: el **ferricianuro potásico** y el **cittrato férrico amoniacal**.

Preparación:

Solución A:

Citrato férrico amoniacal (verde).....25 g
Agua destilada.....100 mL.
(la variedad verde es más sensible que la marrón)

Solución B:

Ferricianuro potásico.....10 g
Agua destilada.....100 cc

Las soluciones guardadas por separado en botellas opacas pueden durar varios meses

- Para su uso se mezclan a partes iguales a la luz de seguridad del laboratorio (luz roja) extendiéndose con un pincel o brocha sobre el soporte.
- La mezcla de A y B, solución sensibilizadora, sólo dura efectiva unos días.

Exposición a la luz:

- El soporte (papel u otro material)) debe estar bien seco y es preferible impresionarlo enseguida, pues sólo se conserva unos días en total oscuridad.
- La capa sensible debe tener una coloración amarillo-verdosa.
- La impresión o "insolación" se realiza bajo la luz solar .
- La exposición, que al sol durará como término medio unos 15 minutos, llega a su fin cuando la parte expuesta deja ver una coloración gris azulada.

Revelado de la imagen:

- Terminada la exposición se sumerge el soporte sensibilizado en agua, apareciendo enseguida una coloración azul donde la radiación ha actuado.
- Para obtener unos blancos más puros e intensificar el color azul, se sumerge la copia en una solución de agua oxigenada.

Goma Bicromatada

Este procedimiento se basa en la propiedad de algunas gomas naturales de endurecerse por acción directa de la luz y en presencia del dicromato amónico o potásico.

- Permite una **gran riqueza de texturas y variedad cromática.**
- La emulsión de goma bicromatada se mezcla con pigmento (acuarela, gouache, anilina ...)
- Después de la exposición, las partes donde la goma se ha endurecido proporcionalmente a la luz recibida, retendrá igualmente el pigmento. En las zonas no afectadas por la luz, la goma continuará siendo soluble y el colorante se eliminará con el lavado de la copia en agua.
- El papel debe ser de buena calidad (acuarela/grueso) y correctamente impermeabilizado con gelatina o almidón.
- Para esta preparación o "*gelatinización*", el papel deberá bañarse en una solución saturada de gelatina (30 g en un litro de agua) durante unos minutos y secarse. Mejor si se repite varias veces esta operación antes de pasar al emulsionado.

Emulsionado:

Solución A:

Dicromato amónico.....30 g
Agua destilada.....100 mL

Solución B:

Goma arábica.....40 g
Agua destilada.....100 mL

Pigmento(opcional)

- La disolución de la goma arábica debe hacerse en agua caliente por encima de los 40 grados centígrados
- Su conservación se favorecerá añadiéndole una gotas de formol para evitar la fermentación.
- Las soluciones A y B se mezclan a partes iguales con la luz de seguridad, añadiendo antes el pigmento a la solución B.
- La cantidad de pigmento es opcional según la intensidad cromática deseada y la respuesta del emulsionado. (Probar con 5 g. de color en 30 cc. de solución B).
- La mezcla sensible se extiende sobre el soporte en sentidos contrarios y se deja secar.

La exposición a la luz solar se requiere al menos durante 10 minutos.

Proceso Van Dyke

Con este procedimiento se obtienen **imágenes de color marrón o sepia intenso**

- Tiene como ventaja la rapidez de reacción a la luz con exposiciones de 1/2 minuto al sol del mediodía
- Su inconveniente máximo es la pérdida de intensidad del tono con el paso del tiempo.

Preparación:

Solución A:

Citrato férrico amoniacal (verde)..... 20 g
Acido cítrico o tartárico..... 5 g
Agua destilada.....50 mL

Solución B:

Nitrato de plata..... 5 g
Agua destilada.....20 mL

- Impermeabilice con gelatina o almidón una hoja de papel
- Para el emulsionado, a la luz de seguridad, mezclar partes iguales de las soluciones A y B añadiendo 30 cc. de agua destilada.
- El papel se sensibiliza dos veces, dejándolo secar en la oscuridad
- El tiempo de exposición es mucho más corto que en la cianotipia y oscila entre uno y 10 minutos, si se emplea luz solar.
- El revelado se consigue sumergiendo el papel en agua corriente durante unos 3 minutos hasta que aparece con un color amarillento.

PAPEL SALADO (Fórmula perfeccionada)

- Como en casos anteriores la imagen se produce por la capacidad de las sales férricas de reaccionar a la luz produciendo un depósito coloreado.
- En este caso son las mismas sales de plata las que se ennegrecen (reducen) por la misma acción de la luz.
- Este procedimiento inventado por **Henry Fox Talbot** fue muy usado y perfeccionado en el siglo XIX, consiguiéndose imágenes de gran calidad.
- Puede usarse sobre cualquier soporte pero especialmente sobre papel de buena calidad bien preparado.

SENSIBILIZADO del papel:

1ª operación: Preparado de la solución A (de salado):

Cloruro amónico o sódico 20 g
Citrato sódico..... 10 g
Gelatina..... 10 g
Agua destilada.....1000 mL

- Se disuelve primero la gelatina en agua a 45° C y se añade después el resto hasta su total disolución
- La función de la gelatina es impermeabilizante.
- Baño de "salado": a la luz ambiente, se coloca el papel sobre la solución dejándole reposar 3 minutos; luego secar.
- Es conveniente "salar" varias hojas de papel sucesivamente.

2ª operación: Preparado de la solución B (sensibilizadora):

Nitrato de plata.....10 g
Agua destilada100 mL

- Esta operación se realiza con iluminación tenue y se guarda en una botella marrón para su conservación efectiva.
- A la luz de seguridad se extiende esta solución B sobre el papel salado y se deja secar en la oscuridad.

Exposición:

- Una vez seco el soporte (papel), debe impresionarse enseguida por cuanto la sensibilidad a la luz se pierde en unas horas.
- La impresión o exposición a la luz se efectúa como siempre con luz solar, ultravioleta, al menos durante 10 minutos al sol.
- Terminada la exposición y cuando la imagen es más intensa de lo normal pues los baños posteriores la debilitarán.

Fijado

3ª operación: Preparado de la solución C (fijadora):

Tiosulfato sódico (hipo)..... 150 g
Agua destilada..... 1000 mL

- Una vez lavado el soporte sensibilizado se fija introduciéndolo en esta solución

durante 5 minutos.

- Esta operación y tiempo rebaja la intensidad de la imagen, por lo que la exposición condicionada por este efecto debe prolongarse por encima de lo que visualmente entendemos como correcto.
- Después se lava durante 15 minutos y se deja secar.

Otras Soluciones Sensibilizadoras (Para Papel Salado)

A.- Nitrato de plata.....6 g
Agua destilada.....100 mL
Acido cítrico.....10 g

B.- Nitrato de plata.....6 g
Agua destilada.....100 mL
Acido láctico.....10 g

C.- Nitrato de plata.....6 g
Agua destilada.....100 mL
Acido tartárico.....8 g

- La solución A es la más duradera en botella color marrón.
- La solución B solo dura unos días.

Anexo 2

Filtros de UV de vidrio

Tipo de vidrio	% radiación visible*	% radiación UV 300 - 380nm*
Claro	90 >	72
Reflectante tipo espejo	19	17
Laminado ej: parabrisas	79	< 1
Tintados que absorben calor	62	40
Con bloqueador selectivo	69 - 80	< 1

Fuente:

* Cantidad de radiación que dejan pasar.

GLOSARIO

A

Acciones antrópicas Acciones realizadas por la especie humana. Del griego anthropos (hombre).

Acuífero acumulación de agua subterránea que impregna una capa de terreno impermeable. Se suele situar sobre una capa de materiales impermeables (arcilla o pizarra). Puede estar o cubierto con otra capa impermeable, en cuyo caso se llama acuífero o manto freático confinado.

ADN Acido desoxirribonucleico. Molécula del núcleo celular que contiene la información genética. Cuando resulta dañada por las radiaciones u otros motivos, cambian los genes, lo que provoca mutaciones y malformaciones genéticas.

Aerobio Proceso que tiene lugar en presencia de oxígeno. En las zonas de las plantas depuradoras en las que tiene lugar este proceso se mantiene el agua fuertemente agitada para que haya abundante oxígeno en el agua y las bacterias puedan realizar sus procesos metabólicos.

Aleatoriedad de los procesos climáticos Aleatoriedad significa, en este caso, que el funcionamiento del clima no es enteramente previsible. Es imposible hacer una predicción climatológica más allá de unos diez días, debido a que el sistema es tan complejo que

cualquier variación inicial mínima, termina repercutiendo en un cambio en todo el globo.

A este efecto, enunciado por Lorenz, se le suele llamar efecto mariposa.

Asteroide: Pequeño fragmento de roca que gira alrededor de una estrella. También se les llama planetas menores.

B

Biosfera Todos los organismos vivos de la Tierra. Reúne, por tanto, a todas las comunidades.

Biotopo Se suele denominar así al substrato no vivo del ecosistema, es decir al conjunto de todos los elementos abióticos (no vivos).

C

Cationes Iones con carga +. Por ejemplo Na^+ , Ca^{2+} , etc. Una disolución en la que hay cationes suele ser básica.

Ciclón(o depresión) Zona de la atmósfera con presiones bajas. Los vientos que entran en ellas, en lugar de ser perpendiculares a las isobaras, se desvían en sentido de las agujas del reloj en el hemisferio sur y al revés en el hemisferio norte.

Clima Es una media de los tiempos meteorológicos de una zona a lo largo de varios años. Para definir un clima se suelen usar medias de temperatura, precipitación, etc. de veinte o treinta años. Un clima es, por ejemplo, el mediterráneo, caracterizado por veranos cálidos y secos, inviernos tibios y lluvias, a veces torrenciales, en otoño y primavera.

Tiempo meteorológico es la situación actual de la atmósfera en un lugar determinado. Está caracterizado por una combinación local y pasajera de temperatura, presión, humedad, precipitaciones, nubosidad Es cambiante en cuestión de horas o días. Tipos de tiempo son, por ejemplo: borrascoso, caluroso, lluvioso, etc.

Clorofluorocarburos Moléculas orgánicas formadas por átomos de Cl y F unidos a C. Por ejemplo CCl₃F (Freón-11) o CCl₂F₂ (Freón-12). Se han utilizado mucho en los "sprays", frigoríficos, etc. Son los principales responsables de la destrucción de la capa de ozono.

Colmatar Rellenarse un terreno con sedimentos arrastrados por las aguas.

Cometa: Pequeño cuerpo celeste formado de hielo y roca que gira alrededor de una estrella. Su órbita suele ser muy excéntrica, y en su parte más cercana al Sol, parte del material del cometa se sublima formando su característica cola luminosa.

Comunidad Todos los organismos vivos que se encuentran en un ambiente determinado. Incluye, por tanto, todas las poblaciones de las diferentes especies que viven juntas. Por ejemplo la comunidad de una pradera estará formada por todas las plantas, animales, bacterias, hongos que se encuentran en el lugar ocupado por la pradera.

Contaminación Cualquier alteración física, química o biológica del aire, el agua o la tierra que produce daños a los organismos vivos.

Contaminante primario Sustancias producidas en las actividades humanas o en la naturaleza que entran directamente en el aire alterando su composición normal.

Contaminante secundario Sustancia que se forma en la atmósfera cuando algún contaminante primario reacciona con otros componentes del aire.

Convección Corrientes circulares que transportan calor y materia que se forman en un fluido cuando hay diferencias de temperatura.

Coriolis (Efecto de Coriolis) Es el que experimenta cualquier objeto que se desplaza de norte a sur, o al revés, sobre la superficie de una esfera como la Tierra, que está rotando sobre su eje. Cuando una masa de aire viaja del polo Norte hacia el ecuador, por ejemplo, para cuando ha recorrido un trecho, la superficie de la Tierra se ha desplazado de oeste a este otro trecho y el efecto conjunto de los dos desplazamientos provoca que la masa de aire se vaya desplazando hacia el sur, pero a la vez desviándose hacia la derecha de su trayectoria. Lo contrario ocurrirá en el hemisferio sur

Cuarzo Minerales del grupo de los silicatos. El cuarzo está formado exclusivamente por silicio y oxígeno.

Cuenca endorreica Espacio que estaba situado entre montañas y que se ha ido rellenando con los materiales erosionados. En la planicie que va quedando es frecuente que se formen lagos de corta vida.

Células fotovoltaicas Dispositivos formados por metales sensibles a la luz que desprenden electrones cuando los fotones inciden sobre ellos. Convierten energía luminosa en energía eléctrica.

D

Demanda Biológica de Oxígeno: DBO Es el oxígeno que se consume en un determinado volumen de agua en un plazo fijo de tiempo de tiempo (5 días), a una temperatura estándar (15°C y en condiciones de oscuridad. Nos indica la materia orgánica presente en el agua, porque cuanto más hay, más activas estarán las bacterias aerobias, y más oxígeno se consumirá. Por tanto si la DBO es alta indica contaminación y mala calidad de este agua y al revés.

Dobles enlaces coordinados Parte de una molécula en la que en su cadena de carbonos se alternan enlaces sencillos y dobles. Ejemplo - C = C - C = C - C = C -. Se forma así una nube deslocalizada de electrones en la que la llegada de un fotón puede variar el estado de oxidación de la molécula. Así se transforma energía luminosa en energía química.

Drenar Recoger el líquido de un lugar para sacarlo de allí.

E

Eclíptica Los antiguos llamaron así a la línea del cielo en la que se producen los eclipses. Coincide, lógicamente, con la línea que marca el plano de la órbita de la Tierra alrededor del sol, que es prácticamente el mismo que el del resto de los planetas y el mismo que el plano de giro de la Luna alrededor de la Tierra.

Ecología Del griego "eco" que significa casa y "logos": estudio. Haeckel empleó esta palabra por primera vez, en el siglo XIX.

Ecosfera El ecosistema mundial. Abarca todos los organismos vivientes -la biosfera- y las interacciones entre ellos y con la tierra, el agua y la atmósfera.

Efecto de Coriolis Es el que experimenta cualquier objeto que se desplaza de norte a sur, o al revés, sobre la superficie de una esfera como la Tierra, que está rotando sobre su eje. Cuando una masa de aire viaja del polo norte hacia el ecuador, por ejemplo, para cuando ha recorrido un trecho, la superficie de la Tierra se ha desplazado de oeste a este otro trecho y el efecto conjunto de los dos desplazamientos provoca que la masa de aire se vaya desplazando hacia el sur pero a la vez desviándose hacia la derecha de su trayectoria. Lo contrario ocurrirá en el hemisferio sur.

Elemento radiactivo Isótopos de los elementos químicos que emiten radiación. La radiación liberada puede ser partículas alfa o beta o rayos gamma.

Estrella: Enorme masa de gas que emite luz y calor.

Etanol Alcohol del etano. $\text{CH}_3 - \text{CH}_2\text{OH}$

F

Fallas Planos de rotura de los estratos rocosos.

Fitoplancton Organismos microscópicos vegetales que flotan en los ecosistemas acuáticos.

Fotón Cuanto de luz. Cantidad indivisible de energía que interviene en los procesos de emisión y absorción de la radiación electromagnética. Su energía depende de la frecuencia.

G

Geotermal Calor en el interior de la Tierra. El aumento de temperatura al ir profundizando es especialmente alto junto a las zonas volcánicas

Gramíneas Nombre botánico del grupo de plantas formado por las hierbas

H

Herzio Medida de frecuencia. Número de ciclos de onda por segundo

Hidrocarburos Compuestos orgánicos formados por carbono e hidrógeno. Los átomos de C pueden formar largas cadenas. Así, por ejemplo, el hidrocarburo más sencillo es el CH₄ (metano). La gasolina C₈H₁₈ está formada principalmente por diferentes isómeros del octano.

Hidroxilo Radical HO⁻. Procede del peróxido de hidrógeno (agua oxigenada): H₂O₂

Hipótesis Planteamiento inicial cuya validez ha de ser confirmada por la experimentación o el razonamiento.

Hulla Variedad de carbón mineral con un contenido en carbono del orden del 80%. Su poder calorífico es menor que el de la antracita pero mayor que el del lignito. Se utiliza como combustible y para la formación de coque siderúrgico, gas ciudad y alquitrán.

Hábitat Lugar en el que vive un organismo. Por ejemplo, el hábitat de la lombriz de tierra es el subsuelo.

I

Intrusión Designa la entrada de algún material en otro.

Isoistas Líneas que unen puntos de igual intensidad sísmica.

Isótopo Elementos químicos que tienen el mismo número atómico pero distinta masa atómica, porque tienen distinto número de neutrones. Muchos elementos químicos tienen algún isótopo que es radiactivo, es decir que es inestable y se va descomponiendo en otros elementos liberando radiactividad.

L

Lux Unidad de iluminancia del Sistema Internacional de unidades. Corresponde a un lumen por cada m².

Luz polarizada Luz que oscila en un plano

M

Malthus Inglés. Vivió entre 1797 y 1834 y fue autor de varios libros sobre economía y población. Sus tesis más conocidas se refieren a un planteamiento pesimista del futuro en el que mientras los alimentos irían creciendo en una progresión aritmética, la población lo haría en una progresión geométrica, por lo que la consecuencia sería el hambre.

Mercalli La escala de Mercalli Modificada es la que se usa en EEUU y en otros muchos países. La modificación fue realizada en 1931 por Wood y Neumann. Después de un terremoto el Servicio Geológico de EEUU manda una encuesta a todos los funcionarios de correos de las zonas afectadas y con las respuestas confecciona el mapa de intensidad del sismo.

Metanol Alcohol del metano. CH₃OH

Microorganismo patógeno Bacteria, virus u otros organismos de tamaño microscópico que causan enfermedades

Milibar Unidad de presión habitual en meteorología. Sus equivalencias son: 1013 milibares = 1 atmósfera = 760 mm de Hg = 1033,6 g·cm² de aire.

mm Forma de medir las precipitaciones de lluvia o nieve o la evapotranspiración. Corresponde a la altura de agua que se evapora o cae sobre el terreno. En número es igual

al de litros por m² , porque si llueve un litro en 1 m² significa que sobre ese terreno se deposita una capa de 1 mm de agua ($1 \text{ mm} \cdot 1 \text{ m}^2 = 1 \text{ litro}$)

N

Neutralización Proceso por el que una disolución ácida o básica pasa a ser neutra. Las disoluciones ácidas se neutralizan con disoluciones básicas y al revés.

Newton, Isaac (1642 - 1727) Científico británico considerado el fundador de la ciencia física moderna.

Nitratos Compuestos químicos utilizados como fertilizantes en la agricultura. Son una fuente importante de contaminación difusa. En concentraciones altas pueden provocar daños a la salud, especialmente a los niños.

Nivel freático Superficie que separa la zona del subsuelo inundada con agua subterránea de la zona en la que las grietas están rellenas de agua y aire.

nm (nanometro).- $10^{(-9)}$ metros

O

Orogenia Epoca de la historia de la Tierra en la que se levantan montañas. La Alpina y la Andina están teniendo lugar en los últimos 65 millones de años. La Caledoniana y la Herciniana tuvieron lugar hace más de 200 millones de años, al comienzo y al final de la Era Paleozoica.

Oxidante Que provoca la oxidación, es decir la combinación con oxígeno o, más en general, la cesión de electrones.

Oxígeno Disuelto OD: Es la medida del oxígeno disuelto en el agua, expresado normalmente en ppm (partes por millón). La solubilidad del oxígeno en el agua depende de la temperatura: a mayor temperatura menos oxígeno se disuelve. Por otra parte si el agua está contaminada tiene muchos microorganismos y materia orgánica y la gran actividad respiratoria disminuye el oxígeno disuelto. Un nivel alto de OD indica que el agua es de buena calidad

Ozono O₃. Molécula inorgánica muy oxidante que en la parte baja de la atmósfera es un contaminante que daña los tejidos vivos y el caucho; mientras que en la estratosfera desempeña una importante función al filtrar los rayos ultravioleta. Se usa en algunos tratamientos de purificación del agua.

P

Paleozoico Era de la historia de la Tierra que transcurre desde hace 570 hasta hace 225 millones de años.

parámetroK como la densidad a la que el espacio que está siendo estudiado se "satura" de organismos.

Parámetro rr es la tasa per cápita de crecimiento de la población.

Percolar Acción por la que el agua atraviesa el suelo hacia abajo.

Peroxiacilo Radical oxidante, de fórmula CH₃COO²⁻. Con NO₂ forma el nitrato de peroxiacilo (PAN) que se considera el mejor indicador del grado de contaminación fotoquímica. Es mejor indicador que el ozono porque su concentración en la atmósfera en condiciones normales es prácticamente cero.

pH (de factor de Hidrogeniones. Factor escrito como phaktore). Es un número que nos indica la concentración de hidrogeniones de una disolución. Dado un pH cualquiera, por

ejemplo, 7, la concentración de iones H_3O^+ será de 10 elevado a - el número de pH, por ejemplo, en este caso: 10^{-7} . Si el pH es 7 la disolución es neutra (igual número de iones H_3O^+ que de iones OH^-). Si el pH es mayor que 7 la disolución es básica, también llamada alcalina; y si el pH es menor que 7 la disolución es ácida

Planeta: Cuerpo sólido que orbita alrededor de una estrella.

Población Grupo de seres vivos de la misma especie que viven juntos en la misma zona y en la misma época. Por ejemplo, la población de cabras hispánicas de la Sierra de Cazorla, o la población de hayas del bosque del Irati.

Posición del Sol en el centro de la órbita El Sol está situado en uno de los focos de la órbita elíptica, pero como la excentricidad de la elipse es muy pequeña, se puede considerar que está en el centro. La distancia de la Tierra al Sol es de unos 150 millones de kilómetros, con un diámetro mayor de la elipse que es sólo $1/270$ veces mayor que el diámetro menor. Asimismo bien que la órbita terrestre es prácticamente un círculo ayuda a evitar el error, relativamente frecuente, de pensar que el que sea verano o invierno depende de las variaciones de distancia entre nuestro planeta y el Sol.

ppm Partes por millón. Forma de medir concentraciones pequeñas. 300 ppm equivalen a 0,03%.

Precámbrica Era geológica que abarca los 4000 millones de años que van desde la formación de la Tierra hasta hace 570 millones de años, momento en el que comienza el primer período de la era Paleozoica, denominado Cámbrico.

Pulmones Sistema respiratorio formado por un conjunto muy ramificado de conductos terminados en alvéolos en los que se realiza el intercambio de gases. Situados en el interior del cuerpo, el aire se humedece hasta saturación antes de llegar a los alvéolos, evitando así su desecación.

Q

Quelantes Sustancias químicas que provocan que partículas pequeñas se unan entre sí para formar una mayor que precipita con más facilidad. También se suelen llamar floculantes.

R

Reductor Ambiente o sustancia química que induce la reducción mientras el se oxida.

Rift Hundimiento del terreno debido a la formación de fallas. Se produce en lugares en los que las placas litosféricas se están abriendo. Es muy característico el Rift africano que a lo largo de miles de kilómetros surca la zona oriental de Africa.

S

Satélite: Astro que orbita alrededor de un planeta y que lo acompaña en su recorrido alrededor de una estrella.

Sismógrafo Aparato que registra los temblores de tierra. Consta de una gran masa suspendida de un soporte firmemente anclado a tierra. La gran inercia de esta masa hace que se desplace con un ligero retraso respecto a su soporte cuando todo el conjunto tiembla y un sistema de registro de estas diferencias de movimiento permite obtener un gráfico del movimiento sísmico.

Sotobosque Arbustos, matorrales y otras plantas que se sitúan debajo de los árboles del bosque.

T

Tactismo Movimiento hacia la luz. En los tallos o las hojas de las plantas es muy frecuente, pero también se produce en algunos animales como los insectos, que son fuertemente atraídos por las lámparas.

Tectónica Global Parte de la geología que estudia las placas litosféricas y las deformaciones y procesos geológicos provocados por el movimiento de las placas. Ha sido muy útil para explicar la concentración de volcanes y terremotos en determinadas zonas de la Tierra, la formación de cordilleras, el desplazamiento de los continentes, etc.

Tiempo meteorológico Es la situación actual de la atmósfera en un lugar determinado. Está caracterizado por una combinación local y pasajera de temperatura, presión, humedad, precipitaciones, nubosidad Es cambiante en cuestión de horas o días. Tipos de tiempo son, por ejemplo: borrascoso, caluroso, lluvioso, etc.

Trófico Del griego "tropho" que significa alimento.

Tsunami Olas de puerto en japonés. El mayor registrado, en Kamchatka en 1737, tuvo 70 metros de altura. Por fortuna son muy poco frecuentes. En mar abierto no son muy peligrosos pero son catastróficos en la costa.

V

Valorización de residuos Se denominan así a los procesos que permiten aprovechar los residuos para obtener de ellos nuevos productos u otros rendimientos útiles.

Viscosidad del magma Estado de solidez del magma. Viscoso se contrapone a fluido. Los magmas ácidos que originan rocas de tipo granítico, con abundancia de SiO₂ son más viscosos que los de composición básica que originan rocas de tipo basáltico.

W

W (Watio).- Unidad de potencia correspondiente a 1 julio por segundo.

Z

Zooplankton Organismos microscópicos animales que flotan en los ecosistemas acuáticos.
