

# **LOS RECURSOS NATURALES DEGRADACIÓN DE ECOSISTEMAS**

**Para alumnos de:**

**Carrera de Ingeniería de Paisajes, Asignatura Ecología del Paisaje**

**Carrera de Ingeniería Agronómica, Asignatura Ecología Agraria**

**Ing. Agr. Eduardo Atilio de la Orden\***

**\* Dr. En Docencia Universitaria en Disciplinas Tecnológicas  
Mgt. En Ciencias Regionales y Planificación Regional  
Prof. Titular Área Ecología. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Catamarca**

**San Fernando del Valle de Catamarca, mayo de 2020**

## **CONTENIDOS**

- **Introducción**
- **Concepto de Recurso**
- **Los Recursos Naturales, Base de las Actividades Productivas**
- **Degradación de Ecosistemas**
- **Erosión**
- **Desertificación**
- **Procesos de la Desertificación**
- **Bibliografía**

## INTRODUCCIÓN

La base de las actividades productivas primarias, y en gran parte la de las secundarias, está dada por la oferta de recursos naturales que ofrecen los distintos paisajes. Se sabe que la única fuente de energía que pone en marcha los procesos biológicos y que produce la síntesis de materia orgánica (alimentos, fibras, etc), está determinada por la energía lumínica proveniente del sol, que es transformada por los autótrofos en energía química, para, a partir de allí, dar lugar al extraordinario flujo energético que tiene lugar en los ecosistemas de la tierra. Esto es, sin lugar a dudas el origen de la inmensa, pero finita, fuente de recursos de nuestro planeta.

Frente a la realidad de que los recursos son limitados y que las acciones propensas a ser implementadas para su explotación son aquellas que ofrecen beneficios que superan los costos, es claro que una verdadera estimación de los beneficios en relación a la degradación de los ecosistemas -y al consecuente cambio climático-puede ser difícil de predecir.

## CONCEPTO DE RECURSO

Según la Real Academia Española, “*recurso es un medio de cualquier clase que, en caso de necesidad, sirve para conseguir lo que se pretende*”. Los recursos, entonces, son todos aquellos elementos que pueden ser utilizados como medios a efectos de alcanzar un fin determinado, de satisfacer una necesidad. Se puede decir, entonces, que un elemento cualquiera sólo es un recurso si sirve para satisfacer una necesidad humana. Así, por ejemplo, se habla de **recursos** humanos, **recursos** intelectuales, **recursos** naturales, etc.

Dado lo amplio de la definición, es obvio que el término se emplea en una gran variedad de ámbitos y circunstancias. No obstante, existen algunos ámbitos, como en las ciencias naturales y en algunas ciencias aplicadas, donde la utilización del término “recurso” tiene un significado unívoco debido a la importancia que este tipo particular de **recursos** implica.

El tipo de **recurso** al que se hace mención, y que de hecho tiene gran relevancia en la economía, es el denominado recurso natural.

**Recurso natural es todo elemento provisto por la naturaleza que puede utilizarse como medio para satisfacer una necesidad.**

Con esta definición se hace alusión a todo elemento extraíble de la naturaleza que sirve para la producción de bienes y servicios. Los **recursos** naturales pueden tener una obtención limitada en algunos casos y, en otros, ilimitada. En efecto, en algunas ocasiones, hay **recursos** que, por procesos naturales, se renuevan constantemente; éstos son los denominados recursos naturales renovables.

**Recurso natural renovable es aquel provisto por la naturaleza que tiene la capacidad de reproducirse o renovarse con una velocidad acorde a la de su utilización.**

Para este último caso, podemos hacer referencia a algunas fuentes de energía tales como la eólica, la solar, la hídrica, etc.

Existen, además, recursos que no tienen una velocidad de renovación acorde con la de su utilización; éstos son los denominados recursos naturales no renovables.

**Recurso natural no renovable es aquel provisto por la naturaleza que no tiene capacidad de auto renovación o reproducción o, si las tuviera, ésta no ocurre a una velocidad acorde a la de su utilización.**

Entre estos recursos se encuentran los combustibles fósiles y los minerales.

Como se desprende de estas definiciones, el elemento clave a tener en cuenta en la asignación del carácter de un recurso es su velocidad de renovación.

La explotación de los recursos naturales renovables en la tierra comienza a cobrar importancia hace unos 8.000 o 10.000 años, cuando el hombre comprendió que

domesticando animales resolvía con mayor facilidad los problemas de alimentación y vestimenta; también, aprendió a superar su deficiencia física, utilizando la fuerza laboral de los animales que domesticaba. El hombre primitivo se transforma de recolector cazador a pastor.

Se estima que el nacimiento de la agricultura es de hace 6.000 a 8.000 años atrás. Como es lógico, el incremento gradual de alimentos y la seguridad de contar con ellos, permitió un crecimiento significativo de la población mundial. Sin embargo, el desconocimiento tecnológico de las civilizaciones primitivas hacía que la práctica más común fuera la de los cultivos itinerantes (agricultores y pastores nómades). Cuando la fertilidad del suelo disminuía por la interrupción en el ciclo de los materiales y no se obtenían buenos rendimientos, el agricultor se trasladaba a otro sitio, escapando así a la regulación local y expandiendo su intervención a distintos ecosistemas.

Desde el desarrollo de las civilizaciones primitivas hasta la civilización tecnológica actual, la curva de crecimiento poblacional de la especie humana ha tomado la característica de una curva de crecimiento exponencial, en jota. Es inobjetable que la demanda de recursos para satisfacer las demandas de una población en constante aumento, se ha incrementado, y sigue haciéndolo de manera considerable.

La historia de la humanidad gira en torno a la explotación y a la oferta de recursos naturales de los variados ecosistemas de nuestro planeta, y las actividades agro ganaderas tienen un rol protagónico en los procesos productivos. Los recursos naturales, nativos o no (autóctonos o exóticos), constituyen la base primera y fundamental, el **activo ecológico** del cual dependerá el **potencial de desarrollo** de la empresa agropecuaria; potencial que se realizará o no según la habilidad y el conocimiento (científico o empírico) con que se los administre.

Para un correcto manejo de los mismos, la primera consideración a hacer es que los recursos naturales renovables, con su ambiente, conforman un **sistema**; es decir, un conjunto de elementos que, condicionándose mutuamente, componen una unidad de trabajo. Tal unidad funcional es la que se conoce como ecosistema. En consecuencia,

cualquier modificación que se efectúe en alguno de los componentes en que se ha dividido dicho ecosistema, repercutirá sobre todos los demás.

Los ecosistemas terrestres naturales (bosques, pastizales, sabanas, arbustales, etc.), cualquiera sea su estado de conservación, se asocian a través de amplias zonas paisajísticas, con la diversidad de las pautas edáficas y micro climáticas. La composición y naturaleza de los ecosistemas varía a lo largo del tiempo en consonancia con las perturbaciones naturales y los cambios en el régimen climático. Los ecosistemas en estado estable pueden producir toda una gama de bienes y servicios que son objeto de valoración por el hombre.

La biodiversidad es el sostén de la mayor parte de los bienes y servicios ecosistémicos, y muchos ecosistemas, como los bosques tropicales en particular, tienen elevados niveles de biodiversidad. La pérdida de la misma tiene consecuencias negativas considerables en la capacidad productiva de los ecosistemas.

### **LOS RECURSOS NATURALES, BASE DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS**

Para un correcto manejo de la vegetación, el suelo o la fauna de un área determinada, la primera consideración a hacer es que se trata de recursos naturales renovables, y que, con su ambiente abiótico, conforman un **sistema**; es decir, un conjunto de elementos que, condicionándose mutuamente, componen una unidad funcional, una unidad de trabajo. Tal unidad funcional se denomina **ecosistema**.

En un sentido amplio, consideramos que una empresa agropecuaria está constituida por los subsistemas:

- biogeoestructura: el ecosistema;
- la socio estructura: una empresa agro ganadera es parte de este subsistema e incluye al capital (pone en funcionamiento a la empresa); los conocimientos empíricos y científicos que la sociedad pone en marcha para la explotación de los recursos;

- la tecnoestructura: la tecnología disponible y aplicable para la explotación de los recursos, que también depende del capital invertido y de los conocimientos.

Como en todo ecosistema, cualquier modificación que se efectúe en alguno de sus componentes, con el tiempo, repercutirá sobre todos los demás. A modo de ejemplo, se puede decir que de la venta de lo producido en una empresa (materia prima vegetal o animal) resulta el capital que permitirá introducir o mejorar la tecnología (maquinarias, fertilizantes, pesticidas, pautas de control y manejo, infraestructura) y/o aumentar el espacio y/o mejorar la oferta de recursos naturales; ello, a su vez, podrá redundar en una mayor producción y, por ende, en un mayor capital. Este esquema puede funcionar en sentido inverso, es decir, a menor oferta de recursos naturales, menor producción, menor capital.



**Gráfico N° 1: Esquema de funcionamiento de un agroecosistema**

La transformación de ecosistemas naturales en agroecosistemas, para el autoabastecimiento o para obtener excedentes exportables convertibles en dinero, es realizada por el hombre de diversas maneras. Si las transformaciones están bien planificadas y dirigidas y responden a las posibilidades reales del ecosistema en cuestión, podrán lograrse los mejores rendimientos, compatibles con una buena conservación del activo ecológico. Por el contrario, una mala planificación o errores de cálculo pueden producir desajustes que desestabilicen todo el sistema, con consecuencias perjudiciales para el capital natural y, por lo tanto, para el rendimiento económico. Cualquiera sea la situación de explotación, no se debe perder de vista que se

trata de **agroecosistemas**, es decir **ecosistemas humanos subsidiados impulsados por energía solar**. La clave del funcionamiento permanente de estos sistemas, para mantener un nivel apropiado de producción, está en el subsidio extra de energía que se le aporta. En consecuencia, son ecosistemas que presentan una alta inestabilidad ecosistémica, donde la estabilidad es mantenida sólo si son subvencionados.

En contrapartida, en los ecosistemas naturales, con menores valores de producción que los agroecosistemas, los diversos componentes han coevolucionado en el tiempo, ajustándose unos a otros en un delicado equilibrio que garantiza el más adecuado funcionamiento conjunto.

La implementación de las actividades agrícolas y ganaderas implica siempre una regresión del ecosistema. La vegetación original clímax es eliminada total o parcialmente; en consecuencia, la explotación de los recursos naturales, fundamentalmente el suelo, debe ser realizado según el criterio ecológico de **usarlos conservándolos y conservarlos para usar**. Para lograr esta consigna, no se debe perder de vista que **la tasa de explotación del recurso nunca debe ser superior a su tasa de renovación**.

En líneas generales y de manera muy simplificada, se puede decir que la transformación de los ecosistemas naturales puede ser efectuada por:

- Sustitución de elemento: se realiza cuando un elemento original (resultado de un proceso de selección natural) es reemplazado por otro "mejorado", resultado de un proceso de selección artificial. Por ejemplo, reemplazar la pastura natural y/o las especies forestales naturales, por forrajeras o árboles provenientes de otras regiones (introducidas o exóticas) y mejorados para la obtención de algún atributo agronómico de interés. Estas últimas pueden ser más productivas y/o de crecimiento más rápido, pero no estar tan bien adaptadas al ambiente como las autóctonas, por lo que requerirán subsidios energéticos bajo la forma de agua de riego, fertilizantes, pesticidas, etc.

- Adición de elementos: cuando se incorpora al sistema original un elemento nuevo; por ejemplo, añadir ganado vacuno (exótico) en una región naturalmente poblada por rumiantes nativos.
- Eliminación: del ecosistema original se elimina uno o más elementos. Por ejemplo, eliminación parcial o total de algún estrato de la comunidad vegetal original. El caso extremo de eliminación es la extracción continua de un recurso sin respetar su tiempo o su tasa de renovación, o realizar sin restitución, como es el caso de los recursos no renovables. Esto afecta profundamente al sistema en su totalidad, precisamente por su naturaleza sistémica. Es una práctica habitual en la explotación de bosques naturales para la extracción de madera y/o leña.

## DEGRADACIÓN DE ECOSISTEMAS

La degradación del ecosistema es un problema ambiental que disminuye la capacidad de los ecosistemas de mantener su equilibrio. La degradación ocurre de diferentes formas y se manifiesta en una disminución de la biodiversidad y de los bienes y servicios que pudieran ofrecer. La sobreexplotación de los recursos naturales renovables sirve a un propósito económico de corto plazo, sin embargo, en el mediano y largo plazo tiene efectos directos y negativos sobre el bienestar social. El ecosistema, mientras no se degrada, representa una fuente de riqueza para la sociedad y de allí la importancia de conservarlo en buenas condiciones.

Una característica importante de los ecosistemas es su capacidad de recuperación frente a las perturbaciones. A esta capacidad se la denomina resiliencia.

**La resiliencia es la capacidad de recuperación de un sistema. Es la capacidad de un ecosistema de retornar al estado inicial después de una perturbación.**

Una de las características de los ecosistemas en estado clímax, es la de mantener un estado de equilibrio dinámico entre el suelo, el clima y la vegetación. Como se vio en temas anteriores, el estado final de una sucesión ecológica está determinado por el clima regional; en consecuencia, la vegetación de clímax climático puede estar dada por

distinto tipos de formaciones vegetales, desde estepas herbáceas hasta bosques tropicales. A medida que aumenta el grado de complejidad de los ecosistemas, expresada ésta en cantidad de interacciones, mayor biodiversidad, mayor biomasa, etc., mayor es la resiliencia de los mismos. La resiliencia es una propiedad ecosistémica emergente que deriva de la biodiversidad en múltiples escalas, y comprende desde la diversidad genética hasta la diversidad paisajística (Thompson *et al.*, 2009).

Uno de los grandes retos de la humanidad es que los ecosistemas naturales puedan restablecerse tras los episodios de perturbación y no sufrir degradación en el tiempo. De esta manera, se podrá mantener la producción de los bienes y servicios que el ser humano obtiene de los distintos ecosistemas terrestres.

Relacionado con el concepto de resiliencia está el de resistencia:

**La resistencia es la capacidad de los ecosistemas de resistir a alteraciones de menor intensidad a lo largo del tiempo.**

Se entiende por alteraciones de menor intensidad a aquellas que están relacionadas con la dinámica misma de los ecosistemas, tales como la muerte de algunos árboles o un nivel permanente de herbivoría provocada por insectos y rumiantes. La resistencia ecosistémica se manifiesta también en la alternancia de los ciclos climáticos de una región. Esta alternancia es especialmente importante en las zonas áridas o semiáridas, donde, además, existen alternancias de ciclos relativamente húmedos con ciclos relativamente secos. Asimismo, algunas actividades humanas de poco impacto pueden repercutir en los ecosistemas y activar la capacidad de resistencia; entre éstas se encuentra la extracción selectiva de especies vegetales, la caza, etc.

La pérdida de la resiliencia de un ecosistema desencadena procesos de degradación en el mismo. Esta pérdida puede deberse a muchas causas; la mayoría está más relacionada con las actividades humanas. Entre éstas las más frecuentes son:

- El avance de la agricultura sobre áreas boscosas y la explotación inadecuada de las mismas contribuyen a la degradación de los ecosistemas. Más tierras están siendo deforestadas para la agricultura y la ganadería comercial. En nuestro país, la expansión de la frontera agrícola sobre suelos con menor aptitud agrícola que los de la región pampeana, está eliminando la mayor parte de los bosques chaqueños, principalmente en las provincias del norte.
- Las quemadas de pastizales no controladas que, en general, en nuestro país son realizadas para incentivar y adelantar el rebrote en pastizales naturales; con el agravante que la mayoría de los casos ocurre en la temporada seca (salida del invierno) y en zonas de montaña con alta inestabilidad ecosistémica. Cuando esta práctica es recurrente, se disminuye considerablemente la cobertura vegetal y se elimina la cubierta orgánica del suelo, haciéndolo más susceptible a la erosión, tanto eólica como hídrica.
- La ganadería extensiva, ya sea de ganado mayor o ganado menor. La ganadería extensiva y sin control de la carga animal produce daño por eliminación de las especies de mayor valor forrajero y la invasión de las especies indeseables; por ramoneo de los renuevos en árboles y arbustos; descortezamiento de los árboles de más edad; por disminución del banco de semillas, por granivoría en especies con frutos palatables, pero especialmente porque los árboles dañados producen menos semilla. El resultado es un bosque deteriorado, con árboles deformados, de bajo rendimiento y con compactación del suelo por pisoteo, y, en el caso de pastizales, la arbustificación y la desprotección del suelo, aumentando las aéreas erodables del mismo. Todo esto atenta contra las posibilidades de regeneración de un bosque explotable o de un pastizal productivo.
- La explotación forestal. En general, la explotación forestal en los bosques naturales se realiza de manera selectiva; en primer lugar, se extraen los mejores árboles de la especie deseada. Luego, se extraen los árboles de menor porte. Cuando se acaba la especie elegida en primera instancia, se sigue con otras, volviendo a los lugares ya explotados. Este sistema causa un gran deterioro físico, biótico y social. La estructura del bosque también se modifica por el desmonte para los caminos de entrada de la maquinaria y salida del producto, o la instalación de aserraderos móviles. En definitiva, La calidad biótica del

sistema forestal disminuye porque quedan como portasemillas los árboles más viejos y enfermos, efectuándose una selección negativa. Además, se producen reducciones poblacionales y hasta extinciones locales de aquellas especies vegetales y animales que pierden el hábitat. En síntesis, el resultado es la conversión de un bosque productivo en un peladar.

- Sustitución del bosque nativo por bosques cultivados de crecimiento rápido. La plantación de especies de crecimiento rápido se hace sobre desmontes. Este proceso conlleva a una disminución del patrimonio genético forestal. La silvicultura para la obtención de pasta y papel tiene un desarrollo tan tecnificado como la agricultura continua. Por otro lado, los sistemas de control de incendios son inadecuados, y el explosivo desarrollo de grandes superficies de coníferas plantadas sin adecuados guardafuegos y sistemas de prevención, son el problema ambiental más grave.
- La construcción de caminos sin medidas adecuadas de drenaje o en territorios que propicien la penetración y el asentamiento de pobladores, significan factores altamente tensionantes a los ecosistemas, sobre todo aquellos que por sus condiciones de clima y características de suelos y aguas son sumamente frágiles.
- La minería y la extracción de materiales para la construcción sin tener en cuenta medidas de mitigación, ocasionan un fuerte impacto negativo en el paisaje natural, degradando a su vez valiosos ecosistemas.

Todas las acciones sobre los ecosistemas naturales han ignorado las múltiples funciones que estos cumplen, entre las cuales las más importantes son las de fuentes de biodiversidad y regulación de los regímenes hidrológicos.

El fenómeno crítico de las inundaciones, en prácticamente todas las regiones del país, cobra una dimensión inusitada por el movimiento de material del suelo desde las nacientes de cuenca hasta el área de recolección del agua. La causa de estos fenómenos es la desprotección del suelo por desmonte y el sobre pastoreo del ganado en las áreas de cumbre; la pérdida acelerada de la capacidad de infiltración de los suelos compactados por distintos procesos de formación de piso de arado, compactación difusa por maquinaria, sobre pisoteo vacuno y por disminución del espesor de la capa arable,

contribuyen a empeorar la situación. La compactación e impermeabilización de los suelos empeoran gradualmente el problema porque, en las zonas donde no hay drenaje natural, la única salida del agua acumulada es por evaporación, prolongando su permanencia. La agricultura permanente empeora las condiciones físicas del suelo e incrementa los riesgos de inundaciones. En la práctica, hay una tendencia creciente a que los efectos de las inundaciones sean cada vez más catastróficos, porque las cubetas de evaporación se van colmatando, la capacidad de infiltración de los suelos disminuye gradualmente y las vías de escurrimiento van perdiendo capacidad de flujo. Las lluvias excesivas no son manejables, pero los daños antropogénicos podrían minimizarse con un manejo inteligente, que evitara o mitigara los impactos negativos de las actividades productivas.

Todas las causas anteriormente mencionadas desencadenan procesos erosivos que acentúan aún más los procesos de degradación de los ecosistemas naturales.

## **EROSIÓN**

El relieve, las geoformas, de la superficie de la tierra es el resultado de la acción combinada de procesos de desgaste por los agentes dinámicos de la atmósfera y la acción de fuerzas internas de la tierra, que producen sobre la corteza plegamientos y empujes, originando las cadenas montañosas y los continentes. Mientras que unos y otros tienen relación con la acción y mecanismos climatológicos y geológicos, es de reconocer la importancia que tienen los agentes dinámicos de la atmósfera sobre el modelado de las formas, alteración de las rocas, suelos y procesos de transporte. Uno de los procesos de desgaste natural es la erosión.

**La erosión es el proceso de desgaste natural que sufre la roca madre, que forma el suelo, como consecuencia de procesos geológicos exógenos como ser las corrientes de agua o hielo glacial, los vientos, los cambios de temperatura.**

Todo proceso erosivo se cumple en tres fases: el arranque de partículas, el transporte y la sedimentación. No hay erosión si no se producen las tres fases. Después de que la roca o

suelo ha sido alterado, actúan los agentes dinámicos para poner en movimiento las partículas y fragmentos y transportarlas. Los agentes involucrados en la erosión son el agua (erosión hídrica) y el viento (erosión eólica); por lo general, los dos agentes actúan en forma combinada.

Los dos procesos forman parte del ciclo natural de los ecosistemas y pueden considerarse como fenómenos geológicos o naturales. Es el efecto de la acción de un componente abiótico sobre otro elemento abiótico del ecosistema, el cual tiende a mantenerse en equilibrio. La erosión natural de las rocas y de los suelos lleva a los ríos sedimentos y nutrientes, mantiene el equilibrio sedimentario en los cauces y en las desembocaduras marítimas conforma espacios muy fértiles como son los deltas o las llanuras aluviales.

La degradación de los ecosistemas provocada por las actividades humanas acelera los procesos erosivos geológicos y lleva hacia una erosión acelerada y generalizada de los suelos que han sido desprovistos de la cubierta vegetal.

**Erosión o degradación de los suelos es la pérdida de la capa superior del mismo, principalmente por factores como las corrientes de agua y de aire, en particular en terrenos secos y sin vegetación.**

La erosión del suelo puede ser activada por las actividades humanas o por acontecimientos naturales extremos, originando un estado de erosión acelerada, que transporta el suelo a un ritmo mucho más rápido que aquel al que puede ser formado. La erosión de los suelos está relacionada con la **desertificación** del territorio. Se produce, en consecuencia, alteración y degradación la vegetación, alteración de los flujos hídricos, de la fauna, etc. Las tasas de erosión geológica son sostenibles, pero las tasas de la erosión acelerada no permiten la regeneración de los suelos.

**Erosión eólica:** se define como el desprendimiento y arrastre de las partículas del suelo ocasionado por el viento. El viento es un eficiente agente de erosión y de transporte, y su acción, particularmente en zonas de climas áridos, semiáridos y desérticos, es responsable del transporte y deposición de sedimentos en grandes volúmenes, dando origen a un paisaje eólico típico.

La erosión eólica se ejerce mediante dos procesos: **abrasión y deflación**. La **abrasión eólica** o **corrosión** se produce cuando el viento arrastra arena y polvo, como elemento cortante, contra las rocas y el suelo, desprendiendo partículas de los mismos. La **deflación** se produce cuando las partículas sueltas que se hallan sobre la superficie del suelo son arrastradas o levantadas por el aire; este proceso actúa donde la superficie del terreno está completamente seca y recubierta de pequeñas partículas sueltas procedentes de la meteorización de la roca y depositadas por el agua en movimiento, el hielo, las olas, etc. Dependiendo de su velocidad, el viento puede transportar desde partículas finas (limo, arcillas) hasta arena gruesa (requiere vientos de más de 36 km/h) y depositarlas muy cerca de su origen o transportarlas de cientos a miles de kilómetros.

Los principales factores que influyen en la erosión eólica son:

- **Clima.** Los factores climáticos (precipitación, temperatura, humedad atmosférica y vientos) tienen una influencia central en la generación y desarrollo de los procesos de erosión eólica. A mayores precipitaciones y contenidos de humedad, el suelo es más resistente a las voladuras; mientras que las elevadas temperaturas, la baja humedad del aire y los vientos fuertes aumentan la evapotranspiración, acelerando la pérdida del agua edáfica. No obstante, las pérdidas de suelo también están directamente relacionadas con las precipitaciones, en parte por el poder de desprendimiento del impacto de las gotas al golpear el suelo y, en parte, por la contribución de la lluvia a la escorrentía.
- **Características del suelo.** La erodabilidad del suelo está relacionada con la estructura y la textura. Los suelos de textura gruesa son más susceptibles a erosionarse y menos propensos a formar estructuras estables. Es, asimismo, importante la rugosidad de la superficie; al aumentar ésta, se reduce la velocidad del viento y, por lo tanto, disminuye la posibilidad de traslación de las partículas del suelo.
- **Exposición a la acción eólica.** Las exposiciones prominentes del relieve, en general, se encuentran considerablemente más expuestas a la acción del viento, respecto de los ambientes planos o plano - cóncavos, naturalmente protegidos.

- **Vegetación.** Es uno de los factores más importantes de protección contra la acción del viento. La vegetación actúa como una capa protectora o amortiguadora entre la atmósfera y el suelo. Los componentes aéreos de la vegetación, como hojas y tallos, absorben parte de la energía de las gotas de lluvia, del agua en movimiento, y disminuyen la velocidad del viento, de modo que su efecto erodante del viento o la lluvia es menor que si actuaran directamente sobre el suelo. Los componentes subterráneos, como los sistemas radiculares, contribuyen a la retención del suelo.

**Erosión hídrica:** Es el proceso de remoción del suelo, principalmente la capa superficial del mismo, por la acción del agua. El agua ejerce su fuerza de arrastre sobre la superficie del suelo, arrancando partículas de material mineral cuyo tamaño varía desde la fina arcilla hasta la arena gruesa o grava, dependiendo este hecho de la velocidad de la corriente y del grado en que las partículas estén unidas por las raíces de las plantas o mantenidas bajo un manto de hojas caídas.

La erosión se inicia con el impacto de gotas de lluvia sobre el suelo desnudo. La energía del impacto de las gotas de lluvia disgrega el suelo en partículas muy pequeñas que, disueltas en el agua, obstruyen los poros, provocando el sellado superficial de los mismos, impidiendo así la rápida infiltración del agua. Las gotas de lluvias que caen sobre una superficie sin protección vegetal, son agentes de erosión notablemente efectivos. Las mediciones han demostrado que pueden mover hasta 250 toneladas de material por hectárea, simplemente por medio de la salpicadura. En zonas con pendientes más o menos pronunciadas, el material arrastrado por el agua es transportado hacia niveles inferiores, disminuyendo la capacidad de infiltración de los suelos, debido a que poros del suelo quedan taponadas por las partículas removidas por las gotas de lluvia. Por otro lado, cuando el suelo se encuentra cubierto con plantas o residuos de las mismas, la masa vegetal disminuye la velocidad de caída de las gotas de lluvia, las cuales se escurren lentamente hasta la superficie del suelo, donde infiltran rápidamente.

El secado del sellamiento superficial del suelo provoca el encostramiento de los mismos. El encostramiento puede dificultar y hasta impedir la germinación y emergencia de semillas. Este fenómeno se da fundamentalmente en suelos desnudos.

La erosión hídrica es directamente proporcional al volumen y a la intensidad de la precipitación y al grado de las pendientes, pero inversamente proporcional a la capacidad de infiltración del suelo y a la resistencia que opone la superficie. Obviamente, cuanto mayor es la pendiente del terreno, mayor es la velocidad de flujo y más intensa es la erosión.

Cuando los suelos superficiales son removidos para urbanismo y/o cualquier otra actividad que el hombre proyecte (cultivos, ganadería, apertura de caminos, etc), entre todos los efectos que conllevan estas acciones, el de la escorrentía superficial determina condiciones críticas de estabilidad en el sistema. Estos estados de inestabilidad se hacen gradualmente o rápidamente más críticos con el tiempo, bajo la acción de eventos adversos hidrológicos - meteorológicos (lluvias, desecación, cambios en el drenaje, etc.), pudiendo alcanzar estados irreversibles de difícil y costoso control.

Los diversos **síntomas** y **consecuencias** que acompañan a la erosión hídrica del suelo, según el grado de la erosión, se pueden clasificar de la manera siguiente:

- **Erosión laminar o superficial.** Es el inicio del proceso erosivo. Ocurre por la eliminación de las capas superficiales del suelo que cubren un área de terreno de cierta extensión, causada principalmente por precipitaciones fuertes sobre suelos parcial o totalmente expuestos.
- **Erosión en surcos.** En este tipo de erosión, el aumento del escurrimiento superficial hace que se formen surcos, pudiendo, incluso, abrir surcos profundos. La consecuencia es el agrietamiento y la fracturación del terreno. La erosión en surcos es una forma aguda de la erosión laminar.
- **Erosión en cárcavas.** Este tipo de erosión aumenta y profundiza el tamaño de los surcos; se da especialmente en corrientes, en suelos con pendientes. Puede profundizar el lecho de las mismas cárcavas y causar erosión profunda, erosión lateral y de las orillas, así como alteraciones en el curso de las aguas. Asimismo,

puede tener efectos sobre el caudal de los cursos de agua de una cuenca y las aguas subterráneas.

- **Caída y deslizamiento de elementos terrosos.** Este tipo de erosión es causado por efecto de la gravedad y puede producir daños ecológicos e infraestructurales. Los suelos desprotegidos que asientan sobre la roca madre o estructuras geológicas impermeables son susceptibles de deslizamiento cuando es removida la vegetación que la protege.

## DESERTIFICACIÓN

La disminución significativa, o la eliminación de la vegetación, que ejerce un efecto protector sobre el suelo, es causa del desencadenamiento de la erosión de los suelos. El proceso de degradación es un proceso iterativo. Una vez desencadenado el mismo, es necesario poner en marcha técnicas de manejo para mitigar y/o revertir el mismo. El esquema siguiente sintetiza el proceso de degradación producido por la erosión eólica.

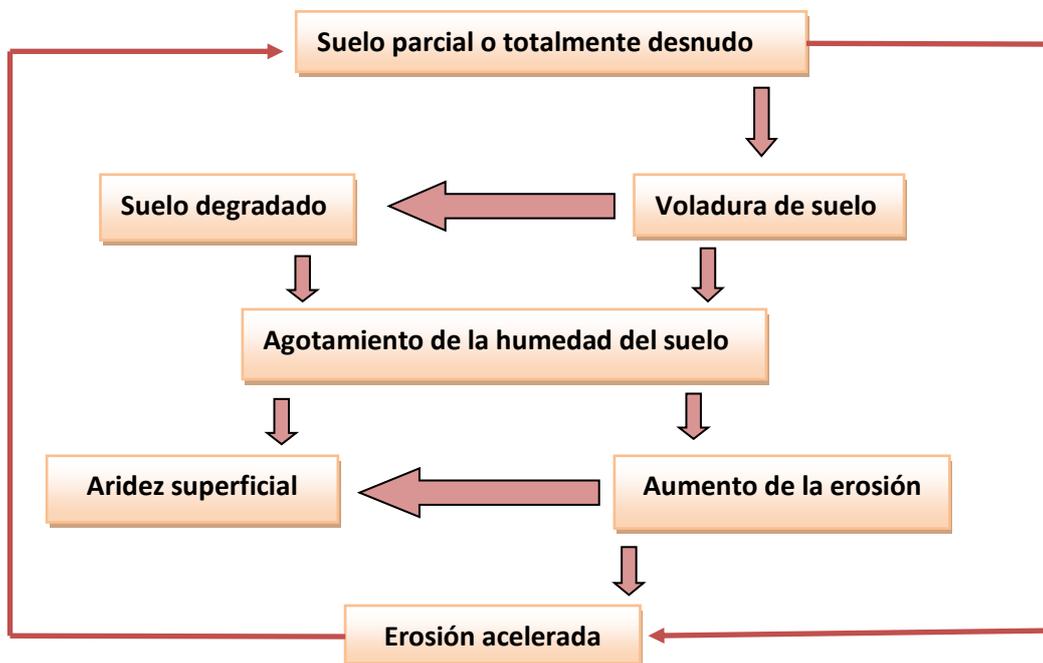


Gráfico N° 2: Esquema del proceso de erosión del suelo

El desarrollo de la erosión de los suelos, hídrica o eólica, más generalmente ambos tipos de erosión, se sinergizan, y pone en marcha el proceso de desertificación. La

Conferencia de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y Desarrollo definió a la desertificación como **“la degradación de la tierra en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, derivadas fundamentalmente de las variaciones climáticas y las actividades humanas”**.

Como se dijo anteriormente, la desertificación se produce principalmente por la desaparición de la cubierta vegetal que retiene y mantiene la capa fértil del suelo. Las causas fundamentales son la tala de árboles y arbustos por su valor maderero, uso como combustible o para habilitar tierras para cultivos. El sobrepastoreo, o la excesiva carga ganadera, también impiden la regeneración de las plantas, al ritmo que son consumidas por los animales, y con sus pisadas compactan la capa superior del suelo. La agricultura intensiva, que agota los nutrientes del suelo, rompe su estructura original, haciéndolo más vulnerable a los factores climáticos. El viento y el agua se encargan del resto. El arrastre de la capa superficial de suelo fértil deja atrás tierras improductivas. La persistencia de esta combinación de factores acaba por convertir las tierras degradadas en desiertos.

La desertificación implica el empobrecimiento y degradación de los ecosistemas terrestres por sobreexplotación, uso y gestión inapropiados en territorios fragilizados por las sequías y la aridez. La desertificación es, a la vez, una crisis climática y socioeconómica que desencadena nuevos mecanismos de degradación ambiental que dificulta o impide el uso y la conservación sostenible de los recursos naturales; la desertificación es un proceso de simplificación ecológica, porque genera aridez.

### **PROCESOS DE LA DESERTIFICACIÓN**

El proceso de desertificación comprende no sólo los factores del **proceso propiamente dicho**, sino también **factores condicionantes, factores causales y factores de impacto**.

**Los factores del proceso en sí mismo** se pueden dividir en procesos primarios y procesos secundarios. Los procesos primarios son llamados así porque sus efectos son los desencadenantes y, consecuentemente, tienen un impacto muy significativo sobre la producción de la tierra; estos son:

- Degradación de la cubierta vegetal.
- Erosión hídrica.
- Erosión eólica.
- Reducción de la materia orgánica del suelo.

Los procesos secundarios se derivan de los primarios, y son:

- Encostramiento del suelo.
- Compactación del suelo.
- Acumulación de sustancias tóxicas para animales y plantas.

**Los factores condicionantes del proceso** de desertificación se dividen en naturales y antrópicos. Los condicionantes naturales son los que conforman las distintas partes del ecosistema; estos son:

- Características climáticas.
- Características geomorfológicas.
- Características pedológicas.
- Características fitogeográficas.
- Características hidrológicas.

La mayor o menor resiliencia del ecosistema está dada por estos factores condicionantes; en líneas generales, los ecosistemas de zonas áridas presentan un menor grado de resiliencia que los de zona húmedas, como una consecuencia de la mayor complejidad de los ecosistemas húmedos.

Los factores condicionantes antrópicos, la socioestructura y la tecnoestructura, se producen, generalmente, a raíz de sistemas de uso inadecuado o mal manejo de los recursos naturales. Un ejemplo son los sistemas ganaderos extensivos sin control de la carga animal, la labranza de suelos con tecnología no apropiada, los monocultivos, etc. También corresponde citar factores condicionantes del ámbito político, como la inexistencia del concepto de planificación y uso del espacio de la tierra, escasa reglamentación y, si la hay, mala aplicación de la misma para la protección de los recursos.

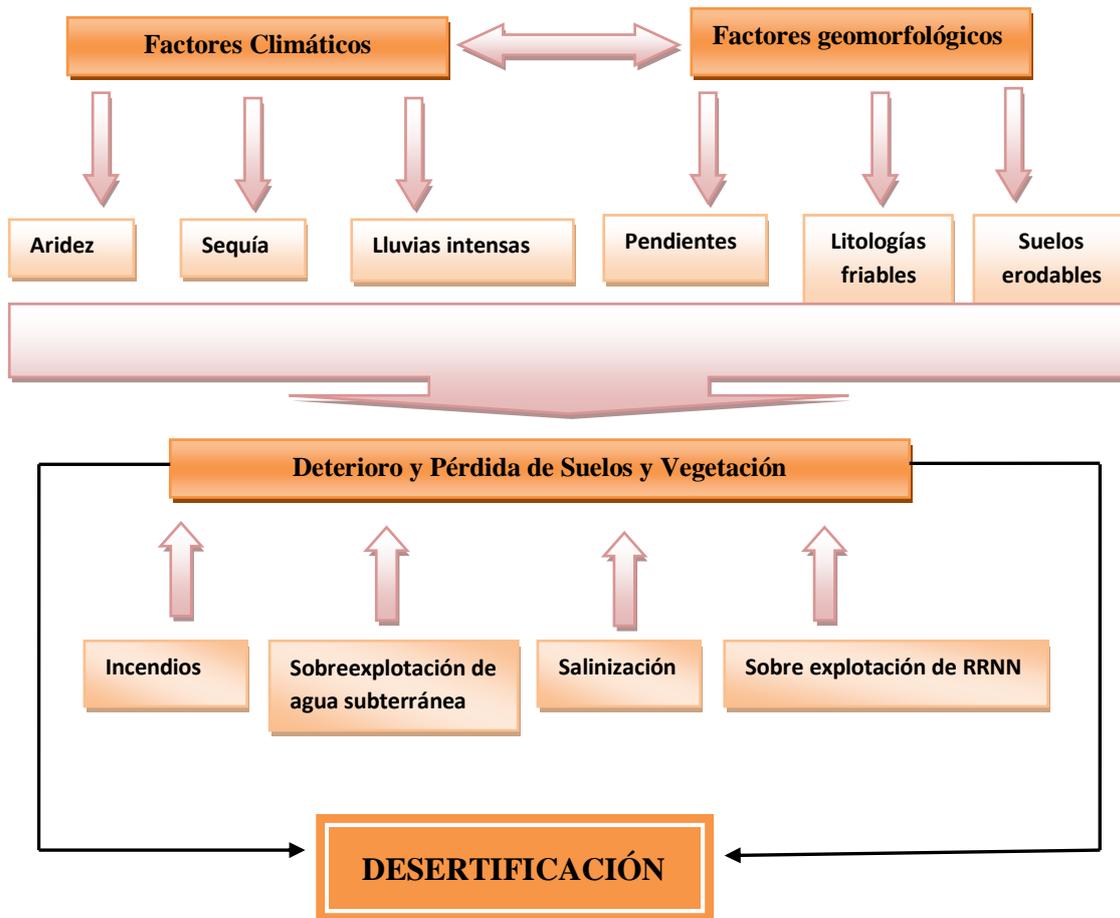
Los factores causales son los mismos factores que desencadenan los procesos de erosión de suelo o desertificación, por ejemplo:

- Sobre pastoreo y pisoteo.
- Explotación minera de bosques.
- Mal uso del fuego.
- Agricultura sin tecnología apropiada, etc.

Los factores causales del ámbito social se derivan, al menos parcialmente, del tipo de tenencia de la tierra, minifundios, de la debilidad de los capitales y/o la escasa asociación de productores. Esto deriva frecuentemente en un manejo deficiente de los recursos, y como consecuencia de ello, resultan la migración, el empobrecimiento de pequeños y medianos productores y una degradación de las condiciones socioeconómicas y culturales de la región.

**Las consecuencias o factores de impacto** se hallan relacionados con la degradación del paisaje respecto a la situación inicial en condiciones naturales o casi naturales del ecosistema. Ejemplo de esto es la destrucción más o menos pronunciada de la vegetación y del suelo, disminución o pérdida de la productividad del suelo, acentuación de la aridez, mayor torrencialidad en los cursos de agua, etc.

En el gráfico siguiente se esquematiza el proceso de desertificación teniendo en cuenta las condiciones climáticas y geomorfológicas del ecosistema, así como la presión de las actividades humanas sobre los recursos naturales renovables:



**Gráfico N° 3: Síntesis del proceso de desertificación**

Tanto los factores condicionantes, como los causales del proceso y los del impacto, se refuerzan sinérgicamente en el proceso de desertificación, constituyendo la magnitud y dinámica de la desertificación.

Se puede establecer una serie de indicadores para visibilizar la desertificación. Éstos pueden ser agrupados en el ámbito social y natural, de acuerdo al tipo de proceso. Los correspondientes a los factores condicionantes como, por ejemplo, el clima árido, es la presencia de pavimentos de desierto o pavimentos de erosión. Los relacionados con factores del proceso son modificaciones en la composición florística y faunística, decapitación de perfiles de suelo, exposición de raíces, acumulación de arena en la base de árboles y arbustos, médanos o dunas, montículos, surcos, cárcavas, etc.

Los correspondientes a los factores causales serían el sobre pastoreo en el extremo grado del uso de especies forrajeras hasta la desaparición de las mismas del sistema. Los indicadores sociales, respecto a los factores consecuentes, pueden ser índices de migración interna, índice de distribución de hombres y mujeres, así como grupos de edades en la población. Otros indicadores son los índices de empobrecimiento, abandono de establecimientos e índices específicos en el área de salud y educación.

El proceso de desertificación se evalúa en base a tres criterios: estado actual, velocidad (dinámica) y riesgo; y para cada uno de estos criterios se consideran cuatro clases de desertificación: leve, mediana, grave y severa.

Para evaluar el grado o severidad de la desertificación suele utilizarse un sistema de indicadores siguiendo un esquema propuesto por la FAO (FAO, 1984), el que debe ser modificado teniendo en cuenta las condiciones locales. El uso de la matriz permite una evaluación objetiva al reducir los factores subjetivos de los observadores y garantiza, además, la comparación de datos de campo procedentes de zonas heterogéneas.

A modo de ejemplo, se incluye la matriz utilizada para la evaluación del estado de la desertificación en áreas representativas de la Patagonia (Cooperación Técnica Argentino – Alemana, 1995)

<b>DEGRADACIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL</b>	<b>LEVE</b>	<b>MEDIA</b>	<b>GRAVE</b>	<b>SEVERA</b>
% de cobertura de especies perennes	-50	50 - 20	19 – 0.5	-0.5
% de cobertura de especies de forrajeras	+ 30	30 - 10	0.9 – 0.5	- 0.5
Cambio florístico	Leve	Media	Grave	Severa
Deformación de arbustos por ramoneo	Leve	Media	Grave	Severa

<b>DEGRADACIÓN DEL SUELO POR EROSIÓN HÍDRICA</b>				
Tipo de Erosión	Laminar incipiente	Laminar y surcos	Surcos y cárcavas	Cárcavas Profundas
Profundidad e intervalo entre surcos de erosión	Prof. + 2 cm Intervalos 3 m	Prof. 2 – 15 cm Intervalos 3 m	Prof. 2 – 15 cm Intervalos de 1.5 – 3 m	Surcos en intervalos menores a 1,5 m
Profundidad de cárcavas (m)	-1.5	1.5 - 3	3 - 10	+ 10
Superficie afectada (%)	-10	10 - 25	25- 50	+ 50
Subsuelo expuesto (%)	-10	10 - 25	25- 50	+ 50
Desnivel de montículos (cm)	-10	10 – 30	30 – 60	+ 60
Pavimento de erosión - costras (%)	-10	10 – 30	30 – 60	+ 50
Encostramiento (%)	-10	10 – 30	30 – 60	+ 50

Plantas en pedestal	Leve	Media	Grave	Severa
---------------------	------	-------	-------	--------

DEGRADACIÓN DEL SUELO POR EROSIÓN EÓLICA				
Tipo de Erosión	Ligera acumulación de suelo (2cm)	Montículos	Acumulación y deflación	Peladares, médanos
Desnivel de montículos (cm)	-10	10-30	30-60	+60
Pavimento de erosión (%)	-10	10-25	25-40	+40
Superficie con montículos (%)	-10	10-25	25-40	+40

Los indicadores, para evaluar el grado de desertificación, deben ser realizados teniendo en cuenta las características biofísicas locales de los sistemas involucrados.

### Bibliografía

- **Cooperación Técnica Argentino – Alemana (1995):** Lucha contra la desertificación en la Patagonia. Informe final de la fase I. INTA – GTZ.
- **Lavell, A. (1996):** Degradación ambiental, riesgo y desastre urbano. Problemas y conceptos: hacia la definición de una Agenda de investigación. En: Fernández. M. A 1996, Ed. Ciudades en Riesgo Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres. Red de Estudios Sociales en prevención de desastres en América Latina.
- **Rodríguez Bolaños, A.; Castrillón Cardona, W.F.; Torres Palacios, S. C. (2013):** La degradación ambiental un factor de riesgo. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
- **Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S. y Mosseler, A. (2009):** Forest resilience, biodiversity, and climate change: a synthesis of the biodiversity, resilience, stability relationship in forest ecosystems. Technical Series No. 43. Montreal, Canadá, Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica.
- **Thompson, I. (2011):** Biodiversidad, umbrales ecosistémicos, resiliencia y degradación forestal. Unasylva 238, Vol. 62, 2011/2.
- **Vázquez Yanez, Carlos, Orozco Segovia, Alma:** La Destrucción de la Naturaleza.  
<http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/083/htm/destruc.c.htm>