Centro de Estudios de Postgrado

Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

TRABAJO FIN DE MASTER

LA EROSIÓN: UNA CATÁSTROFE SILENCIOSA

Alumno/a: Ana María Sánchez Martínez de Pisón

Tutor/a: Mario Sánchez Gómez

Dpto: Geología

RESUMEN

La finalidad de este trabajo del Máster Universitario en Formación del Profesorado es concienciar al alumnado sobre el problema de la erosión, centrándonos de forma general en nuestro país España, pero de forma más concreta en la provincia de Jaén. Para ello hemos diseñado una unidad didáctica llamada “La erosión una catástrofe silenciosa”, con el objetivo de facilitar al alumnado una serie de conceptos que les acerque a su entorno y les permita hacer su propia valoración sobre cual es la repercusión de este problema en la sociedad, y como afecta de forma directa e indirecta en el medio ambiente y la salud de las personas. Creando así en el alumnado la concienciación sobre la necesidad de protección y usos del suelo.

La unidad didáctica se ha dividido en 6 sesiones destinadas al grupo de 3º ESO, para trabajar de forma práctica y teórica los objetivos propuestos en nuestra unidad, facilitando de esta forma la asimilación de los contenidos y competencias clave relacionados con el tema a tratar. De esta forma, se pretende acercar al alumnado al conocimiento de la acción del mecanismo de los factores que causan la erosión, y los impactos ambientales producidos por un uso excesivo del suelo, dando a conocer los factores que influyen en los procesos erosivos, el problema de la erosión hídrica en los suelos, de la desertificación, y la contaminación de suelos por escorrentía de sedimentos. Todo ello, a través de las diferentes actividades propuestas que realizaremos dentro y fuera del aula, una de ellas de forma coordinada con otra asignatura. En resumen actividades motivadoras que atraigan la atención del alumno.

Palabras clave: Erosión, degradación, erosión hídrica, contaminación, Desertificación, Biología y Geología, Unidad didáctica.

ABSTRACT

The purpose of this work of the University Master's Degree in Teacher Training is to make students aware of the problem of erosion, focusing in a general way in our country Spain, but more specifically in the province of Jaén. For this we have designed a didactic unit called "Erosion a silent catastrophe", with the aim of providing students

with a series of concepts that brings them closer to their environment and allows them to make their own assessment of what is the impact of this problem on the society, and how it directly and indirectly affects the environment and people's health. Creating in this way awareness about the need for protection and land use.

The didactic unit has been divided into 6 sessions for the 3rd ESO group, to work in a practical and theoretical way the objectives proposed in our unit, thus facilitating the assimilation of the content and key competences related to the subject to be discussed. In this way, it is intended to bring students closer to the knowledge of the action of the mechanism of the factors that cause erosion, and the environmental impacts produced by excessive use of the soil, making known the factors that influence erosive processes, the problem water erosion in soils, desertification, and soil contamination by sediment runoff. In addition, through the different proposed activities that we will carry out inside and outside the classroom, one of them in coordination with another subject. In short, motivating activities that attract the student's attention.

Keywords: Erosion, degradation, water erosion, pollution, Desertification, Biology and Geology, Didactic unit.

INDICE

1. **INTRODUCCIÓN**
2. **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**
   - **2.1** Concepto de suelo.
   - **2.2** Procesos de formación de un suelo y sus componentes Físicos.
   - **2.3** El suelo y su manejo: El caso del Olivar
   - **2.4** Agentes erosivos externos y sus formas erosivas.
   - **2.5** El problema de las Cárcavas en el Olivar.
   - **2.6** La erosión en España: La lucha contra la desertificación.
   - **2.7** Medidas de control frente a la erosión

2.8 Degradación y contaminación del suelo: efectos sobre la salud de la población.

3. UNIDAD DIDÁCTICA

3.1 Justificación

3.2 Contextualización

3.3 Elementos curriculares

3.3.1 Objetivos didácticos

3.3.2 Competencias básicas

3.3.3 Contenidos

3.3.4 Metodología

3.3.5 Evaluación

4. CONCLUSIÓN

5. BIBLIOGRAFÍA.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Procesos de formación de un suelo.	**Pag.9**
Figura 2	Horizontes del suelo	**Pag.10**
Figura 3	Corte de terreno donde se observan horizontes del suelo.	**Pag.11**
Figura 4	Gráfico de la textura del suelo según la granulometría.	**Pag.12**
Figura 5	Vegetación inerte y vegetación del propio terreno	**Pag. 16**
Figura 6	Suelo erosionado por el viento	**Pag. 18**
Figura 7	Alveolos generados por erosión eólica por impacto de arena	**Pag. 18**
Figura 8	El Tormo alto ciudad encantada de cuenca	**Pag.19**
Figura 9	Arco Playa de las Catedrales	**Pag.19**
Figura 10	Túnel Costa del Algarve (Portugal)	**Pag. 20**

Figura 11	Pleamar y Bajamar Santa Comba	**Pag.20**
Figura 12	Corrosión Andamio	**Pag.20**
Figura 13	Flores Acantilados de Moher (Irlanda)	**Pag.21**
Figura 14	Formación de Surcos	**Pag.22**
Figura 15	Formación de surcos por escorrentía en olivar	**Pag.23**
Figura 16	Formación de regueros en suelos de olivar. Camino viejo Torredelcampo	**Pag.24**
Figura 17	Cárcavas al comienzo de un olivar	**Pag.24**
Figura 18	Cárcavas ocasionadas en el olivar tras una tormenta primavera 2011	**Pag.26**
Figura 19	Raíz al descubierto por erosión	**Pag.27**
Figura 20	Temperatura y grado de humedad del suelo	**Pag.30**
Figura 21	Cárcava formada tras intensas lluvias en abril de 2018.	**Pag.32**
Figura 22	Cortafuegos en ruinas de valcrespo	**Pag.35**
Figura 23	Cultivo de olivar en sequía	**Pag.36**
Figura 24	Inventario Nacional de erosión 2016	**Pag.37**
Figura 25	Control de erosión en lindes de suelos cultivados	**Pag.38**
Figura 26	Construcción de una escollera para retención del terreno	**Pag.39**
Figura 27	Barrera cortavientos	**Pag.39**
Figura 28	Muro de contención de piedra	**Pag.42**
Figura 29	Situación Geográfica del centro	**Pag.48**
Figura 30	Khoot 2.0	**Pag.66**

Figura 31	Gráfica criterios de evaluación	**Pag.71**

INDICE DE TABLAS

Tabla 1	Partículas según su tamaño de grano	**Pag.9**
Tabla 2	Propiedades según la textura del suelo	**Pag.14**
Tabla 3	Profundidad y área en proporción a la clase.	**Pag.26**
Tabla 4	Términos municipales que presentan erosión por cárcavas	**Pag.31**
Tabla 5	Intervalos de pendientes en la provincia de Jaén	**Pag.58**
Tabla 6	Contenidos relevantes para el alumnado	**Pag.59**
Tabla 7	Temporalización de actividades	**Pag.63**
Tabla 8	Estándares de aprendizaje	**Pag.71**

1.INTRODUCCIÓN.

El problema de la erosión es un proceso natural lento, silencioso y contínuo que se produce en la superficie terrestre debido al efecto de los agentes geológicos externos. Aunque en su mayoría es acelerada de forma antrópica sobre todo en las zonas de cultivo, por el mal uso y manejo del suelo. De esta aceleración del proceso derivan otros muchos problemas como la pérdida de biodiversidad, la desertificación y contaminación de los suelos. La Tasa de erosión del suelo excede la tasa de formación del suelo lo que resulta en el agotamiento de los recursos del suelo y su productividad (Foster y Renard, 2002).

La Unidad está incluida en el temario actual de la asignatura de “Biología y Geología” de 3º de Educación Secundaria, aparecen entre los contenidos establecidos en el Real Decreto 1105/2014, de 14 de Junio, repartida en varios temas que tratan la geodinámica externa de la Tierra, dedicando diferentes apartados a cada uno de los

factores geológicos externos que realizan la erosión. Por un lado nombraremos los diferentes agentes erosivos, pero centrándonos más en la erosión hídrica y las consecuencias que tiene al encontrarse con suelos maltratados y desprovistos de vegetación, en la agricultura más representativa de la comunidad autónoma, de forma general y más en concreto en nuestra provincia.

Los suelos son fundamentales para la vida en la tierra, pero las presiones humanas están haciendo que llegue a límites críticos. Alcanzar una gestión sostenible, generará grandes beneficios al medio y a las comunidades (FAO Y GTIS, 2015). Por este motivo, esta unidad didáctica ha sido diseñada de tal forma que engloba todos esos enfoques que se le dan a este problema. En la que se pretende captar la atención del alumnado a través del descubrimiento, ya que se valorará el aprendizaje de procedimientos y actitudes científicas que el aprender o memorizar contenidos. En ella, adquirirán este aprendizaje científico. Ya que investigar requiere de la observación, lo van a realizar a partir de una serie de actividades cooperativas en parejas o grupos, clases seminarios en laboratorio y de una salida al campo, serán así capaces de valorar y reconocer los procesos geológicos dentro de su entorno, dándole la importancia que en realidad es el problema de la erosión, despertando su curiosidad al observar y reconocer este problema en su entorno, creando una conciencia que podrán trasmitir a otros sobre la utilización responsable de los usos del suelo.

2. FUNDAMENTACIÓN EPISTEMOLÓGICA.

2.1 CONCEPTO DE SUELO

"De todos los dones de la naturaleza, ninguno más indispensable para el hombre que la tierra. Esta mezcla compleja de material animal, vegetal y mineral, que cubre el núcleo rocoso del globo terrestre a profundidades diversas. Es uno de los cuatro elementos primarios indispensables para la vida. Junto con la luz solar, el aire y el agua, la tierra nutre la vida vegetal y sustenta a todos los seres vivientes. Sin ella, nuestro planeta sería tan estéril como la luna." (Anónimo, s/f) (texto citado en Waizel Bucay, 2006)

Si directamente ponemos en google el vocablo suelo, nos lo define como ¨ superficie de la corteza terrestre¨. Si buscamos en una enciclopedia lo define como ¨Acumulación de materia orgánica y partículas minerales que forman una capa superficial sobre grandes extensiones de la superficie terrestre, que aportan nutrición a las plantas y está habitado por numerosos microorganismos y animales¨

Gascó (2001) lo define como "un ente natural que se forma mediante procesos de alteración de los minerales meteorizables, evolución de las materias orgánicas humificables, estructuración de las partículas agregables y migración de algunos componentes finos o de iones desplazables. En definitiva, un medio vivo y dinámico, en el cual se libra un diálogo biológico complejo entre plantas, organismos y el medio mineral que los acoge.

La FAO lo define principalmente como medio natural para el crecimiento de las plantas. Aunque en uno de sus informes amplía su punto de vista y añade que el suelo es el producto final de la influencia del tiempo, combinado con el clima, topografía, organismos (flora, fauna y ser humano), y materiales parentales (rocas y minerales originarios). (FAO Y GITS, 2016).

Florez Serrano (2009), define el suelo como la capa más superficial de la corteza terrestre, donde se cierra el ciclo de la materia orgánica, siendo uno de los factores de producción más importantes.

Como podemos apreciar, la definición de suelo ha ido variando a lo largo de la historia, y ha creado controversia dependiendo de los diferentes puntos de vista, químicos, biológicos, geológicos, agrónomos etc. Aunque en su mayoría ha girado en torno a la agricultura, lo que en realidad debemos tener presente es que el suelo es la combinación de cinco ingredientes básicos: Roca fragmentada, materia orgánica, agua, gases atmosféricos, y comunidad de organismos vivientes: microorganismos, hongos, plantas y animales. Es un recurso natural de vital importancia, es frágil y puede deteriorarse rápidamente, por lo que debe ponerse especial cuidado en su uso. (Waizel Bucay, 2006).

2.2 PROCESOS DE FORMACIÓN DE UN SUELO Y SUS COMPONENTES FISICOS.

La edad del suelo la define el tiempo durante el que los distintos procesos formadores han ido actuando sobre él. A medida que avanza el tiempo empiezan a tener lugar procesos que afectan al suelo y que junto a la meteorización van definiendo las características del suelo resultante.(Waizel Bucay,2006)

La Roca madre presenta el estado inicial del sistema suelo. Por lo que el suelo se origina como resultado de la desintegración de la roca madre, determinado por el clima. El viento, el agua, la presión de la raíces etc.. continúan desintegrando la roca hasta reducirse en pequeñas partículas minerales que forman el suelo. Y que según su tamaño estas partículas se clasifican en grava, arena, limo y arcilla.

GRAVA	2 a 20mm
ARENA	0,05 a 2mm
LIMO	0,05 a 0,002mm
ARCILLA	0,002mm

Tabla 1 Partículas según su amaño de grano

Una vez que la roca queda fragmentada en pequeños fragmentos, y sales minerales se produce una colonización por seres vivos, los cuales durante su acción mezclan y aportan materia orgánica que componen el humus.

Los coloides procedentes de la mezcla de la roca madre y de la materia orgánica se encuentran en disolución en el agua del suelo. Estos tienen carga negativa y se unen a los minerales simples cargados positivamente: calcio, hierro, magnesio y aluminio. Y hacen posible que los coloides puedan unirse unos a otros formando partículas de mayor tamaño. Cuando los coloides se encuentran en ese estado, se dice que están floculados y forman el llamado complejo arcillo-húmico (Flórez Serrano, 2009)

Durante la fase de maduración, el complejo arcillo-húmico tiende a estabilizarse y el suelo queda constituido en diferentes capas u horizontes, diferenciables desde la superficie a la roca subyacente. Dependiendo del clima determinará su velocidad de crecimiento.

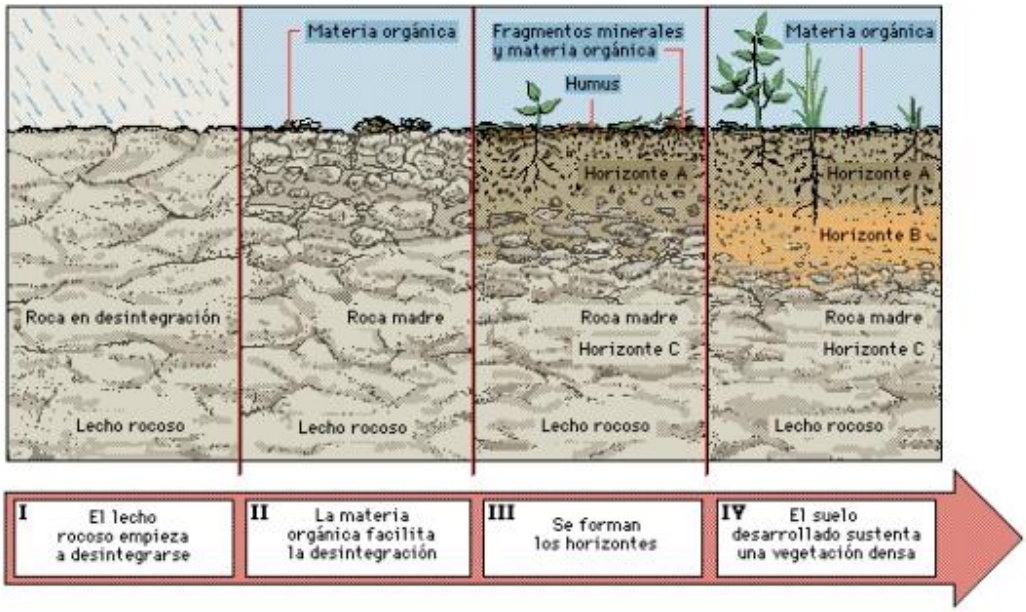

Figura 1: Proceso de formación del suelo. Fuente: Agricultura Ecológica.

La materia orgánica va disminuyendo con la profundidad mientras que la materia mineral lo hace a la inversa, a medida que nos acercamos a la superficie. El resultado de estos movimientos por solución y suspensión es una mezcla de los horizontes que hace que la separación entre ellos no sea drástica sino progresiva. Esto favorece la estabilización del suelo. (Flórez Serrano, 2009).

En un perfil edáfico se pueden apreciar hasta cinco horizontes, pero esto depende de varios factores uno de ellos es la edad, ya que en suelos más jóvenes los horizontes están menos diferenciados y existen menos horizontes.

Los diferentes horizontes se designan con letras mayúsculas que indican las unidades edafogénicas.

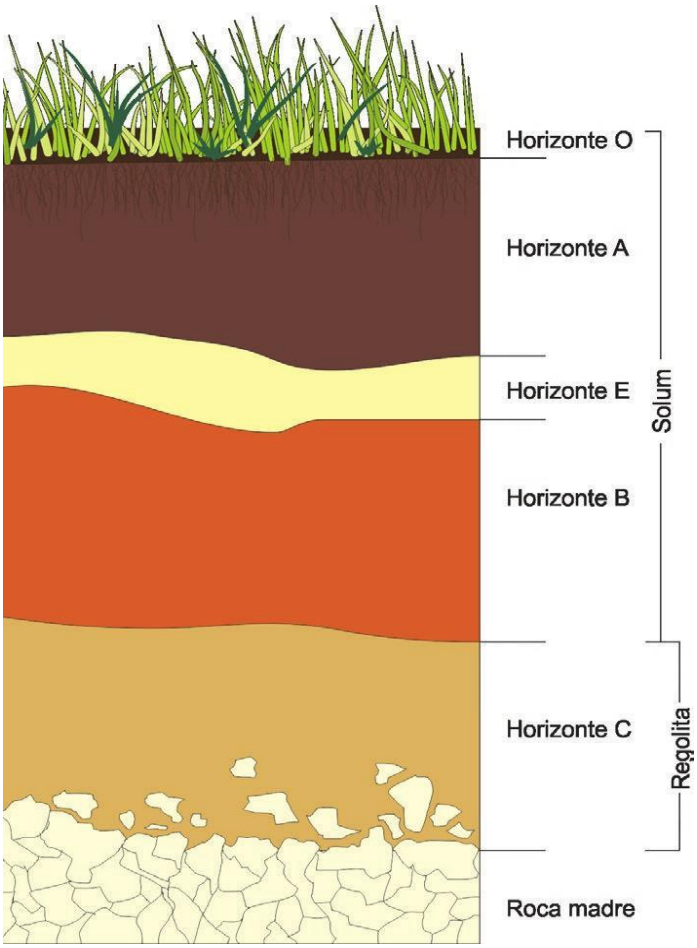

Figura.2: Horizontes del suelo.

Fuente: Revista Morfología del suelo.

- **Horizonte 0:** Es una fina capa formado por la materia orgánica poco descompuesta y de deposición (restos de animales y vegetales).
- **Horizonte A: Horizonte de lixiviación o lavado.** Predomina un color oscuro por la presencia abundante de materia orgánica. Rico en humus y pobre en minerales ya que la lluvia los arrastra hacia horizontes más inferiores.
- **Horizonte E: Eluviación. Horizonte de transición entre A y B.** Arrastre de coloides, sales solubles y micropartículas de una capa del suelo por la acción del flujo del agua. La arcilla y el hierro han sido la vados y predomina la arena y el limo, que forman el color característico de este horizonte. Es uno de los horizontes por el que se observa que la formación de la estructura de un suelo se realiza de forma progresiva.
- **Horizonte B: Horizonte de precipitación o acumulación.** En este horizonte predomina la parte mineral con la orgánica. Se acumulan las sales minerales

provenientes del horizonte A, se caracteriza por tener un color más claro, ya que posee más arcilla y menos materia orgánica. Es el horizonte de nutrición de las plantas.

- **Horizonte C: Horizonte de transición.** Parte puramente mineral. Fragmentos de roca madre rodeados de una matriz areno-arcillosa.
- **Horizonte D: Roca Madre.** Roca Base de la que procede el componente mineral del suelo.

Figura. 3: Corte en el terreno, donde se observa un suelo, que no se debe confundir con la estratificación también presente. Fuente: Elaboración propia.

La influencia del material originario sobre el suelo se percibe principalmente en el color, textura y estructura del mismo. Los componentes físicos del suelo determinan la consistencia, porosidad, color y disponibilidad de agua en el suelo. (Florez Serrano 2009).

Textura.

La textura es la proporción de las distintas partículas minerales que se encuentran en el suelo. Clasificadas según su tamaño de grano en: arenas, limo y arcillas.

La proporción de estas tres fases en un suelo ideal debería ser de: la mitad de sólidos y la parte restante ocupada por huecos los que a su vez estarían constituidos al 50% agua y el otro 50% gases (Waizel Bucay,2006). La textura es factor muy importante de las características del suelo como permeabilidad, aireación, capacidad para retener nutrientes etc…

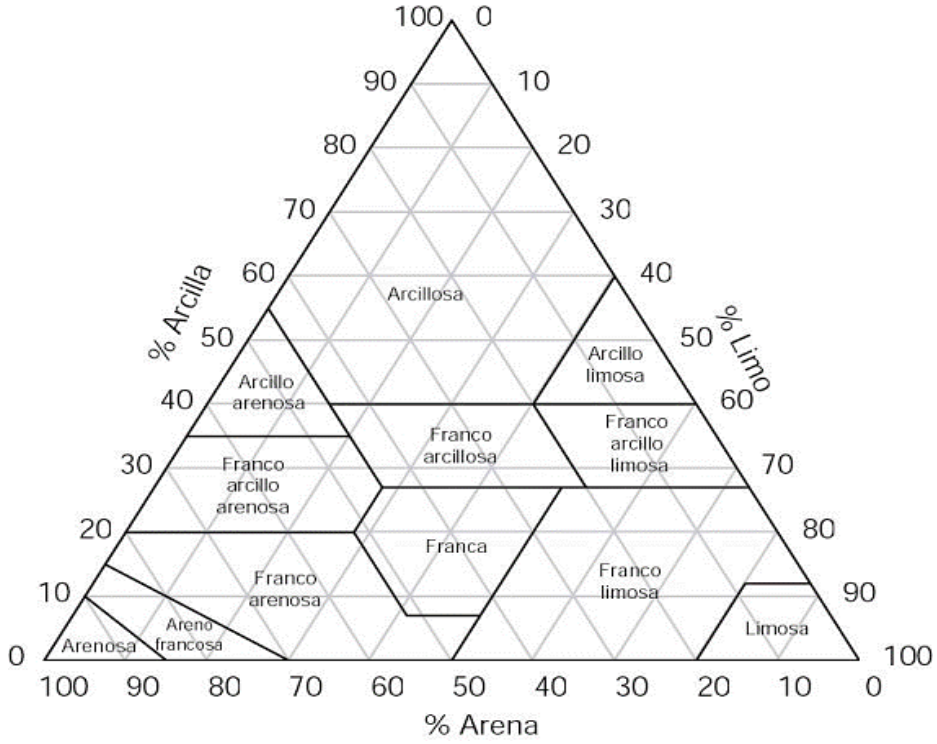

Figura 4. Gráfico de determinación de la textura de un suelo según su granulometría.

Fuente: Revista ingeniería Hidráulica.

Existen tres tipos de texturas, textura limosa, textura arenosa, textura arcillosa y una mezcla de los tres que es la textura franca. Esta última es la más beneficiosa, ya que posee un equilibrio entre las otras tres texturas. Por lo que según su textura los suelos se clasifican en:

- **Suelos arenosos: Limo y arcilla 20%.** suelos sueltos, ligeros de poca cohesión, escasa capacidad de retención de agua, buena aireación, propensos a la desecación. Drenan bien y son fáciles de trabajar.
- **Suelos arcillosos: Arcilla mayor del 50%.** Suelos fuertes, adhesivos y plásticos, con una aireación casi nula, difícilmente penetrables para el sistema radicular y

por lo que también son difíciles de trabajar. En un suelo bien estructurado la superficie interna de las arcillas debe disminuir en profundidad.

- **Suelos Francos: Contenido de elementos intermedio.** Estos suelos se puede decir que se encuentran entre un suelo arenoso y un arcilloso. Son suelos más equilibrados con permeabilidad y capacidad de retención de agua media, contenido de nutrientes bastante equilibrado y buena aireación. Por lo que son suelos con mejor textura y fertilidad.

La textura es una propiedad importante ya que influye como factor de fertilidad y en la habilidad de retener agua, aireación, drenaje, contenido de materia orgánica y otras propiedades que nos van a definir un suelo.

PROPIEDADES	**ARENOSO**	**ARCILLOSO**	**FRANCO**
PERMEABILIDAD	ALTA	NULA	MEDIA
CAPACIDAD DE RETENER AGUA	BAJA	ALTA	MEDIA
AIREACIÓN	BUENA	MUY BAJA	BUENA
NUTRIENTES	BAJA	MUY BAJA	MEDIA
TAMAÑODE PARTICULAS SUELO	MEDIO	MUY FINO	FINO

Tabla 2. Propiedades según la textura de un suelo. Fuente: Elaboración propia

Estructura:

La estructura de un suelo se refiere a la disposición o arreglo de los agregados de las partículas de arena, limo y arcilla, para formar unidades de mayor tamaño. (Florez Serrano, 2009). Las fuerzas que producen la estructura son la acción química, el humedecimiento, secado y el congelamiento o deshielo. Muchas de estas son reunidas por la materia orgánica del suelo, derivada de la acción descomponedora de los microorganismos del suelo. Tiene bastante importancia tanto a nivel de suelo, como de subsuelo, por su capacidad para retener aire y agua. Las plantas y organismos que viven en el suelo, influyen en la mejora del mismo, al separar sus partículas y establecer galerías.

Las estructuras más comunes en función de la forma de sus partículas son:

- **Laminar:** Forma aplanada, formando esquistos (tipo pizarra).
- **Poliédrica:** No tiene estructura reconocible,ya que su dimensión vertical y horizontal son casi iguales.
- **Prismática:** Prismas bien definidos. Caras planas y altura mayor que anchura.
- **Columnar:** Caras planas y altura mayor que anchura, pero con base redondeada.
- **Granular:** Son las de menos tamaño. Formas esféricas irregulares.

Un suelo bien estructurado favorece el crecimiento y desarrollo de las raíces, por lo que es muy conveniente para los cultivos que se mantenga una buena estructura del suelo, para así evitar la pérdida del suelo fértil y la posterior erosión. Esta constituye la última fase de vida del suelo y se da de forma natural y espontánea. El proceso de la muerte de un suelo también puede ser acelerado de forma antrópica sobre todo por un defectuoso manejo del mismo.

Para que nos hagamos una idea de la importancia de mantener el equilibrio en un suelo, según FAO la naturaleza por si sola puede tardar entre 40 y 1000 años en formar 1 cm de espesor de suelo fértil (Oliver y Gregory,2015).

2.3 EL SUELO Y SU MANEJO: El caso del olivar.

El tratamiento y manejo correcto de los suelos depende de la estructura y también de la textura de los mismos. Hay que trabajar teniendo en cuenta esto y otros factores externos para conseguir un buen manejo del suelo. (Gómez Calero, 2009). A la hora de manejar un suelo, debe priorizarse que es un medio muy inestable, y que se encuentra en continuo cambio, y debe considerarse un organismo vivo. El manejo del suelo debe ir unido a prácticas agronómicas y mecánicas que impidan la degradación del suelo de cultivo, degradación producida por pérdida directa, por contaminación o por eliminación de su biodiversidad. (Labrador Moreno, 2008)

Este incorrecto manejo, comienza por una pérdida de la materia orgánica, su descomposición en elementos minerales y el lavado de los mismos dando lugar a suelos estériles. Donde más se castiga un suelo es en las zonas de cultivo, sobretodo en el intensivo como lo es por

ejemplo, en nuestro caso, el olivar. El olivar anteriormente se trabajaba con tracción animal, tras la incorporación de la maquinaria y el aumento de laboreo se produjo un intensivo aumento de la pérdida de suelo.

En este tipo de cultivo, cada vez hay mayor producción y mayor cosecha pero también un incremento de la erosión del suelo, por lo que aprender a manejar el suelo supone mantener y mejorar su fertilidad, evita muchos problemas y es a largo plazo una buena inversión económica.

El principal factor de manejo del suelo es la conservación de la vegetación, siempre se ha tenido la idea de "quitar las malas hierbas", cuando en realidad hacen una función excelente en la regeneración del suelo. Desde los años setenta, se han puesto a punto sistemas alternativos de laboreo al suelo desnudo, como el mínimo laboreo o laboreo con cubierta vegetal, que ponen el énfasis en la competencia por los recursos de la vegetación herbácea con el árbol (fundamentalmente por el agua), demostrándose que son apropiados para reducir el riesgo de erosión en muchos de los tipos en donde prospera el olivar (Gómez Calero, 2009)

Hay que concienciar que tener vegetación en el cultivo del olivar, o en cualquier cultivo, no compite con el árbol y tampoco atrae plagas. (Labrador Moreno, 2008). Los sistemas de manejo de suelo con cubiertas vegetales, tienen por lo general grandes ventajas para el cultivo, reducen la erosión y aumentan la capacidad de infiltración del suelo, y producen beneficios para la fauna, las leguminosas y graminias son las más indicadas para este tipo de cultivo, y aportan nitrógeno al suelo, lo cual aumenta la fertilidad de éste.

Ésta cubierta vegetal espontánea o la misma que posee el terreno se deja en las calles centrales del olivar. Por otro lado muchos recurren a la vegetación inerte que no es otra cosa que los restos de poda. Esto produce un aumento de la materia orgánica y de la microbiología del suelo, esenciales para mantener los suelos vivos, y evitar así los problemas que acarrea un suelo desnudo.

Figura. 5 Vegetación de restos de poda y vegetación del propio terreno. Fuente: Junta de Andalucía.

La resistencia del suelo depende principalmente de la materia orgánica, de la química, y del tamaño de grano de la estructura del suelo. El olivar es agronómicamente viable y económicamente rentable si se conserva a corto y largo plazo los recursos naturales. Si se recurre a un buen manejo del suelo, este se puede llegar a definir como, en este caso, olivar sostenible.

2.4 AGENTES EROSIVOS EXTERNOS Y SUS FORMAS EROSIVAS.

La erosión es el arranque y retirada de materiales de una zona debido a los agentes evacuadores que intervienen en los procesos geológicos externos (viento, precipitaciones…etc). La pérdida total o parcial de horizontes y la dispersión ambiental de los residuos, es el resultado de un conjunto de procesos de arranque, representa uno de los componentes del ciclo geológico, como es la erosión. (Labrador Moreno, 2008)

Existen tres tipos de agentes erosivos: El viento, el agua y el hombre. La presencia de la actividad humana, o erosión antropogénica ocurre a una velocidad mayor. (Gómez y Giráldez, 2011). Esto quiere decir que la erosión producida de forma natural y lenta por los agentes geológicos externos, puede verse acelerada por la intervención humana.

Los agentes que más intervienen en el modelaje del relieve, y por consecuente en la erosión del suelo, son los que producen el desplazamiento de las partículas del mismo. Los más importantes son la erosión por viento y agua.

EROSIÓN POR VIENTO.

Aunque restringiremos nuestra mayor atención hacia este tipo de erosión, diremos que se presenta como un agente externo modelador del paisaje. Es un fenómeno meteorológico que actúa en toda la superficie terrestre. Sin embargo, su intervención como agente geológico se encuentra muy limitada. Es capaz de levantar y remover los materiales sueltos que hay sobre la superficie terrestre. Es el proceso denominado deflación. (Flórez Serrano, 2009).

Los elementos de grano pequeño como son las partículas de polvo, son transportados en suspensión. Los de tamaño medio, como la arena, viajan por saltación y las arenas más gruesas de 2mm se transportan por reptación al ser arrastrados por el suelo. El polvo en suspensión puede ascender en el aire centenares o incluso miles de metros. La capacidad de transporte del viento depende de su velocidad. Estas partículas en suspensión, actúan como una verdadera lija sobre la superficie de las rocas. Además diversos gases atmosféricos y otros procedentes de la actividad industrial reaccionan químicamente con los minerales de las rocas.

Los materiales que transporta el viento impactan en la superficie de las rocas, puliéndolas y degastándolas por fricción y golpeo. Este proceso se denomina abrasión eólica o corrasión.

FORMAS EÓLICAS

Sea por deflación o por abrasión, el viento origina las siguientes formas:

- ✓ **Pavimento desértico.** Es el resultado del barrido producido por la deflación. La retirada de materiales finos y medios deja un suelo de piedras característico de muchas zonas desérticas.

Figura. 6: Suelo erosionado por el viento. Fuente: Junta de Andalucía.

- ✓ **Alvéolos.** Son pequeños huecos (desde milímetros a pocos centímetros) generados por el impacto de los granos de arena en la superficie de algunas rocas. Si el viento actúa sobre rocas más compactas y homogéneas, estas pulirán su superficie, mientras que si la roca es poco compacta o heterogénea, unas partes se erosionarán más que otras y quedarán estas oquedades.

Figura. 7: Alveolos generados por erosión eólica por impacto de la arena.
Fuente: Revista Ecología verde.

- ✓ **Rocas Fungiformes.** Como la abrasión eólica es más intensa en las zonas cercanas al suelo que en las más altas, el viento puede modelar masas de roca aisladas dándoles apariencia de hongo.

Figura. 8: El Tormo alto Ciudad encantada de Cuenca.

Fuente: Revista Ecología verde.

- **EROSIÓN MARÍTIMA.**

La erosión marina, es creada por la atracción de la luna y las tormentas, es el degaste de la costa y la eliminación de la arenas y las dunas, por la acción del mar en la tierra, más en concreto por las corrientes marinas y las olas, siendo estas últimas el elemento más visible de la erosión marítima. (Donini 2021)

- **Las Olas:** Estas se dividen en dos etapas de movimiento, las olas constructivas o swash, en el que la ola es levantada y golpea la costa. Y las olas de resaca o backswash que es cuando actúa como un manto y arrastra al mar los sedimentos. Generando un efecto de compresión y descompresión que a su vez genera un efecto de succión muy fuerte. Creando formas como túneles,puentes,arcos..etc

Figura 9: Arco Playa de las Catedrales (Lugo)

Fuente: Elaboración Propia.

Figura 10: Túnel en la costa del Algarve

Fuente: Elaboración Propia.

- **Las Corrientes Marinas:** La resaca produce una corriente de fondo, que es un movimiento perpendicular a la costa y que produce un arrastre. También existe un movimiento oblicuo a la costa.

  También se produce una fuerte erosión cuando existe gran diferencia entre pleamar y bajamar.

Figura 11. Pleamar y Bajamar en la playa de Santa Comba (Ferrol). Fuente: Elaboración propia.

- **Arranque Hidráulico:** Cuando se produce el arranque de sedimentos costeros poco asentados.
- **Abrasión:** Por el rozamiento de los fragmentos de roca y restos de fauna marina.
- **Corrosión:** Las sales disuelven muchos materiales, principalmente los de las rocas calizas. Aunque también actúan en los alrededores, ya que la bruma también transporta las mismas sales.

Figura 12: Corrosión en un andamio. Fuente: ING marítima.

- **Procesos Biológicos:** Animales que transportan la roca caliza, para formar arrecifes de coral, plantas que crecen en los acantilados, cuyas raíces en crecimiento provocan grietas en las rocas y producen su ruptura.

Figura 13.Rosas de mar en las paredes de los Acantilados de Moher (Clare, IRLANDA)

Fuente: Elaboración propia.

- **EROSIÓN POR AGUA.**

La erosión hídrica es el desgaste que se produce en los materiales de la superficie terrestre, causado por la escorrentía, la lluvia, el agua de riego etc…por lo que implica la pérdida de la capacidad productiva del suelo. En ocasiones se ve acelerada por los siguientes factores:

- La inclinación y la longitud de la pendiente.
- Las precipitaciones.
- La presencia de cubierta vegetal
- Las prácticas de manejo.

Al llover la desagregación del suelo por salpicadura de las gotas de lluvia, consiste en el movimiento de partículas del suelo, causado por el impacto de las gotas de lluvia. En el poder erosivo de una lluvia influirá su velocidad y energía. La erosión producida en el suelo aumenta al incrementarse la duración de la tormenta. (Bermúdez y Rafaelli, 2005).

Los procesos dominantes en la erosión hídrica son el arranque y arrastre, en otras palabras, los procesos durante la erosión son:

- En el proceso de desprendimiento se produce la alteración de la estructura del suelo, destrucción de agregados y formación de agregados, costras y sellos, escurrimiento y pérdida de fertilidad del suelo, con la consiguiente pérdida de materia orgánica y nutrientes.

- En el proceso de transporte se completa la pérdida de las partículas del suelo, y el escurrimiento superficial del agua que durante éste se generan formas de erosión llamadas laminar, en regueros y en cárcavas, que varían según la turbulencia y la energía de la corriente y se ve favorecida notablemente por acción antrópica debido a la actividad del ser humano.

Debido a estos procesos en el suelo, se dan formaciones como:

Laminar: Este tipo de erosión se realiza en pequeños surcos, (figura 9) se produce la pérdida de una capa delgada y más o menos uniforme del suelo en un terreno inclinado, debido a la escorrentía no canalizada.

Figura.14: Surcos por escorrentía en el olivar. Fuente: Elaboración propia.

Regueros: Cuando las aguas aumentan su velocidad se vuelven más enérgicas excavan pequeños surcos que contribuyen al encauzamiento del agua, (figura 5) esto ocurre en

zonas de materiales sueltos y fácilmente erosionables o en rocas que reaccionan con el agua como las calizas o las salina.

Figura.15: Regueros en suelos de olivar en camino viejo de Torredelcampo

Fuente: Elaboración propia.

Cárcavas:

La cárcava es una versión aún mayor que un reguero. Es una zanja producto de la erosión que generalmente sigue la pendiente máxima del terreno y constituye un cauce natural en donde se concentra y corre el agua proveniente de las lluvias. (Gómez Calero, 2009). El agua que corre por la cárcava arrastra gran cantidad de partículas del suelo.

Las Cárcavas alcanzan entre 0,5 y 20-30m de profundidad. Las cárcavas son inestables por que suelen concentrar el agua de drenaje del terreno circundante. Y las causas que pueden crear su aparición son:

- Cambios de uso del suelo
- Uso inadecuado de laderas
- Caminos no protegidos
- Hábito subterráneo de roedores
- Prácticas inadecuadas de laboreo
- Pérdida de la resistencia del suelo a la erosión

- Aprovechamientos forestales no controlados
- Sobrepastoreo
- Ruptura de obras aguas arriba
- Lluvias de alta intensidad
- Suelos susceptibles a la erosión en canalillos
- Áreas de drenaje compactas donde se concentran en forma rápida los escurrimientos

Figura. 16: Cárcavas formadas el comienzo de un olivar, junto a una cantera Febrero 2021. Fuente: Elaboración propia.

Figura. 17: Cárcavas ocasionadas en el olivar tras tormenta en 2011. Fuente: Fotografía Junta de Andalucía

En cuanto a profundidad y área de drenaje, las cárcavas se agrupan en pequeñas, medianas y grandes.

CLASE	PROFUNDIDAD (m)	ÁREA DE DRENAJE (ha)
Pequeñas	< 1	< 2
Medianas	1 a 5	2 a 20
Grandes	>5	>20

Tabla 3. Profundidad y área de drenaje en proporción a la clase. Fuente: Elaboración propia.

Según su sistema de drenaje las cárcavas se pueden agrupar en:

- **Continúas:** Estas conforman un sistema de drenaje superficial bien definido. Tienen una cárcava principal en la que confluyen las cárcavas secundarias conformando un sistema de drenaje o varios sistemas de drenaje.

- **No continúas:** Estas se presentan en forma aislada y son provocadas por los movimientos en masa de un terreno o por la concentración de escurrimiento en una ladera pero no conforman un sistema de cárcavas, sino que están aisladas. Generalmente la descarga de los escurrimientos, se presenta en áreas planas y la cárcava tiende a desparecer.

2.5 EL PROBLEMA DE LAS CÁRCAVAS EN EL OLIVAR.

El riesgo de erosión por acción del agua es máximo en periodos de lluvias intensas en que el suelo se encuentra saturado de agua, con escasa cubierta vegetal y aumenta el movimiento del agua por la superficie del suelo. El efecto de la escorrentía resultante elimina grandes cantidades importantes de suelo que actúan como ruta principal del agua, lo que aumenta el problema, llegando a veces a perder grandes cantidades de suelo, creando cárcavas. (Martínez, 2004) Dentro de este proceso de la erosión hídrica vamos a hacer mayor hincapié en la erosión en Cárcavas dentro del cultivo del Olivar.

El Olivar es un cultivo de enorme importancia en Andalucía, este cultivo destaca por su adaptación al clima mediterráneo, su eficacia en el empleo del agua, y su ocupación de terrenos no aptos para otros cultivos, y que a veces constituyen conjuntos de alto valor ambiental y paisajístico. La excelente adaptación del olivar a esta zona permitía una actividad mayor que otros sistemas alternativos, en el contexto de una sociedad fundamentalmente agraria. Y como la demanda de aceite aumentaba con el crecimiento demográfico, la forma que se obtuvo para dar respuesta a la demanda se basaba en la roturación de suelos forestales y sustituirlos por el olivar, por lo que se fueron ocupando suelos cada vez con más pendiente y mucho más frágiles. La tipología del sustrato y del movimiento del agua superficial y subsuperficial condicionan en gran medida la aparición de estas cárcavas, siendo bastante frecuente en suelos limosos, arenosos, arcillosos y desprovistos de vegetación (Menendez-Duarte, 2007).

Se debe de conocer bien el suelo, su tipología, y se debe de tener en cuenta el caudal que circula dentro de este terreno. Ya que no es lo mismo una finca de olivar, situada en la sierra con materiales metamórficos, que una campiña con sedimentos algo más ligeros. Millones de toneladas de suelo son arrastradas por las aguas de escorrentía esto provoca un efecto negativo en la producción del olivar ya que estas pérdidas reducen la fertilidad del suelo. Cuando existen fuertes pendientes este efecto se acentúa a medida que la longitud y la inclinación de la pendiente aumentan. Cuando la escorrentía aumenta, se incrementa el arranque y la velocidad de transporte, apareciendo la erosión en cárcavas. (Martínez, 2004).

La erosión hídrica es el mayor problema de la olivicultura mediterránea. Dentro del olivar andaluz más de 511.000 hectáreas, tienen una pendiente superior al 15%, de las que 71.622 hectáreas superan el 30% , aproximadamente el 60% del olivar Español y el 27% del comunitario. La zona central del Valle del Guadalquivir se caracteriza por poseer zonas con bastante pendiente, son zonas de materiales sedimentarios muy blandos, que al estar desnudos o semidesnudos de vegetación durante las épocas de lluvias se llegan a formar arroyos que crean estas cárcavas y que contribuyen a una gran pérdida de suelo por erosión hídrica. 80 toneladas por hectárea y por año se pierden en toda la cuenca del Guadalquivir. La mayoría de los sedimentos producidos

por este tipo de erosión pueden llegar a igualar a la mayoría de los sedimentos producidos por la erosión de un río (Foster y Thomas, 1985).

Jaén cuenta con unas 600.000 hectáreas de olivar, pero las malas prácticas agrícolas que buscan una mayor producción, provocan más suelos desnudos que hacen aumentar la temperatura del suelo y el riesgo de erosión.

Figura.18: Raíz al descubierto por erosión. Cerro fuente de la peña Fuente: Elaboración propia.

Figura. 19: Temperatura y grado de humedad del suelo, que ha quedado desprovisto de vegetación´ Fuente: Elaboración propia.

Para calificar una cárcava, siempre se debe conocer su caudal (área portadora y periodo de retorno de 25 años), así de esta forma se podrán evaluar mejor los daños. Por ejemplo, morfológicamente una cárcava de 2 m de profundidad, puede ser relativamente pequeña, pero desde el punto de vista del riesgo, puede ser una seria amenaza. El área de la cuenca de contribución del barranco debe ser considerada para estimar el caudal máximo que circula por la punta o cabecera, lo que al mismo tiempo es útil para los ingenieros a la hora de diseñar algunas formas de control de la erosión.

El avance de una cárcava en un campo causa daños severos tanto o más graves cuando más numerosas y profundas sean; llegan inclusive a inutilizar grandes áreas de cultivo o terrenos dedicados al pastoreo, y produce altas cargas de sedimentos. (FAO Y GITS, 2016). Existen dos tipos principales de Cárcavas: de fondo de valle y de ladera. Las de fondo de valle son aquellas en las que se ha ejercido una fuerza de arrastre superior a la resistencia del suelo, una vez que han alcanzado cierta profundidad, y el espesor es cada vez menor, incluso hasta llegar a alcanzar la roca madre y la altura del muro se reduce lo suficiente para estabilizarse. Las cárcavas de ladera se desarrollan más o menos formando ángulos rectos en dirección a la del valle y crean una depresión lineal en el paisaje. En ocasiones estas cárcavas se extienden de forma ramificada a través de grandes terrenos de materiales fácilmente erosionables y que forman las denominadas Badlands o tierras malas, que se convierten en terrenos difícilmente de recuperar, tienen una repercusión paisajística bastante importante y está considerados procesos graves de deterioro de los suelos, por ello están dentro del Inventario Nacional de Erosión de Suelos.

La siguiente tabla nos muestra las superficies que presentan erosión por cárcavas y barrancos en la provincia de Jaén.

Término Municipal *	**Superficie Erosionable (ha)**	**Hectáreas erosionadas**	**Pérdida %**
Andújar	93.859,88	191,69	0,20
Bélmez de la Moraleda	4.911,14	138,28	2,82
Cabra del Santo Cristo	18.644,01	1928,37	10,34
Cambil	13.895,52	33,31	0,24
Benatae	691,12	25,00	3,62
Hinojares	3.987,13	511,38	12,83
Huelma	24.901,08	190,31	0,76
Huesa	13.642,35	1328,37	9,66
Jaén	40.529,41	78,94	0,19
Jodar	14.562,13	109,88	0,75
La Carolina	19.002,08	426,38	2,24
Larva	4.162,00	115,50	2,78
Linares	18.234,37	25,13	0,14
Peal de Becerro	14.429,36	474,3	3,29
Pegalajar	7.895,88	33,44	0,42
Pozo Alcón	13.612,94	631,00	6,64
Quesada	32.705,40	3023,20	9,24
Santiago Pontones	67.370,21	866,24	1,29
Segura de la Sierra	22.245,40	144,94	0,65
Sorihuela	5.472	27,44	0,50

Torres	5,791,90	28,69	0,50
Úbeda	39,285,83	161,25	0,41
Villarodrigo	7,820,14	106,75	1,37

Tabla 4. Términos municipales que presentan erosión en Cárcavas. Fuente: Elaboración propia. Datos recogidos en diputación provincial de Jaén.

Figura.20. Cárcava formada tras las intensas lluvias del mes de Abril 2018. Fuente: Elaboración propia.

Como se ha mencionado anteriormente, en ocasiones el olivar ocupa zonas forestales las cuales suelen tener fuertes pendientes. Aquí se registran cantidades mayores de pérdida de suelo que se ven acelerados por la erosión hídrica.

El agua viaja siempre a favor de la pendiente. La pendiente es una forma de medir el grado de inclinación del terreno, a mayor inclinación, mayor valor de la pendiente. Uno de los factores que determinan la velocidad de los procesos de erosión es el relieve, los procesos fluviales y gravitatorios ya que estos suelen actuar en favor a la pendiente

topográfica. La acción de estos agentes va a variar dependiendo del manejo y estado del suelo, es decir si posee cubierta vegetal o está desnudo, la estructura de los materiales, dependiendo si la roca está plegada o fracturada o de ninguna de estas formas. Por lo que a su vez, dependerá del tipo de roca, y así la erosión producida será mayor o menor en función de esta.

PENDIENTE (%)	**Ha DEL TERRENO**	**% SUPERFICIE GEOGRÁFICA**
<5	148.408,77	11,00
5-10	236.517,68	17,52
10-20	390.854,08	28,96
20-30	232.421,10	17,22
30-50	243.675,34	18,06
>50	97.732, 16	7,34
TOTAL	1.349.609,13	100,00
VALOR MEDIO: 21,8		

Tabla 5. Intervalos de pendientes en la provincia de Jaén. Fuente: Elaboración propia.

*SUPERFICIE EROSIONABLE SEGÚN INTERVALOS DE PENDIENTES EN LA PROVINCIA DE JAÉN. INVENTARIO NACIONAL DE SUELOS.

A ello se le une otro grave problema de erosión y contaminación de los suelos, en los que interviene la lluvia, y agravadas por la pendiente que existe sobre todo en estas zonas forestales, en ocasiones también ocupadas por zonas de cultivo. Hablamos de la erosión hídrica producida tras un incendio. Cuando hablamos de un incendio todos pensamos en el daño que hace a la vegetación, la fauna, incluso los núcleos urbanos cercanos. Y nadie piensa en el gran perjudicado como lo es el suelo, que como hemos dicho anteriormente es donde se sostiene la vida.

El fuego influye en los sistemas edáficos, al modificar las características biológicas, físicas y químicas del suelo, y con ello la respuesta hidrológica ante las lluvias, ya que estas cuando se producen tras un incendio, ocasionan pérdidas de suelo extraordinarias. Para ello existen medidas preventivas como albarradas y faginas, pero en muchas ocasiones las medidas preventivas, creadas para prevenir estos incendios, provocan graves procesos de erosión, como son la construcción de cortafuegos. Llegando a tener consecuencias muy negativas, ya que dañan las propiedades del suelo.

Los cortafuegos son franjas anchas de terreno, de unos 15 a 25m. Casi en su totalidad estas infraestructuras se sitúan en fuertes pendientes desprovistas de vegetación, para así impedir que se propague el fuego y que en la mayoría de los casos, son de bastante riqueza biológica, llegando hasta la materia mineral y eliminando así el sistema de raíces que sirven de sujeción al suelo, ocasionando un empobrecimiento del suelo y la pérdida del suelo fértil. Creando regueros e incluso cárcavas, por lo que todo esto, pone en entredicho la eficacia de la construcción de estos cortafuegos como método de prevención de incendios.

Figura: 21. Cortafuegos con presencia de regueros en la zona de las ruinas de Valcrespo.

Fuente: Elaboración propia y Google map.

Por lo que una adecuada gestión tanto en la agricultura como en el medio forestal con criterios de sostenibilidad tanto ambiental como social, ayudaría a evitar la erosión provocada por los malos usos del suelo, para evitar que se produzca el paso de ese hilo tan fino que separa a la erosión de la desertificación, presente ya en muchas zonas de nuestro país.

2.6 LA EROSIÓN: La lucha contra la desertificación en España.

Tanto los fenómenos naturales como transforman los sustratos productivos del suelo en poco productivos o improductivos. Provocando lo que se denomina desertificación.

En los últimos tiempos la ganadería, el mal uso del suelo en la agricultura, el pastoreo etc, han ocasionado daños incalculables al suelo, sobre todo en las zonas más secas y en las que el suelo se encuentra desnudo de vegetación. El resultado final de la erosión es la desertificación, que está considerada como la muerte edáfica.

España es el país más afectado por la degradación del suelo, tanto en intensidad como en extensión de hecho las dos terceras partes del territorio Español pertenecen a la categoría de áridas, semiáridas, secas y subhúmedas secas. De los 50 millones de hectáreas de nuestra geografía solo unos 15 millones tienen bosques. Según Bermúdez y Rafaelli en su estudio sobre la erosión en España (2004) el mayor desgaste de los suelos Españoles es producido por la erosión hídrica.

Las características de nuestro relieve y la irregularidad de las precipitaciones hacen a nuestro país muy vulnerable a los procesos erosivos, más del 30% del territorio Español se encuentra sometido a procesos erosivos graves, estimándose que unas 1000 toneladas de tierra se pierden anualmente. De hecho España ha sido calificada en numerosas ocasiones por las Naciones Unidas como el único país Europeo con muy alto riesgo de desertificación debido a la erosión de sus suelos.

En España se plantearon políticas contra la desertificación desde la segunda mitad del siglo XIX coincidiendo con la creación de la administración forestal, desde entonces se ha realizado una ingente tarea de repoblación forestal de tierras degradadas. Se estima que un 10% del territorio nacional ha sido repoblado desde que hace unos 150 años se le pusiera nombre a esta problemática, en algunos de estos casos la repoblación ha tenido un resultado protector.

Andalucía es después de la comunidad Valenciana, a excepción de los sistemas montañosos, la que se encuentra más expuesta a la erosión y con mayor grado a desarrollar la desertificación. Fue la situación de los suelos Andaluces la que provocó la alarma social durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre la desertificación, celebrada en septiembre de 1977, todas las inquietudes surgidas durante la celebración de la conferencia se concretaron en España con la creación del Proyecto LUCDEME, proyecto de lucha contra la desertificación en el mediterráneo, actualmente vigente y desarrollado por la Dirección General de Desarrollo Rural y Política Forestal del Ministerio de Agricultura, Pesca, Alimentación y Medio Ambiente.

> […] De este modo, España el primer país desarrollado en recoger las recomendaciones de las Naciones Unidas en esta materia, el cual primero centró su problemática al sur de la comunidad Valenciana, Murcia y Almería, después se extendería por casi todo el territorio Andaluz y otras provincias que comienzan a sufrir los procesos erosivos. […] (Proyecto LUCDEME, CSIC).

Para luchar contra la pérdida de suelos el Ministerio de Medio ambiente, Medio rural y Marino siguiendo la directiva de la Unión Europea para la protección del suelo, realiza cada 10 años el inventario nacional de suelos en el que se identifica el estado de los mismos para tomar las medidas necesarias para su protección. Además desde el año 2008 existe la obligación de realizar un informe de impactos medio ambientales, en los que se incluye la erosión.

El inventario tiene como objetivo detectar, cuantificar y expresar cartográficamente en escala 1: 50.000, los principales procesos de erosión del territorio nacional. El primer ciclo se ha iniciado en 2002 y se prevé su finalización para el año 2018. El último mapa actualizado y presentado por el Ministerio de Medio Ambiente es con fecha de 2016 y se presenta de la siguiente forma:

Las provincias coloreadas en verde oscuro son aquellas de las cuales ya se han realizado estudios y publicado el inventario, las provincias en verde claro son aquellas que a la fecha de febrero de 2016 aún estaban en ejecución.

Aunque frente a este tema de la erosión existe cierta controversia científico - política, según Martínez y Esteve, 2006 miembros de Ecologistas en acción, en una publicación para la revista de este colectivo, explican que el problema de la desertificación en España y más en concreto en la zona sureste de la Península está más relacionado con un problema de gestión insostenible del agua, que con un problema de erosión hídrica, este proceso de agotamiento de acuíferos, destrucción de humedales y gestión insostenible del agua es el proceso que en España más se ajusta al síndrome de desertificación. Según la publicación de ésta revista los principales problemas de erosión del suelo se localizan en zonas agrícolas marginales sobre materiales sueltos y altas pendientes, áreas donde los subsidios de la PAC han promovido la expansión de olivos y almendros.

Figura.22: Problemas de sequía en un cultivo de olivar. Fuente: Junta de Andalucía

La otra fuente de problemas de erosión en sistemas agrarios deriva de la proliferación de invernaderos en las sierras costeras y áreas de elevada pendiente en Murcia y Almería. La construcción de estos invernaderos, que en ocasiones ocupan extensiones muy grandes en las faldas de las sierras costeras, requiere grandes movimientos de

tierra. A pesar de ello, estos procesos no están considerados en los planes nacionales de lucha contra la erosión, como el Plan de Acción Nacional para Combatir la Desertificación y el Plan Nacional de Acciones Prioritarias de Restauración Hidrológico-Forestal y Control de la Erosión. Por el que se desarrollan medidas para frenar la erosión.

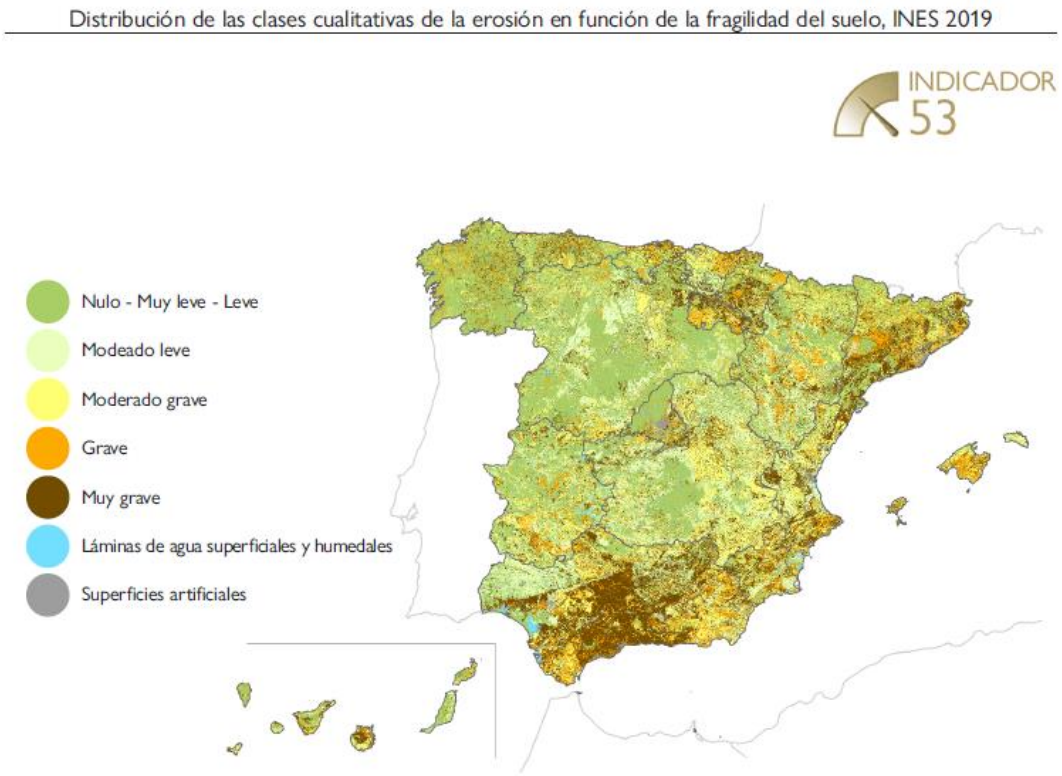

Figura.23: Inventario nacional de erosión de suelos 2019. Fuente: MAPAMA

2.7 MEDIDAS DE CONTROL FRENTE A LA EROSIÓN.

La desertificación a la que nos lleva un suelo erosionado, está causada por interacciones complejas entre factores físicos, biológicos, sociales, culturales, políticos y económicos (Pedrinaci y Gil, 2015). Esta multicasualidad complica mucho el desarrollo de medidas para evitar este proceso. El uso actual de la tierra, es el tema ambiental que hoy día reviste mayor gravedad, y a la vez es la principal consecuencia de la erosión, la pérdida de fertilidad del suelo, la degradación, y la desertificación.

En la actualidad existen varias prácticas que buscan redimir la erosión del suelo causada por la lluvia, viento, escorrentía, gravedad. Entre las tecnologías utilizadas para el control de la erosión se encuentra la bioingeniería, especialmente utilizando la vegetación las obras de manejo de aguas de escorrentía, cortacorrientes, canales revestidos en piedra y en concreto, torrenteras; barreras de vegetación, colocación de suelos orgánicos, revegetación con tela de fibra, los taludes reforzados con geotextiles; los gaviones de piedra y bolsas de arena. Lo primero que se debe hacer es realizar un estudio para contrarestar y disminuir los daños producidos por la erosión se y definir cuál o qué medida se debe de tomar para cada caso.

El objetivo de estas medidas es dar solución al problema de la erosión mediante el control de la energía, la velocidad y el volumen de las lluvias y sus escurrimientos. Con estas medidas, se limita la cantidad de suelo erosionado, y se previene de alguna forma los daños producidos por la erosión (Labrador Moreno, 2008). Es muy importante que las políticas consideren como una responsabilidad el uso que las personas hacen del territorio, del suelo, y del agua. (FAO y GITS, 2015).

Entre los sistemas de control frente a la erosión se pueden mencionar los siguientes:

- **Mantener la cobertura vegetal** en el suelo ayuda a reducir la erosión proveniente de la escorrentía. El objetivo es simplemente mantener la vegetación de mayor producción con la red de raíces más densa cerca de la superficie del suelo. Una vegetación de menor tamaño es mejor para la erosión producida por el agua y la vegetación alta es mejor para la erosión del viento. Una combinación de estos cultivos con cultivos de heno denso pueden ser efectivos para reducir la erosión anual media.

Figura.24: Control de erosión en lindes de suelos cultivados.

Fuente: Junta de Andalucía

Mantener esta cobertura durante periodos de erosión más altos si la cobertura vegetal no puede ser mantenida durante todo el año. Protegiendo el suelo de la erosión solo en los periodos más críticos.

- **Incorporar biomasa al suelo.** Agregar e incorporar material orgánico como estiércol, biosólidos o desperdicios de papel en el suelo pueden reducir la erosión significativamente.
- **Agregar enmiendas al suelo**, como las policrilamidas (PAMs) que reducen la erosionabilidad del suelo y aumentan la infiltración. La erosión eólica y el polvo en un sitio de construcción pueden controlarse mediante aplicaciones de agua.
- **Agregar prácticas de soporte**, como crear crestas, diques, escollera y orientarlos perpendicularmente a la dirección del viento y la escorrentía. Además, se puede reducir la escorrentía superficial con sistemas de drenaje de superficie.

Figura .25: Construcción de una escollera por retención del terreno.

Fuente: Junta de Andalucía.

- **Prevenir la excesiva erosión de arroyada**, y la aparición de regueros y cárcavas, evitando las largas y empinadas pendientes y la convergencia del agua. Las terrazas, franjas de vegetación densa y vías de agua blindadas para el escurrimiento son muy efectivas para controlar este tipo de erosión.
- **Evitar grandes extensiones de campo**, desprovistas de vegetación que pueden aumentar considerablemente la erosión eólica.
- **Barreras como cortavientos** alrededor de los campos

Figura.26: Barrera cortavientos. Fuente: Artículo científico

Lo principal es controlar la descarga de sedimentos que se producen por la erosión hídrica, se debe de controlar la erosión en el área de origen, colocando barreras alrededor del área para controlar la descarga de sedimentos, cuando el control de la erosión no es suficiente. La entrega de sedimentos a veces se puede controlar reduciendo la capacidad de transporte de sedimentos de los agentes erosivos.

Figura.27: Muro de contención de Gaviones. Fuente: Junta de Andalucía

Existen diferentes prácticas para el control de la erosión, pero anteriormente hemos nombrado las principales prácticas de forma general. Es muy importante llevar a cabo medidas de control frente a la erosión y la degradación de los suelos, ya que esto tiene notables consecuencias en la economía y ecología a nivel local, regional, nacional e incluso a escala mundial.

2.9 DEGRADACIÓN Y CONTAMINACIÓN DEL SUELO: EFECTOS SOBRE LA SALUD DE LA POBLACIÓN.

El suelo no es un ente estático, sino que es un elemento natural complejo que mantiene un equilibrio dinámico con el medio que lo rodea, y que un mal manejo sobretodo causado de forma antrópica, puede llevarlo de forma encadenada a un desequilibrio a veces irreversible. (FAO Y GITS, 2016).

En la agricultura, como hemos visto hasta ahora cuando existe un mal manejo del suelo, como el uso frecuente y excesivo de agroquímicos para abastecer a la planta de nutrientes necesarios para su rendimiento, la escasa presencia de vegetación en los cultivos, la pendiente, la sobre-explotación..etc lleva al suelo a un estado de erosión y pobreza que produce una pérdida de fertilidad, por lo que la mayoría de estos cultivos son abandonados llevando a los suelos a procesos de degradación.

La FAO define a la degradación como “proceso que rebaja la capacidad actual del suelo para producir bienes y servicios”. (Oliver y Gregory. FAO 2015). Lo que viene a decir

que, la degradación del suelo es una reducción de la capacidad del mismo para soportar vida.

Se distinguen varios procesos de degradación del suelo:

- Los que producen desplazamientos de partículas de suelos (como la erosión por agua y viento).
- Aquellos que no implican desplazamiento. Mediante degradación física y química.
- *FISICA:* Compactación y artificialización.
- *QUIMICA*: Acidificación, salinización, pérdida de materia orgánica, contaminación

La Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), asegura que la degradación, afecta ya a un tercio de la población mundial. (No cabe duda de que las modificaciones producidas en el suelo, y por efecto de éste en el medio ambiente, como por ejemplo, las aguas superficiales, las subterráneas, provocando una reacción en cadena que acaba afectando a los cultivos etc.. por lo que considerablemente afecta la calidad de vida de toda una población.

Un suelo sano posee funciones de filtrado, amortiguación y trasformación de los contaminantes inorgánicos y orgánicos. Esta función esencial garantiza la buena calidad de las aguas subterráneas y una producción segura de alimentos. Cuando los contaminantes ingresan al suelo, sufren procesos físicos, fisicoquímicos, microbiológicos y bioquímicos que los retienen, reducen o degradan. La materia orgánica del suelo (MOS) y los minerales de arcilla son la fuente de los sitios de intercambio de cationes en el suelo, y la capacidad del intercambio catiónico (CIC) de diversas fracciones de MOS y de los tipos de minerales de arcilla difieren enormemente. El contenido de arcilla y la naturaleza de los minerales de arcilla tienen un fuerte control secundario sobre la adsorción.

Los estados de oxidación de algunos iones o moléculas pueden pasar de estados catiónicos a neutrales o aniónicos en respuesta al pH de la solución del suelo; por lo

tanto, su adsorción en el suelo depende del pH. Existe una relación establecida entre la adsorción de los contaminantes del suelo, el estado en el que se encuentre el mismo y sus propiedades. En resumen, un suelo sano y equilibrado será más resistente a la hora de hacer frente a contaminantes, que un suelo erosionado y pobre en materia orgánica que ha perdido el equilibrio necesario para poseer esa resistencia a los contaminantes. La presencia en los suelos de concentraciones nocivas de algunos elementos químicos y compuestos, es un tipo de degradación que se denomina contaminación.

La contaminación de los suelos es toda una realidad, y una amenaza global grave sobretodo en ciertas regiones del planeta. La contaminación del suelo reduce la seguridad alimentaria al disminuir el rendimiento agrícola debido a los niveles tóxicos de contaminantes y al hacer que los cultivos producidos sean inseguros para el consumo. (Rodríguez y McLaughlin, 2019).

La contaminación se produce cuando existen concentraciones de químicos u otras sustancias con niveles mucho más altos de los establecidos. La mayoría de estos repercuten en el comportamiento de nuestro suelo dañando su biodiversidad y poniendo en riesgo nuestra salud. Por lo que si estos alimentos se acaban desarrollando en suelos contaminados, variará la calidad del producto. La cantidad y la calidad nutricional de los alimentos contribuyen a la salud humana. El 95 % de la producción de alimentos depende del suelo, pero sólo los suelos sanos pueden prestar los servicios ecosistémicos necesarios y asegurar el abasto de alimentos y fibra. La prestación de servicios ecosistémicos ha sido objeto de mucha atención y se define como “la capacidad de procesos y componentes naturales para suministrar bienes y servicios que de manera directa o indirecta satisfagan las necesidades humanas” (Oliver y Gregory, FAO 2015).

> […] Las proyecciones más recientes de la FAO indican que la producción mundial de alimentos crecerá un 60 % entre 2005/07 y 2050 de acuerdo con su escenario de referencia, lo que según datos e información actualizados representa un ajuste a la baja con respecto al incremento de 70 % para el mismo periodo en 2009. La cantidad y la calidad nutricional de los alimentos contribuyen a la salud humana. El 95% de la producción de alimentos depende del suelo […] (Oliver & Gregory, 2015)

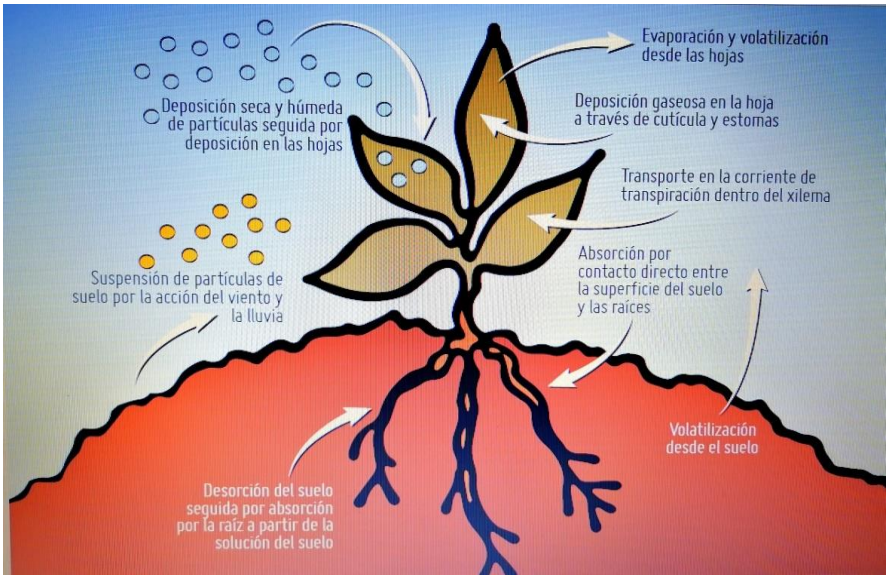

Figura 28: Proceso de deposición de contaminantes en plantas. Fuente: FAO 2015

Las principales fuentes de contaminación son antropogénicas como por ejemplo, los residuos de actividades industriales, las principales industrias contaminantes son las fábricas de hierro y acero, que emiten metales asociados a las menas de Fe y Ni. La fabricación de baterías produce cantidades considerables de Pb. Las industrias de productos químicos, fármacos…etc residuos domésticos, las actividades agrícolas, fertilizantes, plaguicidas, estiércol, enmiendas calizas, irrigación con aguas residuales no tratadas. El suelo actúa como una barrera protectora evitando la biodisponibilidad de los contaminantes, su capacidad depuradora depende de la salud del suelo. Si un contaminante, a pesar de ser altamente tóxico para las plantas en concentraciones bajas, no se traslada con facilidad a brotes, frutos o tubérculos al punto de representar un riesgo para animales y seres humanos, es poco probable que ingrese a la cadena alimentaria y se convierta en un riesgo. La vía de exposición humana a un contaminante del suelo varía dependiendo del propio contaminante y de las condiciones y actividades de ese suelo.

La contaminación del suelo reduce la seguridad alimentaria al reducir los rendimientos agrícolas debido a los niveles tóxicos de los contaminantes y al ocasionar que las cosechas producidas en suelos contaminados sean peligrosas para el consumo de animales y humanos. (Rodríguez y McLaughlin , 2019).

Un suelo desequilibrado y pobre tiene sus limitaciones a la hora de hacerle frente a la contaminación. Un suelo contaminado puede liberar contaminantes en las aguas subterráneas, mediante procesos de erosión hídrica, que luego se acumulan en los tejidos de las plantas y pasan a los animales que pastan, a las aves, animales o los humanos que nos alimentamos de esas plantas contaminadas, o de esos animales que se han visto afectados. Los contaminantes en el suelo, aguas subterráneas y en la cadena alimentaria pueden causar diversas enfermedades y una excesiva mortalidad en la población, desde efectos agudos a corto plazo –como intoxicaciones o diarrea–, hasta otros crónicos a largo plazo, como el cáncer.

Por este motivo es muy importante mantener la salud del suelo, no romper ese equilibrio y dejar que funcione como el ecosistema vivo que es.

3.UNIDAD DIDÁCTICA.

Datos generales de la Unidad Didáctica

Nombre: Erosión, una catástrofe silenciosa.

Etapa Educativa: Educación secundaria obligatoria

Nivel: Tercero

Materia: Biología y Geología

Trimestre: 2º Trimestre

Temporización: 3 de marzo al 20 de marzo

Sesiones: 5 sesiones de 50min.

3.1 .JUSTIFICACIÓN.

Basándonos en la fundamentación teórica expuesta anteriormente, vemos de forma clara que la erosión es un tema actual y de suma importancia. No solo dentro del ámbito de la geología sino de otros como lo es la agricultura. Con esta unidad pretendemos promover entre los alumnos un aprendizaje significativo, basado en las ciencias. Esta unidad que vamos tratar pertenece a la asignatura de Biología y Geología presente en el currículo, es una asignatura obligatoria para el alumnado, incluida dentro del bloque de asignaturas troncales que tienen todos los alumnos matriculados en el curso de tercero de Educación Secundaria. Los contenidos de la unidad están relacionados con el bloque 7 del currículo oficial Transformaciones geológicas debidas a la energía externa; concretamente, en lo referido a la actividad geológica externa del planeta Tierra.

Esta materia debe contribuir a que el alumnado adquiera unos conocimientos y destrezas básicas que les permitan adquirir una cultura científica.

La unidad didáctica está compuesta por las competencias básicas, objetivos, contenidos, y criterios de evaluación; Los documentos oficiales que establece el currículo, el proyecto educativo del centro, y la programación del aula. Ésta no parte de cero, ya que se basa en conocimientos estudiados en cursos anteriores, como el trabajo de los ríos en la erosión de las rocas, transporte de los materiales erosionados y su posterior sedimentación. Por lo que los alumnos parten de estos conocimientos

previos para tratar el tema de la erosión. Para ello le acercaremos a su entorno más cercano, facilitando de esta forma a través de la comprensión, la asimilación de los contenidos y competencias clave relacionados con el tema a tratar, despertando su interés mediante aprendizaje significativo por el que a través del descubrimiento, trabajarán de forma cooperativa e individual y por la que adquirirán unos conocimientos que le ayudarán a adquirir conciencia sobre que la erosión es un problema que actúa de forma silenciosa y que desencadena otros muchos problemas, si no se tiene en cuenta su vulnerabilidad. Y por el cual serán capaces de concienciar dentro de su entorno.

Los contenidos de la unidad resultan idóneos para el trabajo de las distintas competencias básicas. Atendiendo a las demandas del currículo oficial, y realizando actividades de forma integrada con otras asignaturas. Haremos hincapié en la competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico, pero también trabajaremos la competencia lingüística, la competencia en el tratamiento de la información y competencia digital y la competencia cultural y artística.

- **LEGISLACIÓN.**

La legislación educativa pretende regular los aspectos relativos a la educación mediante el establecimiento de una serie de reglas, criterios y directrices que permitan llevar a cabo una educación de calidad.
La legislación que ha sido utilizada para la presente unidad didáctica es la siguiente:

Nivel nacional

- Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. (BOE 10-12-2013).
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. (BOE 03-01-2015

- Orden ECD/65/2015, de 21 de enero por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. (BOE 29-01-2015).

Nivel autonómico

- Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Orden de 14 de julio de 2016, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Autónoma de Andalucía, se regulan determinados aspectos de la atención a la diversidad y se establece la ordenación de la evaluación del proceso de aprendizaje del alumnado.
- Orden de 28 de junio de 2011, por la que se regula la enseñanza bilingüe en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Andalucía (BOJA 12-072011).
- Orden de 1 de agosto de 2016, por la que se modifica la Orden de 28 de junio de 2011, por la que se regula la enseñanza bilingüe en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Orden de 25 de julio de 2008, por la que se regula la atención a la diversidad en Andalucía (Quedan derogados los artículos 8, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26 y 27, así como la disposición adicional primera).
- instrucciones de 24 de julio de 2013, de la Dirección General de Innovación Educativa y Formación del Profesorado, sobre el tratamiento de la lectura para el desarrollo de la competencia en comunicación lingüística de los centros educativos públicos que imparten Educación Infantil, Educación Primaria y Educación Secundaria.
- Resolución de 30 de junio de 2016, de la dirección general de innovación, por la que se efectúa la convocatoria de los programas educativos regulados por las instrucciones de 30 de junio de 2014 de la secretaría general de educación para el curso académico 2016/17 .
- Instrucciones de 15 de julio de 2015 complementarias a las instrucciones de 30 de junio de 2014 de la secretaria general de educación sobre programas educativas y reconocimiento profesional del profesorado responsable de la coordinación de

programas educativas en centros docentes públicos, así como del profesorado participante en los mismos.

- Instrucciones de 30 de junio de 2014 de la secretaría general de educación sobre programas educativas y reconocimiento profesional del profesorado responsable de la coordinación de programas educativos en centros docentes públicos, así como del profesorado participante en los mismos.

3.2. CONTEXTUALIZACIÓN

- **SITUACIÓN GEOGRÁFICA DEL CENTRO**

El barrio en el que se ubica el centro está situado en el casco antiguo de Jaén, muy próximo a la Catedral. Tiene una zona de calles estrechas y casas antiguas que van siendo remodeladas, y otra parte de ensanche de la ciudad con vías nuevas y barriadas diseminadas.

La zona que circunda el colegio se caracteriza por un ambiente familiar, con pequeñas plazas y jardines. En la imagen por satélite que se muestra a continuación, viene representado por un punto rojo, junto con los barrios numerados más cercanos al centro.

- San Ildefonso – Alameda
- Zona Catedral – Sagrario
- La Alcantarilla – Seminario
- El Recinto
- Zona Valparaíso

- **LOCALIZACIÓN:**

- Sistema de referencia ED50: X 430.667 Y 4.180.138
- Sistema de referencia ETRS89: X 430.556 Y 4.179.933

Figura.29: Situación Geográfica del centro en el mapa de la ciudad de Jaén. Fuente: Google map

- **ASPECTOS DEMOGRÁFICOS Y SOCIOECONÓMICOS**

Según el estudio realizado para la elaboración del Proyecto Educativo el nivel socioeconómico de las familias que acceden al centro es medio. En los últimos cursos ha aumentado el número de familias con el padre o la madre en paro o con dificultades económicas por distintos motivos.

- **SERVICIOS OFRECIDOS:**
  - **AULA MATINAL y DE ACOGIDA**

    Este servicio se ofrece a los padres

    De lunes a viernes: 7:30 a 9:00 h y de 14:00 a 15:00 h
  - **COMEDOR**

    De lunes a viernes: 14:00 a 16:00 h
  - **BIBLIOTECA (estudio)**

    Este servicio se ofrece al alumnado

    lunes y martes: 16:30 a 18:30 h
  - **LOGOPEDIA**

    Horario: Lunes a miércoles de 9.00 a 14.00
  - **ACTIVIDADES EXTRAESCOLARES:**
    - ✓ Inglés
    - ✓ Multideporte
    - ✓ Apoyo en el estudio

- ✓ Baile
- ✓ Ajedrez
- ✓ Robótica y programación

RELACIONES DEL COLEGIO CON EL ENTORNO

Una educación contextualizada y para una ciudadanía responsable nos lleva a establecer relaciones con el entorno en el que estamos, colaborando con diferentes instituciones y entidades.

Este centro ha participado en diferentes convocatorias del Ayuntamiento de Jaén: desayunos saludables, encuentro de jóvenes solidarios, acogida de profesores europeos que nos visitaron con los proyectos Comenius, ceremonia de inauguración del alumbrado de Navidad de la ciudad, recitales del día del libro, concursos de literatura infantil Ciudad de Jaén.

Con la Universidad de Jaén participa en distintos proyectos.

El Proyecto PIIISA, un proyecto para introducir la Ciencia y la Investigación en los Centros de Secundaria de Andalucía. El proyecto PIIISA surge de la colaboración entre la Delegación de Educación en Granada, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y la Universidad de Granada (UGR) con el fin de ofrecer al alumnado granadino de secundaria una forma moderna e innovadora de aprender e interaccionar con la ciencia.

Su principal objetivo es mostrar a los estudiantes de secundaria qué es la investigación y cómo se realiza. Los estudiantes tienen la oportunidad de involucrarse en proyectos liderados por científicos de reconocido prestigio, y conocer de primera mano en qué consiste el método científico y cómo es el proceso de investigación, algo que les permitirá explorar su posible vocación por la carrera científica.

Los estudiantes, tutorizados por sus profesores, trabajaran con instrumental científico y técnico y conocerán de primera mano por la Ciencia es fundamental para el desarrollo social y económico de un país. El esfuerzo y la imaginación de los

investigadores a la hora de diseñar proyectos se trasladarán al marco de un proyecto educativo que se desarrolla fuera de las aulas, en los propios centros de investigación.

Las instituciones científicas ponen todo su potencial humano y técnico a un proyecto por el que ya han pasado más de 2000 alumnos de 35 institutos que han participado en más de 250 proyectos liderados por 400 científicos de las Universidades andaluzas y del CSIC. Los resultados finales de este trabajo han formado parte de contribuciones orales y posters de cinco ediciones del "Congreso Final PIIISA" nuestro centro lleva dos años participando en este proyecto.

La Semana de la Ciencia constituye una actividad divulgativa de primer nivel que se realiza simultáneamente en instituciones de carácter educativo y científico. Por ello, la organización de actividades de la Semana de la Ciencia es una de las principales líneas de actividad dentro del VII Plan de Divulgación Científica de la Universidad de Jaén, a través de la cual se pretenden organizar decenas de acciones destinadas principalmente a fomentar las vocaciones científicas entre alumnos de enseñanzas secundarias así como a dar a conocer a la propia comunidad universitaria algunas de las investigaciones que se llevan a cabo en sus dependencias. Esta vocación divulgadora se articula a través de diversas actividades, conferencias, talleres, visitas guiadas y experimentos cuyo fin último es estimular el conocimiento de la actividad científica por la sociedad en general.

- **CARACTERÍSTICAS DEL GRUPO.**

Para la unidad didáctica vamos a centrarnos en el curso de 3º ESO. La clase está formada por un total de 26 alumnos, entre ellos 15 niñas y 11 niños. El grupo clase es homogéneo en cuanto a nivel cultural, económico y social. Los alumnos son bastante participativos, aunque cabe destacar el comportamiento disruptivo de un alumno con 17 años de edad, que incluso a veces no trae los materiales para trabajar en clase, alterando la disciplina del grupo clase e interfiriendo en el aprendizaje de sus compañeros. Aún así no descuidamos su aprendizaje e intentamos abordar la causa de su comportamiento en clase, para ello usamos herramientas para reducir su ansiedad y captar su atención, haciendo un trabajo colaborativo con el docente.

3.3 ELEMENTOS CURRICULARES

3.3.1 OBJETIVOS

- **Objetivos generales de etapa**

En el artículo 11 de Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, se establecen los objetivos generales de etapa que los alumnos deben de alcanzar durante la Educación Secundaria Obligatoria. Además, es necesario acudir al Decreto 111/2016, de 14 de junio, por el que se establece la ordenación y el currículo de la educación secundaria obligatoría en la comunidad Autónoma de Andalucía.

Este Decreto recoge en su artículo 3, todos los objetivos generales de etapa que se fijan a nivel nacional, y añade dos objetivos más que son específicos para los alumnos de la comunidad Autónoma de Andalucía.

A continuación, exponemos los objetivos generales de etapa de forma resumida:

Conocer y ejercer diversos derechos y deberes, como la práctica de la tolerancia, el respeto, la solidaridad, el dialogo, el respeto de los derechos humanos, etc.

- Adquirir diferentes hábitos de disciplina tanto a nivel individual como a nivel colectivo.
- Respetar y apreciar las diferencias que cualquier persona pueda tener por motivos de sexo, raza, clase social o cualquier otra circunstancia.
- Desarrollar y potenciar la dimensión afectiva en el ámbito personal para que se produzcan relaciones pacíficas y democráticas con el resto de las personas.
- Potenciar y desarrollar un sentido crítico en el empleo de las fuentes de información.
- Percibir el conocimiento científico de forma correcta, teniendo en cuenta su carácter integrador, su forma de generar conocimiento y sus métodos, con el fin de aplicarlo en la resolución de diversos problemas.

- Ejercitar y potenciar el sentido crítico, el espíritu emprendedor, la iniciativa personal, la capacidad de aprender a lo largo de toda la vida y la toma de decisiones.
- Comunicar y expresar la lengua castellana y la lengua cooficial de la comunidad autónoma de forma correcta en las diferentes modalidades.
- Comunicar y expresar contenidos en una o más lenguas extranjeras.
- Comprender y apreciar las diferentes manifestaciones culturales, históricas y artísticas.
- Comprender, valorar y practicar los hábitos de vida saludable, la actividad física y el deporte para adquirir un buen estado de salud.
- Valorar y comprender las diferentes manifestaciones artísticas y el lenguaje que utilizaron éstas.

Además de los anteriores objetivos que hemos mencionado, se incluyen algunos que son específicos para los alumnos de la comunidad autónoma de Andalucía:

- Comprender y valorar las singularidades de la modalidad lingüística andaluza en sus diferentes formas.
- Comprender y estimar las peculiaridades históricas, culturales, ambientales, y sociales de la cultura andaluza.

Objetivos generales de materia.

Por otro parte, tenemos los objetivos generales de materia de Biología y Geología que han sido extraídos y resumidos de la legislación vigente, y que son nombrados a continuación:

- Conocer y empelar conceptos de Biología y Geología con el fin de interpretar, analizar y valorar diferentes fenómenos de la naturaleza.
- Aplicar estrategias científicas en la resolución de diversos problemas.

- Conocer y expresar diferentes contenidos científicos mediante el empleo de un correcto lenguaje oral y escrito.
- Conseguir información científica adecuada a través del desarrollo de un sentido crítico que permita realizar un correcto discernimiento de las diferentes fuentes de información.
- Adquirir un sentido crítico que permita alcanzar una correcta alfabetización científica para poder posicionarse en cuestiones del ámbito científico.
- Adquirir y practicar hábitos de vida saludables que promuevan el bienestar a nivel individual y social.
- Conocer y apreciar la utilidad de los conocimientos de Biología y Geología en la toma de decisiones y la resolución de problemas a nivel local y global
- Comprender y apreciar las relaciones que se establecen entre ciencia, sociedad, y medio ambiente, con el fin de resolver problemas que suponen una amenaza en la actualidad.

Objetivos específicos de la unidad didáctica.

Los objetivos específicos de la unidad didáctica son aquellos que el docente diseña para el desempeño de la unidad, teniendo en cuenta que pueden ser superados por el grupo clase y que guarden relación con la unidad didáctica diseñada. A continuación, nombramos los objetivos específicos formulados para esta unidad didáctica.

- Comprender e identificar los factores geológicos externos que determinan la erosión.
- Relacionar los distintos tipos de agentes geológicos con sus relieves característicos.
- Comprender y diferenciar los conceptos de erosión, transporte y sedimentación.
- Conocer la acción geológica de las distintas manifestaciones del agua.
- Reconocer la erosión en cárcavas en terrenos arcillosos como son las zonas del olivar.

- Comprender y relacionar el proceso de erosión con la actividad biológica del ser humano sobre el suelo.
- Conocer de forma básica las medidas de control frente a la erosión.

3.3.2 COMPETENCIAS CLAVE

La Unión Europea señala la importancia de promover una educación que capacite a los alumnos para adquirir las competencias clave como condición necesaria para que todas las personas puedan lograr un desarrollo integral en el ámbito personal, social y profesional. Se podrían definir las competencias clave como un conjunto de conocimientos, capacidades, destrezas y actitudes mediante las cuales las personas pueden resolver problemas complejos, y realizar diversas tareas de forma adecuada.

Por tanto, se trata de un conocimiento que integra una dimensión cognitiva (saber decir), una dimensión procedimental (saber hacer), y una dimensión actitudinal (saber ser y estar). Las competencias se desarrollan practicándolas, es decir que el alumnado sea capaz de aplicar los conocimientos en distintos contextos y situaciones. (Alonso y Más, 2009). Lo que va a requerir la planificación de actividades de motivación para el alumnado.

A continuación, exponemos las diferentes competencias, junto con una breve descripción de las mismas:

- **Comunicación lingüística**: Es la capacidad para emplear el lenguaje con el fin de comunicarse en un contexto social mediante la utilización de diferentes modalidades, tanto a nivel oral como escrito.
- **Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología**: Por un lado, tenemos la competencia matemática, que es la capacidad de aplicar el razonamiento matemático con el fin de solucionar cuestiones relacionadas con la vida cotidiana. Por otro lado, está la competencia en ciencia y tecnología,

que es la capacidad de utilizar el conocimiento científico con el fin de interactuar con el mundo físico de forma responsable.

- **Competencia digital:** Es la capacidad de utilizar las tecnologías de la información y la comunicación de forma segura, creativa y crítica para conseguir diferentes objetivos (conseguir un empleo, ampliar conocimiento, comunicarse o informarse)**.**
- **Aprender a aprender:** Es la capacidad que tienen las personas para iniciarse en el aprendizaje y persistir a lo largo del tiempo, de manera que el individuo se responsabiliza de su propio aprendizaje. Esta competencia implica que el individuo sea capaz de controlar y regular el propio proceso de aprendizaje.
- **Competencias sociales y cívicas:** Es la capacidad de participar en la sociedad mediante el ejercicio de una ciudadanía responsable, democrática, participativa y activa.
- **Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor**: Es la capacidad de transformar las ideas en acciones mediante el empleo de la creatividad, el interés, la iniciativa propia y la innovación.
- **Conciencia y expresiones culturales:** Es la capacidad para poder apreciar y comprender las diversas expresiones culturales y artísticas que se han generado a lo largo de la historia de la humanidad por los diferentes pueblos.

Aunque nos vayamos a centrar en **la competencia científica**, debemos saber que, la enseñanza de las ciencias debe contribuir al desarrollo del resto de las competencias (Alonso y Más 2009)

3.3.3 CONTENIDOS

Según el artículo 6 de la LOE modificado por la LOMCE, los contenidos son un conjunto de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes que contribuyen al logro de cada enseñanza y cada etapa educativa, y a la adquisición de competencias. Los contenidos se ordenan en asignaturas que se clasifican en materias, ámbitos, áreas y en función de las enseñanzas, las etapas educativas o los programas en los que intervenga el

alumnado. Los contenidos se han clasificado tradicionalmente en 3 tipos: conceptuales, procedimentales y actitudinales.

Para la presente unidad didáctica se han seleccionado aquellos contenidos que sean más relevantes para el alumnado.

CONTENIDOS	COMPETENCIAS
Factores geológicos externos.	**B,D**
Tipos de relieve	**A,B,D**
Acción Geológica del agua	**B,C**
Erosión en Cárcavas en zonas del Olivar	**A,B,C,G**
Acción Biológica del ser Humano en la erosión	**B,E,F**
Medidas de Control frente a la erosión	**C,D,E,F**

Tabla 6. Contenidos relevantes para el alumnado. Fuente: Elaboración propia.

- **Contenidos transversales**

Los contenidos transversales se mencionan en el artículo 6 del Real Decreto 1105/2014, del 26 de Diciembre. Dentro de la unidad didáctica trabajaremos varios contenidos transversales presentes en este artículo.

- **En Educación Secundaria Obligatoria, sin perjuicio de su tratamiento específico en algunas de las materias de cada etapa, la comprensión lectora, la expresión oral y escrita, la comunicación audiovisual, las Tecnologías de la Información y la Comunicación, el emprendimiento y la educación cívica y constitucional se**

trabajarán en todas las materias. Este contenido se trabajará durante toda la unidad didáctica, ya que los alumnos realizarán un trabajo de investigación en el que usarán las tecnologías de información y comunicación mediante la búsqueda de información, también se trabajará la expresión oral y escrita a través de exposiciones donde los alumnos y alumnas mostrarán al resto del grupo su trabajo de investigación.

- **Los currículos de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato incorporarán elementos curriculares orientados al desarrollo y afianzamiento del espíritu emprendedor, a la adquisición de competencias para la creación y desarrollo de los diversos modelos de empresas y al fomento de la igualdad de oportunidades y del respeto al emprendedor y al empresario, así como a la ética empresarial. Las Administraciones educativas fomentarán las medidas para que el alumnado participe en actividades que le permita afianzar el espíritu emprendedor y la iniciativa empresarial a partir de aptitudes como la creatividad, la autonomía, la iniciativa, el trabajo en equipo, la confianza en uno mismo y el sentido crítico.** Mediante este trabajo de investigación se fomentará entre el alumnado el trabajo en equipo en el que se desarrollarán estas aptitudes de creatividad y de autonomía en la búsqueda de información, el trabajo en equipo y su propio sentido crítico ante su trabajo y el de sus compañeros.

- **Los currículos de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato incorporarán elementos curriculares relacionados con el desarrollo sostenible y el medio ambiente.** En una de las últimas sesiones relacionada con el contenido de medidas de control ante la erosión, los alumnos tratarán formas sostenibles para luchar contra la erosión y se trabajarán valores que remarquen enseñen a cuidar el medio de una forma sostenible.

Los contenidos de esta unidad didáctica en una de las actividades que se van a realizar, se va a tratar de forma interdisciplinar, y cooperativa con la asignatura de educación física y el deporte.

3.3.4 METODOLOGÍA.

El currículo para la educación científica, dice que el uso de las metodologías pretende estimular la curiosidad de los alumnos sobre los fenómenos, relacionar la experiencia

práctica directa con las ideas y así desarrollar un pensamiento crítico y creativo (Alonso y Más, 2009)

En la unidad didáctica tenemos que tener como referencia una serie de principios pedagógicos y metodológicos propuestos en la legislación. El profesor tiene la capacidad de generar y motivar el interés por la asignatura, teniendo en cuenta las características y ritmo de aprendizaje del alumnado. Uno de los factores para un buen desarrollo didáctico en el aula es la seguridad del profesor, este debe poseer un gran dominio de los contenidos y de la metodología de la didáctica, esta seguridad será captada por los alumnos y producirá un desarrollo rico en la comunicación con el alumnado, como dice Fernández Pérez 1994 en su artículo de seguridad didáctica y desarrollo personal y profesional docente, el alumnado aprende no sólo lo que se le quiere comunicar, sino metodología, "lo que se practica, no lo que se predica".

Según Herrán, (2008). Lo más habitual es que los alumnos comprendan sólo para la superación de los exámenes, y que en realidad la sociedad precisa de algo más, ésta necesita jóvenes con una formación diferente que les lleve a ser, a la vez, personas competentes y maduras, que sepan autodisciplinarse, razonar, dialogar, imaginar, comprometerse, cooperar, etc. Un origen de esta posibilidad tiene algo que ver con la metodología de enseñanza. Por eso, vamos a intentar que el alumno partiendo de sus ideas previas y las adquiridas mediante la unidad a través de la indagación, investigación y el descubrimiento, despierte su interés en el problema y genere en ellos un grado de participación que les ayude a retener lo experimentado. Para la aplicación de estas metodologías se debe tener en cuenta la diversidad del alumnado y que cada uno de estos tiene un ritmo diferente de aprendizaje, y adaptarlas a ello.

Para todo esto debemos de concretar el tipo de metodología que vamos a usar con el alumnado para así cumplir los objetivos previstos para la asignatura. Existen muchos métodos de enseñanza, pero ahora vamos a citar aquellos que usaré en mi unidad didáctica:

- **Aprendizaje por descubrimiento:** Según Bruner (1996) fomenta la independencia del alumnado y los alienta a resolver problemas de forma independiente y en grupo, la información dada por el docente debe ser estructurada para que sea bien acogida por el alumnado, es decir, el docente organiza la clase de tal manera que los estudiantes aprendan a través de su participación activa. En nuestro caso el aprendizaje por descubrimiento será un descubrimiento guiado, en el que es muy importante realizar actividades que les llamen la atención y los motive. En vez de que se les explique la solución al problema, se les proporcionará los materiales apropiados, tanto en las actividades de laboratorio, como la salida de campo, y se irá animando a los alumnos a que hagan observaciones, elaboren hipótesis y comprueben los resultados.

- **Aprendizaje significativo:** El aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa, y que se relaciona con la nueva información. Por tanto, es muy importante que el docente conozca la estructura cognitiva del alumno, y consiga orientar el proceso de enseñanza para que se produzca una relación entre los conocimientos nuevos y de los que partía el alumno.

- **Aprendizaje expositivo significativo:** En mi unidad didáctica voy a incluir la enseñanza expositiva, donde el alumnado no permanecerá pasivo, si no que le haré partícipe de las sesiones, se realizará un torbellino de ideas, en la que los alumnos les vamos a dar la oportunidad de expresarse y así buscar analogías entre los contenidos nuevos y sus conocimientos previos. Según Ausubel (1983), el método expositivo puede dar lugar a un aprendizaje por recepción significativo siempre que se consiga que el alumno llegue a comprender la tarea, y que se establezcan conexiones entre los contenidos nuevos y la estructura cognitiva.

- **Aprendizaje cooperativo:** El aprendizaje cooperativo está basado en el trabajo en equipo e incluye numerosas técnicas que los alumnos tienen que llevar a cabo trabajando conjuntamente para cumplir los objetivos, de esta manera los alumnos intentan obtener resultados beneficiosos para ellos y para el resto del

grupo. En este tipo de aprendizaje es muy importante realizar una distribución equilibrada de los alumnos para que se produzca un buen funcionamiento del grupo (Johnson,1999)

- **Tics :** El uso de las tecnologías de la información y la comunicación tienen una importancia creciente en la educación del alumnado. Las últimas generaciones tienen tan interiorizados medios como el cine o la televisión, whatsapp…etc que no llegarían a considerarlos como innovaciones su uso educativo, son por esto junto con internet parte del lenguaje de su vida y por tanto un sistema educativo moderno debe incorporarlo para poder llegar hasta ellos y captar su atención. Es por esto que el uso de las tics se han hecho imprescindible en la comunidad educativa.

En nuestra unidad sobretodo vamos a trabajar el aprendizaje por descubrimiento con actividades de laboratorio y de campo. El aprendizaje cooperativo, trabajando en grupos o parejas en actividades de clase. Para ello también vamos a utilizar las Tics o recursos digitales para captar la atención del alumnado y promover un aprendizaje significativo. El uso de ordenadores para la recogida de información, los proyectores para exponer su propio trabajo de investigación, videos, imágenes, etc…. se realizará al final de la unidad un k-hoot para evaluar a los alumnos en lo aprendido.

3.3.5 TEMPORALIZACIÓN.

La unidad didáctica estará dividida en 5 sesiones, cuatro en las que se impartirán los contenidos, tanto en el aula como a pie de campo o en el laboratorio, y una para que los alumnos y alumnas expongan sus trabajos y conocimientos. Vamos a dedicar la mayor parte de las sesiones a impartir los contenidos de tal forma que el alumnado de la suficiente importancia al problema de la erosión, y de alguna forma crearles conciencia y fomentar su espíritu crítico ante esta problemática.

Para la detección de conocimientos previos al principio de cada sesión, se formularán una serie de preguntas para determinar los conocimientos que van adquiriendo sobre el tema. Estas preguntas van a ser motivadoras, para atraer la atención del alumnado y así crear debate, donde expondrán sus propias ideas y conocimientos adquiridos.

Marzo 2021

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	2	3 **1ª Sesión** **Introducción al tema, actividad individual**	4	5 **2ª Sesión** **Aula de Informática** **Actividad grupal**	6	7
8	9	10 **3ª Sesión** **Salida de campo, cuaderno de campo.**	12	13 **4ª Sesión** **Laboratorio** **Actividad**	14	15
16	17	18 **5ª Sesión** **Kahoot**	19	20 **Entrega del portafolio**	21	22
23	24	25	26	27	28	29
30	31					

Tabla 7. Temporalización de las actividades. Fuente: Elaboración propia.

- **DESCRIPCIÓN Y SECUENCIACIÓN DE ACTIVIDADES.**
  - **Primera sesión**

Exposición teórica (35 min)

En la primera sesión vamos realizar una lluvia de las ideas previas que el alumnado tiene sobre lo que es la erosión, partiendo de su idea el profesor explicará el concepto clave de la erosión y los procesos geológicos que influyen en esta, destacando más el problema de la erosión hídrica, aunque se detallará de forma más específica en las siguientes sesiones.

Después vamos a mostrar imágenes de paisajes que han sufrido cambios evidentes, con contextos geológicos totalmente diferentes, para que también se vayan familiarizando con el paisaje. Y entre todos sacarán una conclusión, que será guiada por el docente.

Actividad a realizar en clase (15min).

Seguidamente deberán responder a tres preguntas de forma individual, con una imagen de un paisaje erosionado, en este caso el entorno del Tolmo de la Ciudad encantada de Cuenca. Las cuestiones serían:

- ✓ ¿Qué es lo que te llama más la atención en la imagen?
- ✓ ¿Qué agente geológico externo consideras que ha intervenido más en esta zona?
- ✓ ¿Cómo puedes explicar que la parte de abajo está más erosionada que la de arriba?.

Al final de la sesión el alumnado entregará el cuestionario al docente, quien se lo entregará corregido para su portafolio.

  - **Segunda sesión**

Explicación de la actividad (10min)

En la segunda sesión los alumnos se desplazarán al aula de las TIC donde se realizará una actividad en parejas, para la búsqueda de información sobre la erosión en España, más en concreto en nuestra provincia.

Actividad (45min)

Los alumnos están sentados por parejas, se les repartirán unas preguntas que tendrán que responder una vez que han visualizado el vídeo.

Erosión y degradación de los suelos : **https://youtu.be/uu8GlakvKMg**

Las preguntas son las siguientes:

- ✓ ¿Cuál creéis que es el mayor problema en cuanto a pérdida de suelo
- ✓ ¿Tiene relación antrópica?.
- ✓ ¿Qué medidas se pueden aplicar a este problema?

- **Tercera sesión**

Salida de campo (2 horas)

En la tercera sesión realizaremos una salida de campo, la cual la haremos de forma integrada con el docente de educación física, ya que caminaremos e iremos a unos terrenos cercanos al centro. Las salidas al campo posibilitan el aprendizaje significativo de las ciencias de naturaleza y contribuyen a la educación ambiental y el ejercicio físico de nuestros alumnos, ya que rompen la rutina habitual de las clases y trasladan el conocimiento al mundo real, y facilitan la adquisición de habilidades.

El abanico de conocimientos que brindan las salidas al campo en esta asignatura son inmejorables sobre todo teniendo en cuenta la cantidad de espacios abiertos a la naturaleza que brinda nuestra provincia. Estas salidas mejoran el aprendizaje, y facilitan la adquisición de habilidades por su aplicación in situ, a través de la observación el análisis y el descubrimiento.

Es muy importante tener la salida muy bien planificada, y tomar las precauciones y medidas de seguridad necesarias trabajando de forma conjunta con el profesor o profesora de Educación Física. El docente explicará primeramente al alumnado, el itinerario y las paradas a realizar, teniendo en cuenta los objetivos que se pretenden

conseguir, tanto para la asignatura de Biología y Geología como para la de Educación Física.

Nuestra excursión la realizaremos durante las dos horas de clase, a una zona próxima al centro. La excursión comenzará realizando un calentamiento previo por el docente de Educación física, tendrá tres paradas en cada una de ellas se realizarán una serie de estiramientos ya que el alumnado irá caminando. Esas paradas serán una en un olivar de cultivo ecológico y otra en cultivo intensivo, y haremos una breve parada en una zona que delimita los dos terrenos que en gran parte es un cortafuegos, por el cual también podemos tratar ese tema.

El alumnado en esta excursión debe ser capaz de identificar un terreno erosionado, indentificando los factores e interacciones que lo forman. Conscientes de la importancia vegetal para evitar la desagregación del suelo por salpicadura, y del problema de la pérdida de suelo por escorrentía. Y desarrollar la capacidad para evaluar daños y planificar medidas de control.

Se les pedirá que usen de google Earth y se les entregará un mapa sobre el relieve de la zona, que al alumnado les guiará para trabajar datos como:

- ✓ Datos generales (fecha y hora).
- ✓ Datos de ubicación de parcela (término municipal, coordenadas, altitud).
- ✓ Datos Geológicos (si existe pendiente, litología, Geomorfología, afloramientos de roca..etc que el alumnado observe).
- ✓ Datos de Vegetación (Especies de árboles y su ocupación, especies de matorral y su ocupación, si hay señales de pastoreo o manejo antrópico de la zona..etc)

Apuntando en el mapa las zonas que observan más castigadas, y señalando en el mapa materiales, datos de vegetación etc..para luego realizar un cuaderno de campo. Una vez que llegamos al centro el alumnado realizará los últimos estiramientos y una actividad de relajación.

- **Cuarta Sesión**

Explicación de la actividad (10min)

En la cuarta sesión, refrescaremos concepto de erosión hídrica, pérdida de suelo, medidas correctoras, para ello pondremos en práctica los contenidos aprendidos, en la sesión anterior mediante un aprendizaje por descubrimiento así de esta forma los alumnos reforzarán lo aprendido mediante su participación activa.

Experimento (30min)

Para esto iremos al laboratorio y utilizaremos dos modelos que simplifiquen la realidad pero que permitan alcanzar conclusiones más fácilmente. Para esto se cubren las fases "explorar y explicar" del modelo EisenKraft (2003).

Estando en el laboratorio vamos a realizar un experimento para ver los efectos de la lluvia, sobre un suelo desnudo y otro provisto de vegetación herbácea. Como pudimos observar

Para ello vamos a usar dos garrafas de agua cortadas, apoyadas en una base a la cual le vamos a dar un poco de inclinación al igual que se encontraba el terreno de olivar visitado en la sesión anterior y vamos a colocar en el orificio de salida un embudo o bien un pequeño tubo de silicona, a la salida de ellos un vaso. Con una regadera y a una altura de unos 50cm vamos a verter el agua haciendo la función de la lluvia en el que los alumnos podrán observar en cual de los dos tipos de suelos se produce una mayor pérdida del material suelo por escorrentía.

Actividad (15 min)

Una vez realizado el experimento, le vamos a entregar a los alumnos una actividad a realizar en pequeños grupos, esta se llama Compara y Contrasta, en la que deberán comparar que suelo de los dos se enfrenta mejor a la erosión hídrica. Una vez realizada esta actividad los alumnos podrán responder con gran fluidez a la pregunta con la que el profesor finalizará la sesión.

- ✓ ¿Qué hemos querido comprobar con esta experiencia?

Quinta sesión (45min)

Durante la quinta sesión se realizará una prueba sobre los conocimientos adquiridos en las anteriores sesiones, mediante una aplicación llamada Khoot , para ello el alumnado tendrá permiso para usar su teléfono móvil, en el caso de que no todos los alumnos tengan móvil, se agruparán para que todos puedan realizar la prueba.

Figura.30: Juego de evaluación Kahoot. Fuente: Internet.

Khoot es una herramienta web 2.0 que nos permite crear juegos de preguntas y utilizar cualquier dispositivo con conexión a internet como pulsador. Inicialmente puede estar concebida como una herramienta para niveles educativos altos de primaria, y secundaria. Desde un ordenador se controlan y proyectan las preguntas (por lo que es recomendable contar con una pantalla o cañón). Podemos elegir el número de posibles respuestas, de 2 a 4. Una vez que aparezca la pregunta proyectada, en los dispositivos de los jugadores aparecerán cuatro botones de colores para que respondan.

Para poder iniciar el juego, debemos elegir uno desde el ordenador principal (el cual utilizará el docente) y darles a los alumnos el pin que nos saldrá en la pantalla. Los alumnos se unen a la sesión metiéndose en la página de Kahoot e introduciendo ese código

MATERIALES.

- Pizarra tradicional
- Proyector
- Power point
- Ordenador / Videos de youtube
- Google Earth
- Cuarderno de campo
- Apuntes aportados por el docente
- Móvil
- Tablet
- Libro de texto editorial SM.

3.3.6 EVALUACIÓN.

El proceso de enseñanza y aprendizaje tiene una serie de elementos que son de gran importancia, uno de los más importantes es la evaluación. Podemos definirlo como un proceso en el que se realiza una identificación y obtención de información que pueda ser considerada como útil y descriptiva sobre el valor y mérito de las metas, la planificación, la realización y el impacto de un objeto determinado. Todo esto se realiza con la finalidad de poder tomar decisiones, superar dificultades y aumentar la comprensión de los elementos que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Stufflebeam y Shinkfield, 1987).

- **Características**

Según la legislación vigente en materia de educación, la evaluación tiene que tener una serie de características que describiremos a continuación. En primer lugar, es necesario que la evaluación sea continua, es decir, se tiene que realizar a lo largo del curso con el fin de identificar obstáculos de aprendizaje, de manera que se puedan establecer acciones educativas encaminadas a promover un refuerzo educativo. En segundo lugar, la evaluación tiene que ser formativa de manera que se le proporcione

al alumno información sobre su proceso de aprendizaje con el fin de orientarlo. En tercer lugar, tendrá que ser integradora, para ello se tendrá que tener en cuenta la totalidad de las asignaturas, y su aportación en la consecución de los objetivos y las competencias que se fijan en cada etapa educativa. En último lugar, es necesario señalar que la evaluación debe ser individualizada, de manera que se tengan en cuenta las peculiaridades y singularidades de cada educando.

- **Criterios de evaluación**

Una vez marcadas las líneas generales que se seguirán en el proceso de evaluación, es necesario indicar cuáles serán las referencias que nos permitirán comprobar el grado en el que se han adquirido las competencias claves, así como los objetivos de etapa. Los referentes serán los criterios de evaluación que son fijados por la legislación educativa y que son concretados en los diferentes estándares de aprendizaje. Además, es necesario indicar que en esta unidad didáctica no solo se han utilizado los estándares de aprendizaje que propone la ley, sino aquellos específicos que permiten discernir en qué medida se han conseguido alcanzar los objetivos específicos de materia que fueron propuestos con anterioridad.

A continuación se indican los diferentes estándares de aprendizaje, y su relación en cuanto a las competencias clave.

Criterios de Evaluación	**Estándares de aprendizaje evaluables**	**Competencias clave**
Relaciona la acción eólica con las condiciones que la hacen posible e identifica algunas formas resultante	Asocia la actividad eólica con los ambientes en que esta actividad geológica puede ser relevante.	D,B
Identificar algunas de las causas que hacen que el relieve difiera de un sitio a	Identifica la influencia del clima y sus factores que influyen en los distintos tipos de relieve	A,D,G

otro		
Relacionar los procesos geológicos externos con la energía que los activa	Diferencia los procesos de erosión, transporte y sedimentación y sus efectos en el relieve	A,B,D
Analizar y predecir la acción de las aguas superficiales e identificar las formas de erosión.	Analiza la actividad de erosión, transporte y sedimentación producida por las aguas superficiales y reconoce sus efectos en el relieve	B,D,F
Indagar los diversos factores que condicionan el modelado del paisaje en las zonas cercanas al alumnado	Indaga el paisaje en su entorno más próximo e identifica algunos de los factores que han condicionado su modelado	B,D,F,G
Planear aplicar e integrar las destrezas y habilidades propias del trabajo científico	Integra y aplica destrezas propias del trabajo científico	B,D,F
Utilizar fuentes de información variada,discriminar y decidir sobre ellas y los métodos empleados para su obtención	Utiliza fuentes de información apoyándose en las TIC, para la elaboración y presentación de sus investigaciones	B,C,D,
Exponer y defender en público el proyecto de investigación realizado	Expresa con precisión y coherencia tanto verbalmente como por escrito las conclusiones de sus investigaciones.	A,B,E,F,G

Tabla 8. Estándares de aprendizaje en cuanto a las competencias clave. Fuente: Elaboración propia

- **Instrumentos de evaluación:**

  - **Portafolio:** El portafolio es una herramienta de aprendizaje y evaluación que consiste principalmente en recopilar una colección de trabajos de diversa índole realizados por el alumno, en los que se realiza una selección de los que se consideren más importantes, así como una reflexión de los mismos. Este instrumento está experimentando un considerable aumento en su empleo como medio de aprendizaje y evaluación. El portafolio surge como alternativa a los métodos de enseñanza y evaluación tradicionales, que priorizan un conocimiento de tipo estático y enciclopédico (Barbera, 2005). Si nos centramos en el ámbito de la enseñanza de las ciencias, esta herramienta promueve el pensamiento científico, esto se debe a una serie de razones que a continuación detallamos: el alumno debe utilizar evidencias que acompañen a una afirmación, tiene que considerar posibles consecuencias y debe de realizar explicaciones alternativas. Además, se facilita el espacio para que el alumno proponga nuevas vías de actuación, lo cual está muy alejado de los tradicionales métodos de evaluación que priorizan los procedimientos memorísticos (Beltrán & Barriga, 2004). En definitiva, se ha empleado esta herramienta de evaluación debido a que es más apropiada para evaluar competencias, además, promueve un tipo de aprendizaje donde el alumno se responsabiliza de la dirección que adquiere su educación. Sin embargo, se han utilizado también otros instrumentos de evaluación, ya que todas las herramientas tienen sus ventajas, pero también sus limitaciones. Además, es necesario señalar que para esta unidad didáctica se ha diseñado un portafolio cerrado para guiar al alumno en el proceso de aprendizaje, y facilitar el proceso de elaboración de este instrumento. Todos los alumnos tendrán que utilizar el mismo formato de portafolio y tendrán que incluir una serie de elementos mínimos. Sin embargo, existe una gran libertad para añadir cualquier tipo de elemento, actividad o reflexión que se considere oportuna, siempre que se cumpla con el mínimo de requisitos establecidos.

- **Rúbrica**: Se emplearán diferentes rúbricas que han sido diseñadas para poder realizar una coevaluación, de manera que el docente pueda evaluar al alumno en diferentes ámbitos, pero también al contario, buscando con ello una reciprocidad en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Criterios de calificación

Los criterios de calificación nos permiten realizar una valoración cuantitativa del proceso de aprendizaje llevado a cabo por el alumno. En esta unidad se ha decidido no realizar una prueba escrita, ya que los objetivos y contenidos de la unidad son procedimentales y actitudinales. Por lo que tendremos en cuenta la entrega del portafolio, completado con el cuaderno de campo y la actitud.

En la siguiente gráfica mostramos los criterios de calificación.

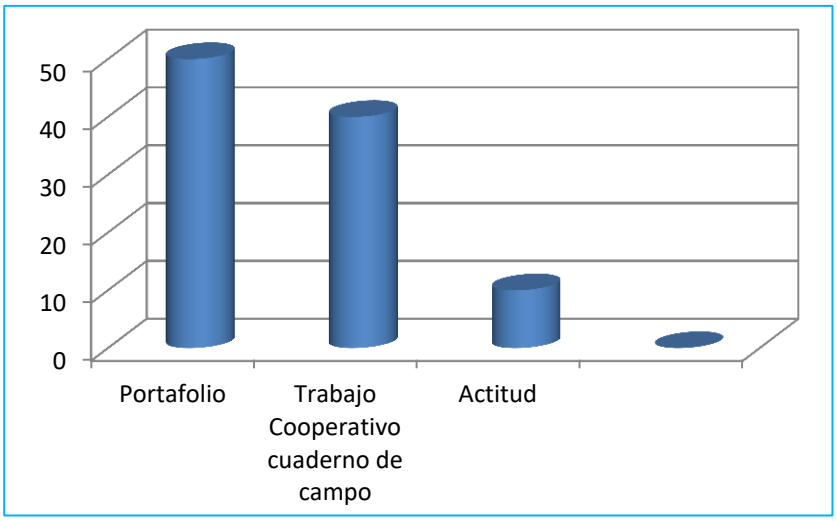

Figura .31: Gráfico de Criterios de Evaluación. Fuente de elaboración propia.

- **Recuperación**

Los alumnos y las alumnas que al final de la unidad didáctica tenga una nota total inferior a 5 tendrán que hacer una serie de actividades de recuperación. Además, tendrán que realizar la recuperación de los contenidos del bloque mediante un examen escrito que se fijará al finalizar el trimestre.

- **ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD**

En la Orden 25 de Julio de 2008, por la que se regula la atención a la diversidad de alumnado que cursa la educación básica en los centros docentes públicos de Andalucía. (BOJA nº 167, de 22 de agosto de 2008)

Los alumnos de 3º de la ESO forman un grupo bastante homogéneo si atendemos al nivel cultural, social y educativo. Sin embargo, existe variedad en cuanto a sus diferentes ritmos de aprendizaje que requiere diseñar una acción educativa adaptada a las peculiaridades del alumnado, con el fin de poder atender a todos. Por todo ello se utilizarán diferentes métodos que consigan ajustarse a los diferentes ritmos de aprendizaje de cada uno de los alumnos.

4.CONCLUSIÓN

Como dice el plan nacional de acción contra la erosión, ésta es "causa y síntoma" de la desertificación, que junto con cambio climático amenaza con convertir en desierto el 80% de España. Por ello es muy importante trasmitir el problema de la erosión, de forma atractiva basándonos en su entorno más cercano, que despierte su interés y su lado investigador, para en realidad hacerlos conscientes del verdadero problema que supone la erosión en España.

La unidad didáctica ha sido creada de tal forma que sea atrayente para el alumnado, ya que combina actividades creativas, tradicionales y modernas por el uso de las TIC que se encuentra presente en la mayoría de las actividades. Creando un ambiente de cooperación e investigación, que les despertará aún más el interés. Por lo que, dar a conocer al alumnado esta unidad didáctica, les va a cambiar la visión sobre un cultivo que ven y que tratan a diario, por el que adquirirán conocimientos y habilidades que podrán llevar de las aulas a sus vidas, poniendo en práctica lo adquirido y aprendido en el aula.

5. BIBLIOGRAFIA

Alonso, Á. V, Más, M.A.(2009). La relevancia de la educación científica: Actitudes y valores de los estudiantes relacionados con la ciencia y la tecnología. Enseñanza de las ciencias, 27: 33-48.

Aranda, S. R. (2009). Aprendizaje basado en proyectos. Revista Innovación Experiencias Educativas, 24: 1-6.

Ausubel, D.P., (1983). Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo. (Trillas: México). 19-44

Barberá, E., (2005). Evaluación de competencias complejas: la práctica del portafolio. Educere, 9: 31

Beltrán, M. R., Barriga, F. D. (2004). El portafolios docente como recurso innovador en la evaluación de los profesores. En La evaluación de la docencia en la universidad Capítulo II: 1-10. UNAM México.

Bermudez, F., Rafaelli, S (2005). La degradación de los suelos por erosión hídrica. Métodos de Estimación. Universidad de Murcia.

Blum, R.W (2005) Functions of soil. Society and Enviroment. Vol 1, 37-47.

Campanario, J. M., Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje. Enseñanza de las Ciencias, 18(2), 155-169.

Donini, H. (2021) Los procesos de erosión costera. Introducción al estudio de las mareas, las olas, las playas y sus medidas de protección. Editorial Diseño. Argentina. Capítulo 5, 36-95. 135-159.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. Enseñanza de las Ciencias, 6: 109-120.

Flórez Serrano, J. (2009). Agricultura ecológica. Manual y Guía didáctica. Ediciones Mundiprensa. Barcelona. Capítulo II y III, 37-69.

Foster, G., Renard, G. (2002.) Soil Erosion: Processes, prediction, measurement and control. WILEY. 3-4, 55-68.

Gascó Guerrero, G. (2001) Manejo del suelo en los sistemas agrícolas. Revista Edafología. Vol 13. 31-36

Gómez Calero, J.A. (2009). Sostenibilidad de la producción del olivar en Andalucía. Taguas2000. Capítulos I, II, III. 16-88

Herrán, A., Paredes, J., (2008). Metodología didáctica en Educación. McGraw hill ediciones. Madrid. Capítulo III.

Informe FAO y GTIS (2015). Resumen técnico. Estado Mundial sobre el recurso suelo. Los suelos y la seguridad alimentaria, pp 8-18.

Johnson, D., Johnson, (1999). Cooperative Learning in the Classroom. Association For Supervision and Curriculum Development. Estados Unidos: Virginia

Martínez, J., Esteve, M.A., (2006) Recursos Hídricos. El problema de la desertificación en España. Revista Ecologistas en acción. Murcia.

Menendez-Duarte, R. (2007). Incised channels and gully erosion in Northern Iberian Peninsula: Controls and geomorphic setting. Catena, 71: 267-278.

Monereo C., Castelló, F., (1999). Estrategias de enseñanza y aprendizaje. Formación del profesorado y aplicación en la escuela, 289-296.

Morgan R.P.C (2001). A simple approach to soil loss prediction: a revised Morgan–Morgan–Finney model. Catena, 44: 305-322.

Oliver y Gregory. Informe FAO (2015). Informe técnico. Agricultura Mundial. Alimentación y agricultura en entornos nacionales e internacionales, 21-24.

Pedrinaci, E. Gil, C., et al (2015). Libro de Biología y Geología 3º ESO. Editorial SM, 168-185.

PROYECTO LUCDEME (1977). Ministerio de agricultura, pesca, alimentación y medio ambiente.

Rodriguez, A., Gil J. (2011). Introducción a la agricultura de conservación. Cubiertas vegetales en el olivar. AEACSV. Junta de Andalucía. 15-16.

Francia, J.R., Martínez, A. (2011). Evaluación del comportamiento de los sistemas de manejo del suelo. AEACSV. Junta de Andalucía. 7-32

Rodríguez, N., McLaughlin, M. FAO (2019). La contaminación del suelo: una realidad oculta.

Stufflebeam, D., Shinkfield, A. (1987). Evaluación sistemática: guía teórica y práctica. Barcelona: Paidós.

Waizel Bucay. J. (2006) 1ª Edición. (2021) 2ª Edición. Introducción a la ecología vegetal y la edafología. UNAM, 58-79, 109-125.

Enlaces

www.fao.org/publications/es

www.mapama.gob.es

www.edafologia.net/proyectos

www.digitalcsic.es

Videos

Control de Cárcavas **https://www.youtube.com/watch?v=jdllQ18KHYo** 2019

FunScience **http://youtu.be/im4HVXMGI68** Erosion and Soil

Las Cárcavas **https://youtu.be/ApLnaeobS54**

Ciencia divertida: La erosión **https://www.youtube.com/watch?v=syq2BpfNDdg**

Erosión y degradación de los suelos, enfoque sistemático: **https://youtu.be/uu8GlakvKMg**