



UNIVERSITAT DE
BARCELONA

El impacto del riego sobre las tierras de secano occidentales y meridionales de Cataluña. La afectación sobre el paisaje geográfico, la biodiversidad y las aguas superficiales y subterráneas

Ángel López Sánchez

ADVERTIMENT. La consulta d'aquesta tesi queda condicionada a l'acceptació de les següents condicions d'ús: La difusió d'aquesta tesi per mitjà del servei TDX (www.tdx.cat) i a través del Dipòsit Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha estat autoritzada pels titulars dels drets de propietat intel·lectual únicament per a usos privats emmarcats en activitats d'investigació i docència. No s'autoritza la seva reproducció amb finalitats de lucre ni la seva difusió i posada a disposició des d'un lloc aliè al servei TDX ni al Dipòsit Digital de la UB. No s'autoritza la presentació del seu contingut en una finestra o marc aliè a TDX o al Dipòsit Digital de la UB (framing). Aquesta reserva de drets afecta tant al resum de presentació de la tesi com als seus continguts. En la utilització o cita de parts de la tesi és obligat indicar el nom de la persona autora.

ADVERTENCIA. La consulta de esta tesis queda condicionada a la aceptación de las siguientes condiciones de uso: La difusión de esta tesis por medio del servicio TDR (www.tdx.cat) y a través del Repositorio Digital de la UB (diposit.ub.edu) ha sido autorizada por los titulares de los derechos de propiedad intelectual únicamente para usos privados enmarcados en actividades de investigación y docencia. No se autoriza su reproducción con finalidades de lucro ni su difusión y puesta a disposición desde un sitio ajeno al servicio TDR o al Repositorio Digital de la UB. No se autoriza la presentación de su contenido en una ventana o marco ajeno a TDR o al Repositorio Digital de la UB (framing). Esta reserva de derechos afecta tanto al resumen de presentación de la tesis como a sus contenidos. En la utilización o cita de partes de la tesis es obligado indicar el nombre de la persona autora.

WARNING. On having consulted this thesis you're accepting the following use conditions: Spreading this thesis by the TDX (www.tdx.cat) service and by the UB Digital Repository (diposit.ub.edu) has been authorized by the titular of the intellectual property rights only for private uses placed in investigation and teaching activities. Reproduction with lucrative aims is not authorized nor its spreading and availability from a site foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository. Introducing its content in a window or frame foreign to the TDX service or to the UB Digital Repository is not authorized (framing). Those rights affect to the presentation summary of the thesis as well as to its contents. In the using or citation of parts of the thesis it's obliged to indicate the name of the author.

Primera parte: fundamentos

1. Introducción

Primera parte: Fundamentos

1.Introduccion

1.1. Justificación de la investigación.

No es fácil fundamentar esta investigación sin una introducción que nos haga de hilo conductor hasta llegar al fin con motivos justificados:

Surgió después de haber presentado y defendido un proyecto de tesis sobre los efectos ambientales de los regadíos. (2016/2017) Pensábamos que siguiendo aquel proyecto podríamos realizar un trabajo de investigación interesante y quizás de utilidad.

Durante el primer curso antes de presentar el plan de investigación, habíamos iniciado un trabajo sobre la localización y el nacimiento de las ciudades en el entorno de Cataluña.

Comenzamos por analizar la evolución de la población de cada uno de los más de 900 municipios de Cataluña, pronto nos dimos cuenta de que la población está mayoritariamente localizada en municipios próximos a la costa, de forma que 680 municipios se situaban a una altura msnm inferior a los 400 msnm. Estos municipios ocupan una superficie del 33,8% del territorio y agrupan al 93,73% de la población censada, de forma que en esa área la densidad de población era 649 h/km². En el resto de territorio el 66,2%, ocupado por 265 municipios que se sitúan a una altura superior a 400 msnm, en los que vivía 6,27% de la población con una densidad de 22 h/km².

Mirando la evolución de los censos de cada uno de los 265 municipios situados a mayor altitud se apreciaba una disminución sensible de la población. Ante este hecho, llegamos a la conclusión de que en el interior de Cataluña había un proceso importante de despoblación.

Pensamos que ante esta situación las administraciones a todos los niveles debían estar haciendo “algo” para aminorar los efectos de la despoblación. (estábamos en el año 2017, lejos de la reunión de presidentes de CCAA, de noviembre 2021 aquejados de despoblación).

Nos pusimos a indagar los proyectos que pudiera existir para abordar este problema, y nos encontramos con el programa de puesta en regadío de 110.000

ha brutas en las tierras de Lleida situadas en la Depresión Central Catalana en su zona occidental y meridional y en la cuenca del río Segre medio y bajo. Se trataba de los regadíos del Canal Segarra-Garrigues, denominación que venía del recorrido de este canal por las comarcas a las que atraviesa desde su inicio hasta el final.

Es una zona tradicionalmente dedicada a la agricultura y ganadería, en ella se encuentran regadíos históricos como el canal de Pinyana que data de 1.147 y riega 9.447 ha, la cequia de Torres de Segre que riega 1.507 ha, y los canales de Urgell desde 1862 regando 62.890 ha. Es la principal zona y más importante de producción vegetal de Cataluña.

Pensamos que siendo la producción vegetal la base de los alimentos tanto para humanos como para los animales (de los que se derivan las producciones de leche, huevos y carne) el proyecto debía haber tenido gran eco en la sociedad de aquella zona. La producción vegetal está asociada a la disponibilidad de agua, bien sea de lluvia como suministrándola de forma artificial mediante los regadíos y la tradición ganadera, desde antiguo ha estado asociada a la agricultura, sobre todo a las pequeñas y diversas explotaciones de carácter familiar. La zona está surcada por el río Segre y sus afluentes, esto nos parecía que representaba la oportunidad de poder aumentar los regadíos; lo pensábamos sin conocer la rígida legislación sobre el uso de las aguas públicas.

En la historia reciente, a partir del año 1945 la necesidad de alimentos para un mundo después de la guerra se hizo más acusada. Una forma rápida de obtener alimentos era aumentando los rendimientos, y esto se logró con uso intensivo de abonos minerales en tierra agotadas y contaminadas resultantes de guerras y eliminación de parásitos vegetales con la aplicación del insecticida milagroso denominado DDT; este insecticida se utilizó para erradicar todo tipo de parásitos en plantas, animales y personas. Al químico que lo formulo se le concedió el premio nobel de química 1948¹. Los resultados fueron espectaculares en cuanto al incremento de las producciones vegetales.

Esta forma de producir en la agricultura, basada en abonos minerales y Pfs, provocó la llamada “Revolución verde” primero en EEUU y después se extendió por todo el mundo para, con esa denominación, pasar a describir el importante incremento de la productividad agrícola y por tanto de alimentos.

¹ Paul Hermann Müller usado en el control de la malaria, la fiebre amarilla, el tífus y muchas otras infecciones causadas por insectos vectores. En el siglo XX fue utilizado con intensidad como insecticida pero, tras comprobar que este compuesto se acumulaba en las cadenas tróficas y ante el peligro de contaminación de los alimentos, se prohibió su uso. En el best seller *Primavera Silenciosa*, de 1962, Rachel Carson exponía todos los peligros ecológicos derivados de la utilización del DDT, llegando a alegar incluso que acabarían desapareciendo todos los pájaros del mundo si se seguía usando ese insecticida. Este concepto, obviamente exagerado, motivó que la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA) prohibiera el DDT en 1972, por una decisión política en contra del dictamen de los científicos de la EPA.

Progresivamente la producción de productos animales para obtener leche, huevos y carnes también creció de forma espectacular. A mediados de los años 50 se inicia una avicultura para producción de carne que también da paso a un crecimiento espectacular. Y desde finales los años 60 ocurre un proceso semejante con la ganadería porcina. El sistema que se utiliza en la ganadería es el estabulado. Fue un desarrollo industrializado, totalmente desligado del uso de la tierra, como anteriormente había hecho la ganadería tradicional. Tanto para la agricultura como para la ganadería el uso de abonos minerales, piensos, productos terapéuticos agrícolas y ganaderos, se utilizan ampliamente. En EEUU el uso de los plaguicidas y el deterioro del ambiente, se pone de manifiesto creando campañas en pro y en contra de los usos que se hace de los productos Pfs² especialmente de los suelos y las aguas, (crítica muy fuerte en los años 70).

Respecto al Pfs (DDT) en 1973 EEUU anuló todos sus usos. Los demás países del Primer Mundo rápidamente siguieron el ejemplo: en 1995, al menos 49 países eliminaron todos los usos del DDT debido a su persistencia y a los peligros para el medio ambiente. EEUU, reserva de grandes producciones de cereales, deja de producir por un giro en la población en contra del uso de los agroquímicos, por sus efectos en los suelos, en las aguas y en la atmósfera.

Todas estas consideraciones me atrajeron al conocer el amplio programa que se realizaba en las tierras de Lleida con los nuevos regadíos. Y procuré obtener mayor información sobre este proyecto, que en año 2017, parecía prácticamente realizado. Transcribo las notas que fui tomando en aquella fecha:

En 1977 con la aprobación del plan integral de aprovechamiento del río Segre, se contemplaba como base, el embalse de Rialb, que supuso un giro en la política de regadíos, ya que podía permitir cubrir todas las demandas de aguas vinculadas a los Canales de Urgell y al futuro Canal Segarra-Garrigues.

Las comarcas beneficiarias serían: Noguera, Segarra, Pla d'Urgell, Urgell, Segrià y Garrigues.

Los regadíos se diseñan con criterios de eficacia, para optimizar la distribución del agua, distinguiendo dos zonas regables con dotaciones de agua diferentes:

Riego de soporte para secanos con dotaciones de 1.500 m³/ha/año.

Riego de transformación de secano a regadío 6.500 m³/ha/año.

El presupuesto total de la infraestructura era de 1.543 M €. El Ministerio de Medio Ambiente y la CHE debía invertir 440 M€ en la construcción del canal principal y la estación de bombeo en el embalse de Rialb.

La Generalitat de Catalunya, debía desarrollar la red secundaria de regadío (3.500 Km) y la concentración parcelaria, todo con un presupuesto de 1.103 M€.

² Pfs. Productos fitosanitarios (insecticidas, pesticidas, herbicidas, aceleradores de la maduración, etc.)

Según la Generalitat de Catalunya, el Canal Segarra- Garrigues representaba una oportunidad de desarrollo único en les Terres de Lleida que no solo beneficiaría a los regantes, también a la industria agroalimentaria y al mismo tiempo impulsaría el asentamiento de la población en las zonas rurales y el equilibrio territorial.

Encontramos además que este gran proyecto había supuesto la construcción de dos grandes embalses y el trazado de un canal de 85 km de longitud, y la construcción de cuarenta grandes balsas de acumulación y distribución del agua, que se realizaría a presión mediante tuberías para alimentar a las explotaciones que contratasen sus servicios; el proyecto incluía el trazado de caminos rurales y un atractivo y novedosos programas en Cataluña de concentración parcelaria.

La expectación era grande, los proyectos de inversión para transformar los secanos y regadíos esperanzadora, todo el mundo veía con alegría el final de un proyecto que se había iniciado en 1964. En 1992 se iniciaron las obras y el 2000 se inauguró la presa del embalse de Rialb desde dónde se debía alimentar el canal de transporte y alimentación a las tierras destinadas a ser regadas.

Pero habría sorpresas, inesperadas sorpresas. Continuamos

España pertenece a la UE desde 1986, en aquella época la UE tenía disposiciones legislativas tales como la del Convenio relativo a los humedales de importancia internacional (Convenio de Ramsar mantenimiento de humedales de importancia internacional como hábitat de aves acuáticas desde 1971)

1979 directiva 79/409/CEE del Consejo, de 2 de abril de 1979, relativa a la conservación de las aves silvestres. En el preámbulo de la directiva se puede leer:

En el territorio europeo de los Estados miembros, una gran cantidad de especies de aves que viven normalmente en estado salvaje padecen de una regresión en su población, muy rápida en algunos casos, y dicha regresión constituye un grave peligro para la conservación del medio natural, en particular a la amenaza que supone para el equilibrio biológico.

Las especies de aves que viven normalmente en estado salvaje en el territorio europeo de los Estados miembros son en gran parte especies migratorias. Dichas especies constituyen un patrimonio común y la protección eficaz de las aves constituye un problema medioambiental típicamente trasfronterizo que implica unas responsabilidades comunes.

La conservación de las especies de aves que viven normalmente en estado salvaje en el territorio europeo de los Estados miembros es necesaria para la realización de los objetivos de la Comunidad en los ámbitos de la mejora de las condiciones de vida y de desarrollo sostenible.

Las medidas que deben adaptarse han de aplicarse a los diversos factores que puedan actuar sobre el nivel de población de las aves, a saber: las repercusiones de las actividades humanas y en particular la destrucción y la contaminación de sus hábitats, la captura y la destrucción por el hombre y el comercio al que dan

lugar dichas prácticas y procede adaptar la severidad de dichas medidas a la situación de las distintas especies en el marco de una política de conservación.

La conservación tiene por objetivo la protección a largo plazo y la administración de los recursos naturales como parte integrante del patrimonio de los pueblos europeos. Permite la regulación de dichos recursos y de su explotación sobre la base de las medidas necesarias para la conservación y la adaptación del equilibrio natural de las especies dentro de los límites razonablemente posibles.

En 1979 se firma convenio internacional relativo a la Conservación de la Vida Silvestre y del Medio Natural de Europa (Convenio de Berna) de 19 de septiembre de 1979.

El Convenio relativo a la conservación de la vida silvestre y del medio natural en Europa, hecho en Berna el 19.09.79, entró en vigor de forma general el 01.06.82. El depositario es el Consejo de Europa cuya sede está en Estrasburgo (Francia), quien, a su vez, garantiza la Secretaría del Convenio.

Este convenio debe su valor a tres características fundamentales: su carácter generalista, la concepción de la lista única de especies y la incorporación de la política conservacionista en la planificación económica, especialmente en lo relacionado con la protección de los hábitats (artículos 3 y 4). Se puede afirmar que es el primer tratado internacional que da un tratamiento general a la gestión de la vida silvestre, elaborando una serie de medidas de protección para plantas y animales, diferenciando en estos últimos, las especies estrictamente protegidas, de las que requieren medidas especiales en su gestión, e incluyendo medios de captura no selectivos prohibidos.

Otro aspecto importante que contempla el convenio es la conservación de especies migratorias, aludiendo a la necesaria coordinación internacional. Aun cuando el área del convenio se circunscribe a Europa, fue una preocupación la extensión a la fauna africana, donde invertebra una buena parte de la fauna migratoria europea. Senegal fue el primer estado africano que suscribió el convenio, después le siguieron Burkina-Faso, Marruecos y Túnez.

Este convenio ha destacado a nivel internacional por los Planes de Acción (para aves mundialmente amenazadas, para grandes carnívoros, etc.) y las Estrategias de conservación (de conservación vegetal, de especies exóticas invasoras, de invertebrados, etc.) elaborados por Grupos de expertos creados por su Comité Permanente.

El 12 de junio de 1985 se aprueba el ingreso de España y de Portugal en la Comunidad Económica Europea en una solemne sesión en el Palacio Real, pero no se hace oficial hasta el 1 de enero del 86. España había solicitado por primera vez la adhesión a la CEE en 1962.

Por lo que se transcribe al derecho español los acuerdos del Convenio de Berna sobre las aves silvestres

Es de suponer que España debía conocer totalmente las legislaciones a las que debería sumarse después de su ingreso en la UE.

Transcribe al derecho español los acuerdos del Convenio de Berna sobre las aves silvestres. Y se continúan las obras en curso para finalizar los trabajos de

la construcción básica del programa de regadío derivado del Canal Segarra-Garrigues.

En el «BOE» núm. 235, de 1 de octubre de 1986, del que destacamos los párrafos siguientes:

Cada parte contratante se obliga a:

a) Fomentar la introducción de especies indígenas de la flora y de la fauna silvestres cuando esa medida contribuya a la conservación de una especie amenazada de extinción, con la condición de que se proceda previamente y habida cuenta de las experiencias de otras partes contratantes a un estudio con el fin de investigar si dicha reintroducción sería eficaz y aceptable; b) controlar estrictamente la introducción de especies no indígenas.

Las partes contratantes podrán adoptar, para la conservación de la flora y de la fauna silvestres y de sus hábitats naturales, medidas más rigurosas que las previstas en el presente convenio.

En 2001 SEO-Bird life, (Prestigiosa, veterana y popular organización científica sobre ornitología) capitanea la presentación una denuncia contra España ante la CE por el incumplimiento de la Directiva de protección de las aves en relación con el Canal Segarra-Garrigues.

2004 el Tribunal de Justicia de las CE dictaminó que: el canal vulneraba la Directiva de protección de las aves e instaba al Estado a preservar de la transformación una representación más grande de los hábitats esteparios presentes en la zona para cumplir con la directiva.

2005 el Gobierno de Catalunya, presenta una propuesta de ampliación de la Red Natura 2000 en 236.000 ha, de las cuales 20.267 ha coinciden con las tierras que esperaban ser regadas con las aguas del Canal Segarra-Garrigues (Con esta propuesta se reduce la superficie regable un 29% a favor de las Zepa)³

La propuesta es considerada por la UE como insuficiente.

2006 el Gobierno de Catalunya, presentó una segunda propuesta de ampliación, que incrementaba más la afectación sobre las tierras a regar, concretamente hasta 27.595 ha (con esta nueva propuesta reduce la superficie regable un 39% a favor de las Zepa).

Se obtiene la misma respuesta de la UE.

2006, el Gobierno de Catalunya, aprobó definitivamente el proyecto de la Red Natura 2000, después de haber incluido las modificaciones surgidas del proceso de información pública. Se reducía ligeramente la superficie respecto a la propuesta de abril, concretándola en 26.343,6 ha (Se reduce la superficie a regar un 38% a favor de las Zepa)

Se obtiene la misma respuesta de la UE.

2009 la Generalitat presentó a información una nueva propuesta que ampliaba hasta 40.547 ha (Se reduce la superficie a regar un 58% a favor de las Zepa)

³ ZEPA: zona de especial protección para las aves.

Antes de la respuesta de la UE, se decide poner en regadío la primera explotación y el 5 de julio 2009 se inauguraba el primer tramo del canal

Respuesta de CE: cada día de riego tendría una multa millonaria.

2009 septiembre la Generalitat presentó a exposición pública su tercera ampliación de las ZEPA hasta 42.144 ha (Se reduce la superficie a regar un 60% a favor de las Zepa).

1.2. Nueva limitación del alcance de la investigación

Es a partir del conocimiento de estos hechos cuando decidimos (directores y doctorando) proseguir la investigación sobre las posibilidades de compatibilizar la protección de las aves con las puestas en regadío. De aquí que se pudiera llegar disponer de toda la información que posteriormente nos permitió la edición del mapa nº 56 en formato A3 desplegable y editable con plóter, con la situación y características de las ocho zonas de especial protección para las aves (ZEPA) localizadas en el territorio estudiado.

No obstante, estos progresos y el tiempo dedicado, en octubre del 2018, los directores, concedores, por su seguimiento de la investigación, consideraron que el conocimiento geográfico de la zona y su problemática se había alcanzado y se nos propuso, proseguir la investigación y centranos sólo en el tema aguas para disminuir el alcance de la investigación.

Desde entonces y hasta ahora el objetivo central del trabajo ha sido el de conocer el grado de afectación de las aguas subterráneas y superficiales como consecuencia del desarrollo de la actividad agroganadera en la zona estudiada.

Considerando que habiendo conocido las cantidades de fertilizantes y Pfs utilizados durante años en la zona, los efectos sobre la biodiversidad podían darse por conocidos y las alteraciones del paisaje natural en el peor de los casos serían como las producidas por los regadíos ya existentes en la zona, afectando principalmente a la comarca del Urgell y a la baja Noguera, comarcas principalmente beneficiarias del proyecto de regadío.

En cambio, los efectos sobre las aguas podrían aportar un conocimiento que de poderse valorar podría ser una interesante aportación a la investigación sobre los regadíos y sobre el medio ambiente de la zona. Extrapolable a cualquier otro territorio,

1.3. Objetivos de la Investigación

Independientemente de lo explicado en la justificación de la investigación que se recoge en los epígrafes anteriores, destacar que se trataba de conocer la afectación de las aguas superficiales y subterráneas por el hecho de ampliar la zona de regadío.

Se estimó que al estar las tierras previstas para regar en las inmediaciones de las de regadíos existentes, podía ser factible por similitud el conocer la afectación de las aguas.

Partiendo de los resultados analíticos realizados por la CHEbro en las aguas superficiales, subterráneas afectadas por las zonas regadas y también en el

acuífero de las zonas agrícolas de cultivos de secano. Continuar con su análisis nos podría servir para valorar la afectación que podría resultar como consecuencia de extender el modelo y la experiencia de los agricultores y ganaderos a las vecinas tierras para ser regadas.

Cuando decimos la afectación de las aguas, debe interpretarse:

a) Que no puede limitarse a suponer ningún posible resultado sea cual sea la magnitud de las acciones antrópicas realizadas en la zona.

b) Que previamente es necesario conocer el quimismo de las aguas, por su contenido de iones, en cada uno del centenar de puntos de control que la autoridad de cuenca (CHEbro) controla en esta zona. Tanto sean iones de procedencia natural como los inducidos por las diferentes actividades realizadas en la zona.

c) Que no se debe limitar a conocer la situación en un instante determinado, como normalmente se recogen en algunos balances de carácter anual. Debe referirse a su evolución durante todo el tiempo del que disponemos de datos.

d) Que debe estar en consonancia con 250.000 resultados analíticos que nos suministró la CHEbro, y que incluye para las aguas superficiales el periodo de 1980 a julio 2017, y para las aguas subterráneas desde el año 2000 a julio del año 2017.

e) Que, una vez conocida la evolución de las aguas, se deben identificar y evaluar los posibles vectores condicionantes del medio ambiente en la zona, que deben haber influido en la situación que se alcance. Vectores que, por su posible implicación con el tema, podrían ser: extracción de aguas subterráneas, localización de los censos ganaderos, uso de fertilizantes y productos fitosanitarios (Pfs) utilizados durante años.

f) Que deberá determinarse numéricamente la relación existente o no, entre los resultados analíticos de las aguas en cada punto de control y la proximidad o las cantidades aplicadas de los vectores condicionantes a los que nos referimos en la fase 4ª de esta investigación detallada en el diagrama de trabajo DT4.

g) Que se deberá contar con suficientes valores completos de forma que se pueda realizar un comentario y discusión en los puntos de control de las aguas superficiales y para las zonas hidrológicas que afecten a las aguas subterráneas.

h) Que deberá dar explicación a la posible presencia en las aguas de algunos o todos los metales pesados que la UE, considera de suficiente peligrosidad su presencia en las aguas.

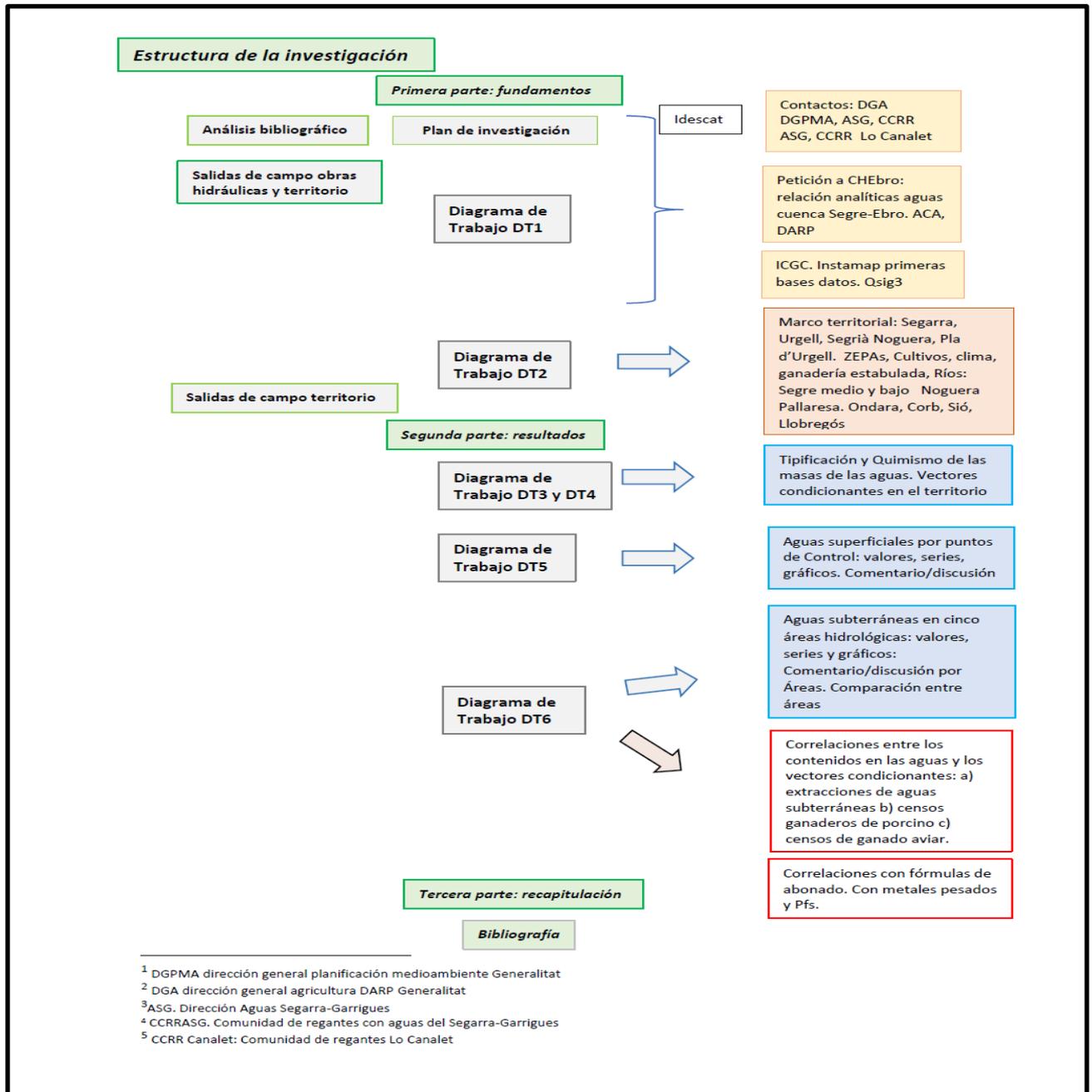
i) Que deberá valorar los contenidos iones de seguimiento, en los acuíferos y aluviales que se considere.

j) Que deberá conocer la evaluación de contaminación de los acuíferos y aluviales que se consideren en la investigación.

k) Como colofón de la investigación, debería proponerse algún método sencillo se aplicar y seguir que pudiera ser empleado como objetivo de progreso para los productores de alimentos demostrando que todo se pueda hacer mejor, y en la época y circunstancias actuales podría estar relacionado con la limitación del uso de los factores de producción como: agua, fertilizantes, Pfs. Al mismo tiempo

debería ser un procedimiento, marca, índice, norma de carácter internacional, que sirviera al consumidor conocer y distinguir al producto y al productor por su calidad, su bien hacer, y su preocupación por cuidar el medio ambiente.

1.4. Diagrama de la estructura de la investigación desde octubre 2018



1.4.1. Complemento de la estructura de la investigación.

Reflejados en siete diagramas del proceso de trabajo (DT1 a DT7, Mapas y anexos):

DT1: El conocimiento geográfico de la Depresión Central catalana. Salidas de campo. Establecimiento de contactos con: Aguas Segarra-Garrigues, CCRR, del margen izquierdo del Segre bajo. IGGC, ACA y CHEbro, Primeros soportes gráficos: mapas con Instamap en el IGGC. Herramienta definitiva para editar los mapas Qgs3. Soportes gráficos: mapas 1 al 9

DT2: Marco territorial. Comarcas incluidas en la zona de trabajo: a) actividad agrícola, factores condicionantes. Justificación de los regadíos en base a los rendimientos obtenidos. b) actividad ganadera, factores condicionantes: actividad estabulada sin tierra de cultivo. Proceso simbiótico entre las empresas integradoras y el autónomo integrador. Vectores condicionantes de la agricultura y la ganadería.

Breves análisis: a) de las producciones agraria en cuanto a los tonelajes obtenidos y su valor económico. b) Sectores de actividad de donde proceden los ingresos medios de las familias. Soportes gráficos.

DT3: Diagrama básico y fundamental del análisis de aguas, punto de partida para el desarrollo en profundidad de los diagramas de proceso: DT4 sobre la valoración inicial del quimismos de las aguas. DT5 aguas superficiales, análisis por puntos de control. DT6 aguas subterráneas, análisis por áreas hidrológicas.

DT4: Quimismo de las masas de agua y las presiones sobre el territorio. De las bases de datos de la CHEbro, a las series históricas de los puntos de control. Realización e interpretación de los diagramas hidroquímicos. Formas de presentar los resultados: PC, PCR, IB100G. Estimación de los vectores condicionantes: presiones sobre los ecosistemas.

DT5. Aguas superficiales, informes de cada punto de control: valores, serie y gráficos. Comentario/discusión por puntos de control.

DT6: Aguas subterráneas, estudio dividido en cinco áreas hidrológicas: Aluvial del Segre bajo, norte y sur. Aluvial d'Urgell, Calizas de Tàrrega, norte y sur. Informe por cada punto de control de referencia: valores, series y gráficos. Comentario/discusión por cada área hidrológica. Comparación entre las cinco áreas.

Además, investigación sobre:

a) Posibles correlaciones entre los resultados analíticos de las aguas en los PCR de cada área hidrológica y los vectores condicionantes en la superficie

próxima: a1) puntos de extracción de aguas subterráneas. a2) censos estabulados de ganado porcino y aviar.

b) Posibles correlaciones entre los resultados analíticos de las aguas y cinco simulaciones de fórmulas de abonado partiendo de los minerales consumidos y de diferentes apartaciones de los estiércoles de cerdos y aves generados cada año.

c) Posibles correlaciones entre los metales pesados en las aguas y los contenidos en suelos y calizas.

d) Verificación de la presencia de pfs en las aguas superficiales y subterráneas.

DT7: Diseño y realización de los 86 mapas de apoyo

1.5. Planteamiento de hipótesis

Las hipótesis son suposiciones en base a lo escuchado, comentado, leído y estudiado, que nos han servido para el inicio de la investigación propuesta.

a. Sobre el agua y su uso.

- La distribución y gestión del 80% del agua disponible depende de las CC. RR.
- El agua de salida de las estaciones depuradoras de aguas residuales urbanas no se reutiliza.
- Los abonos, estercoladuras y productos fitosanitarios empleados como insumos en la agricultura de secano y regadío pueden afectar a las aguas de los ríos y de los acuíferos.

b. La biodiversidad.

- No se conocen los resultados sobre los efectos que ocasionan sobre la biodiversidad los insumos agrícolas y ganaderos.
- Es de difícil compaginación labores agrícolas mecanizadas, regadíos el uso de agroquímicos y diversidad vegetal y microflora.

c. Pérdidas del agua.

- De la dotación de aguas para riego, que concede la autoridad de cuenca a la zona específica que estudiamos, ¿qué cantidad de recibe en las parcelas regadas? ¿qué cantidad utilizan las plantas?

2. Bases teóricas y estado del arte

2.1. Introducción.

El estado del arte de un trabajo multidisciplinar realizado desde una Facultad de Geografía, no cabe duda que debe comenzar por relatar los hechos de la historia geográfica en los que se basa el conocimiento actual de esta ciencia. Recogemos la evolución del pensamiento geográfico, basándonos en la opinión de geógrafos de los últimos tiempos que con gran conocimiento histórico lo han relatado.

En segundo lugar, tratándose de un trabajo que se relaciona con la antiquísima técnica del regadío agrícola, nos ha parecido necesario hacer una referencia histórica a la geografía rural; ésta es una especialidad de la geografía que se debe considerar como fundamental al tiempo que se hace referencia a los espacios geográficos donde se aplica la técnica del regadío. Como en el caso anterior hacemos referencia a los autores de mayor renombre en esta parte de la ciencia geográfica.

En tercer lugar, al ser multidisciplinar nuestra investigación, es del todo necesario citar los principios de las ciencias del suelo de uso agrícola; para este fin hemos recurrido a artículos donde se relatan los inicios recientes de la ciencia edafológica. Y dentro de ella a la mecánica, elemental, pero fundamental de la interacción entre los minerales que se encuentran en el suelo, su tamaño y la materia orgánica que, en mayor o menor grado, se encuentra en los suelos agrícolas. De ahí que por la importancia que consideramos que tiene dediquemos unas páginas para citar la función del complejo arcilloso húmico y su relación con la operabilidad de almacenamiento y suministro de nutrientes a las plantas.

En cuarto lugar, siendo las plantas las destinatarias de los nutrientes que se encuentran en los suelos y el agua el vehículo fundamental para transportarlas desde el suelo a su interior, nos ha parecido, que, deberíamos hacer referencia al gran proceso que se realiza en las plantas partiendo de un componente del aire y del agua ayudado por la energía solar. Como el lector puede suponer me estoy refiriendo a la función clorofílica, sin la cual la vida en el planeta Tierra sería imposible.

Con este gran proceso fisiológico que se realiza en las plantas, nos hubiera parecido normal entrar en su más íntimo particularísimo mecanismo de sintetizar los aminoácidos que permiten formar las cadenas de proteínas, que posteriormente servirán de alimentos de los seres vivos del planeta. Pero sin relacionarlo, si efectuamos una síntesis de las funciones que realizan los fertilizantes minerales que forman parte de los abonados tradicionales, nos referimos al nitrógeno, al fósforo y al potasio.

Con este proceso quisiéramos llamar la atención sobre la necesidad de los nutrientes para las plantas, los porcentajes de estos que se encuentran en los tejidos deshidratados de las plantas principales, comparados con las cantidades que se vienen utilizando de forma habitual y los problemas que representa su uso excesivo, en cuanto a lo que representan para un mantenimiento de los

recursos sostenible que tiene el planeta, para la preservación del medio ambiente, y para la producción económica de los alimentos.

Por último, dedicar un espacio para repasar cual es la situación de la técnica de los regadíos, que sin querer repetir lo que todos sabemos, es importante por el acuciante problema que se prevé en un horizonte cercano: no se podrá disponer del agua como lo estamos haciendo ahora. El ciclo hidrológico es inmutable, el agua de que dispone el planeta solo varia en su estado y por las sustancias que ha disuelto o lleva en suspensión.

Lo decimos en las conclusiones, y lo repetimos varias veces en este trabajo, pero creo conveniente también citarlas ahora: no se trata de no consumir agua ni nutrientes, sino de consumirlos mejor.

Esto quiere decir que simplifiquemos sus uso y no alteremos los suelos y alteremos el normal desarrollo de las plantas con los excesos de agua y nutrientes. El exceso de agua y nutriente crea alteraciones fisiológicas en las plantas, aumenta los costes de producción que finalizan arrastrados por la aguas y creando suelo fitotóxicos. El agua contaminada de forma innecesaria, será más costoso y difícil de recuperarla eliminado las materias disueltas o en suspensión. De esta forma, igual que ocurre con el proceso hidrológico podríamos volver a usarla.

Vamos a poner de manifiesto que en agricultura de regadío en las zonas donde el agua es más abundante, su uso tiende al despilfarro, y se continúa con procedimientos de regadío que no son los óptimos. En cambio en las zonas con menos posibilidades hidrológicas el ahorro del agua es mucho más riguroso.

2.2. Fundamentos de la Geografía en general.

La geografía es un disciplina académica y un tema de estudio que explora (y promueve el pensamiento crítico) a ese respecto no indica como está organizado el mundo, los modelos existentes y los modelos existentes en la realidad o que los seres humanos crean en su cabeza, las interconexiones del medio físico y el humano. En resumen, la geografía ofrece una importante ventana critica a la diversidad natural y a la naturaleza del planeta que alberga a la humanidad.

La búsqueda de la comprensión geográfica ayudó a dotar de sentido al mundo circundante. Esta búsqueda tiene su raíz en la curiosidad humana por lugares distintos al propio. Esta búsqueda es inacabable. (Murphy. A. 2014).

Conceptos geográficos básicos, como son el espacio, territorio, lugar, escala, paisaje, región, continúan hoy como antes. El vertiginoso crecimiento de los sistemas de información accesibles a una gran mayoría lo está revolucionando todo.

Como ejemplo de estas nuevas informaciones se pueden mencionar las revelaciones que la configuración de las masas terrestres y la disposición espacial de sus formas ofrecen acerca del movimiento de las placas tectónicas , la influencia de las fronteras sobre el acceso a los recursos , la manera en que la organización de las ciudades modela las pautas de actividad de las personas

y de cómo las localidades de los centros de salud y las tiendas de comestibles favorecen a ciertas comunidades y perjudican a otras.

Según Haley Mooney, ecólogo de Stanford, ha sugerido que estamos viviendo en la era del geógrafo: una época en que la disciplina formal de la antigua preocupación de la geografía por la transformación de la organización espacial y el carácter material de la superficie de la Tierra y por las relaciones recíprocas entre los seres humanos y el medio ocupa un lugar cada vez más importante para la ciencia y la sociedad. (Murphy 2014)

Cuando una disciplina es el resultado de una larga evolución histórica es lógico que haya sufrido transformaciones en su concepción y en los objetivos sustantivos. Como disciplina desde fines del siglo III a.C., ha sido tenida como arte, disciplina, ciencia y profesión (Siso, G. 2010).

La sustancia que la domina, incluye al menos cuatro enfoques: ambiental, regional, espacial y humanística. Geografía de Eratóstenes (276-194 a.C.) (Capel y Urteaga 1982)

Heródoto de Halicarnaso (484-425 a. C) es reconocido como uno de los primeros geopolíticos, puesto que consideraba el saber geográfico como estratégico. Estrabón (64 a.C. 20 d. C) incorporó la técnica de la observación directa, principio positivista, fundamento de lo que sería la geografía regional a partir del siglo XVII (Capel y Urteaga 1982). Tolomeo (90-170) calculó el tamaño del planeta, expuso por primera vez el modelo geocéntrico, con el que decía que la tierra era el centro del universo (ob. cit. 1982)

Durante la edad media sufre una pausa la disciplina, en el que mantuvo un carácter descriptivo.

En la edad moderna (siglos XVI-XVIII) como consecuencia de los avances cartográficos, las innovaciones tecnológicas en navegación náutica, se realizaron descubrimientos importantes a nivel mundial. Descubrimientos que permitieron realizar la cartografía de los continentes y aumentar el conocimiento geográfico del mundo.

En el siglo XVI aparece el Atlas Mercator (1595) que incorpora el uso de proyecciones cartográficas para solucionar la dificultad de representar superficies esféricas sobre documentos planos (Capel y Urteaga 1982). La aceptación del modelo heliocéntrico presentado por Copérnico (1473-1543) y el desarrollo de la ley de la gravitación universal de Newton (1642-1727) supondrá un gran impacto en los campos de la física, astronomía y la geografía.

En este periodo Barnando Vareno (1622-1650) publicó en 1650 su Geografía General, en ella introduce la división de la ciencia en geografía general (la que actualmente denominamos sistemática) y geografía regional que Vareno la llama especial.

La geografía general, sobre todo física y astronómica, estudia la Tierra en su conjunto, la geografía especial estudia la situación de cada una de las regiones

del planeta, su división y sus límites, incluyendo los aspectos humanos (Capel y Urteaga 1982). Esto representará la incorporación de nuevos conceptos en el estudio de la geografía, que provocará una redefinición de su objetivo de estudio que, hasta entonces era origen de la división en ramas y subramas que comprende esta ciencia.

La contribución más destacada en este periodo de debe al filósofo Immanuel Kant (1724-1804) y al naturalista Alejandro Humboldt (1769-1859). Estos al analizar las formas de organización del conocimiento científico, clasificaron a las ciencias en tres categorías: sistemáticas, corológicas y cronológicas.

El esquema de geógrafos contemporáneos bajo el modelo de matriz geográfica (Barry 1964) según esta, en el conocimiento geográfico están representadas las tres dimensiones y se les corresponde con los tres campos tradicionales de la búsqueda geográfica: geografía regional (dimensión corológica), geografía sistemática o tópica (dimensión sistémica) y geografía histórica (dimensión cronológica.)

Estos aportes extraordinarios fortalecieron a la ciencia geográfica del siglo XIX al presente. Se comienza este periodo con dos académicos excepcionales: Alejandro Humboldt (1769-1859) considerado por casi todos los tratadistas de la historia geográfica como el padre de la moderna ciencia geográfica (Capel, H, 1981) y Karl Ritter (1779-1859) reconocido como cofundador.

Humboldt destaca por su formación científico-enciclopedista, que trabajó en botánica, historia natural, mineralogía, matemáticas, física, y economía política (Capel y Urteaga 1982), además de investigar en etnografía, antropología, zoología, ornitología, climatología, oceanografía, astronomía, geografía, geología y vulcanología. Lo que de forma permanente ha provocado una eterna discusión entre quienes le consideran más un naturalista que geógrafo.

Su visión fue holística¹, tratando de entender el todo y las mutuas relaciones entre los seres vivos (incluyendo al ser humano) y la naturaleza. Sus aportes siempre son de carácter integrador de las diferentes disciplinas, No estudió los fenómenos físico naturales aisladamente, sino que examinó sus relaciones recíprocas y su distribución, siguiendo el principio de coordinación, que es la base de la investigación geográfica (Siso, G. 2010).

Ritter se dedicó al estudio y a la enseñanza, fue el primer catedrático de geografía de la universidad de Berlín (Capel y Urteaga 1982). El objeto principal de su obra: explicar las relaciones entre el medio físico natural y la vida del ser humano, prestando menos atención a los fenómenos físicos, y mostrando su estilo determinista. Sus obras no tuvieron un reconocimiento inmediato para el desarrollo de la ciencia geográfica. Les siguió una década de paralización y vacío (Capel, H. 1981).

A finales del siglo XIX Friedrich Ratzel (1844-1904) revitalizaría la disciplina geográfica. Catedrático universitario, edito sus dos mejores obras: Antropología (1891) y Geografía Política (1897) que aportaron las bases de un nuevo modelo

¹ Definición RAE de «holismo» según el Diccionario de la lengua española: Doctrina que propugna la concepción de cada realidad como un todo distinto de la suma de las partes.

geográfico. Influido por las teorías darwinianas del evolucionismo, propuso la tesis de. *“Los hombres en grupos, comunidades o naciones, se habían dispersado, florecido o declinado en una manera similar a las de las comunidades de animales o plantas”* (Siso 1982) siguiendo planteamientos organicistas, lo que daría lugar a una de las doctrinas más polémicas que se ha gestado en la disciplina: el determinismo² ambiental o geográfico. Esto daría origen a la tradición ambiental en geografía, según el cual el propósito esencial de esta ciencia es el estudio de las relaciones entre el ser humano y su medio ambiente natural

Además, se basó en el positivismo³, que considera que las fuentes exclusivas para lograr información geográfica válida acerca del mundo real son las experiencias sensoriales humanas.

El evolucionismo⁴, por su parte, aporta a la geografía, procedente de la biología, el concepto de organismo, propio de las ciencias naturales (Capel y Urteaga 1982) La doctrina determinista⁵ fue considerada inflexible; un nuevo enfoque el posibilismo⁶, considera las características de la vida regional como el resultado del conjunto de posibilidades locales, frente al ambiente y su forma de explotación, donde destacó Paul Vidal de la Blanche (1845-1918) considerado como padre de la geografía humana.

Este último, organizó unas escuelas de pensamiento geográfico, en Francia, que influyó durante la primera mitad del XX, enfrentada a la escuela determinista. El posibilismo implica una renuncia al encadenamiento causal de los hechos y a la búsqueda de leyes generales y rigurosas. Su principal contribución, consiste en la introducción del concepto de geografía regional. Esto permitió de nuevo un cierto regreso a la tradición regional, donde el concepto central es la región geográfica.

Los estudios geográficos pasaron a ser considerados estudios regionales y la geografía pasó a ser una ciencia de síntesis, lo más destacado es que estudia las relaciones entre el ser humano y su medio (Capel y Urteaga 1982). Cada región geográfica es única y la misión del geógrafo es identificarlas y delimitarlas, lo importante es estudiar las diferencias entre una región y otra, y dentro de la misma región. Esta forma de proceder imposibilita la formulación de leyes generales y universales.

Esta metodología de estudio exigía que los geógrafos debían comprobar por experiencia propia (estudio y trabajo de campo) los hechos geográficos tanto físicos

² Determinismo: doctrina filosófica según la cual todo fenómeno está prefijado de una manera necesaria por las circunstancias o condiciones en que se produce, y, por consiguiente, ninguno de los actos de nuestra voluntad es libre, sino necesariamente preestablecido.

³ Positivismo: teoría filosófica que considera que el único medio de conocimiento es la experiencia comprobada o verificada a través de los sentidos.

⁴ Evolucionismo: la evolución biológica es el conjunto de cambios en caracteres fenotípicos y genéticos de poblaciones biológicas a través de generaciones.

⁵ Determinista: el determinismo es una doctrina filosófica que sostiene que todo acontecimiento físico, incluso el pensamiento y las acciones humanas, están causalmente determinados por la irrompible cadena causa-consecuencia y, por tanto, el estado actual «determina» en algún sentido el futuro.

⁶ Posibilismo: el posibilismo geográfico o voluntarismo geográfico son denominaciones de la escuela geográfica y la orientación metodológica de la ciencia geográfica que nace por oposición al determinismo geográfico. Entiende las relaciones entre los grupos humanos y el medio ambiente como la explotación de la naturaleza por el humano en función de las técnicas y las elecciones que hacen los propios humanos que las desarrollan.

como humanos y sus relaciones entre ellos. Así trató de la incorporación del método inductivo⁷ que va de lo particular a lo general, y que sólo concibe generalizaciones cuando en varios casos se puede comprobar empíricamente⁸ un asunto.

Surge el neopositivismo, que insiste en la unidad de las ciencias, en su objetividad, y en la búsqueda de leyes generales que conduzcan hacia la predicción⁹ (Capel y Urteaga 1982), con la utilización de técnicas estadísticas y matemáticas se alcanzó la revolución cuantitativa¹⁰, con la que se daría paso a la nueva geografía (Claval, 1979).

Ello permitió el desarrollo de la posición probabilista¹¹, la cual admite un compromiso entre ambientalismo¹² y posibilismo¹³, al considerar patrones alternativos de conducta en localidades o ambientes particulares (Siso, G. 2010).

Posteriormente se regresa al enfoque nomotético¹⁴ : existe un orden establecido que genera similitudes en la organización del espacio geográfico, y que se deben buscar verdades universales, patrones comunes y no rasgos particulares o regionales. Se puede agregar que la finalidad última de la geografía es la construcción de modelos y de la formulación de leyes y teorías espaciales, deja de ser concebida como una ciencia regional y pasa a ser considerada como una disciplina espacial, localizacional y distribucional. Dando así lugar al nacimiento de la tradición espacial y el método deductivo, que va de lo general a lo particular, se considera el más apropiado (Siso 2010).

A partir de los años 70, surge una posición denominada tradición humanística, que destaca los aspectos humanos (valores, objetivos, propósitos considerada como antropocéntrica (Capel 1981). Se desarrolla una geografía cualitativa, que sustituya al modelo cuantitativo y que además sustituya el enfoque objetivo, abstracto, mecanicista y determinista del hombre (Capel 1981). Esta visión geográfica como ciencia fundamentalmente humana, tiene sus antecedentes hacia mediados del siglo XX, cuando los geógrafos deciden aplicar sus conocimientos para la solución de los problemas más graves de la humanidad.

⁷ El método inductivo es una estrategia de razonamiento que se basa en la inducción, para ello, procede a partir de premisas particulares para generar conclusiones generales. En este sentido, el método inductivo opera realizando generalizaciones amplias apoyándose en observaciones específicas.

⁸ Empírico, algo está basado en la práctica, experiencia y en la observación de los hechos.

⁹ Acción de anunciar un hecho futuro "el descubrimiento y la predicción de hechos nuevos y sorprendentes motiva considerablemente la investigación científica.

¹⁰ La revolución cuantitativa se introdujo por primera vez en las universidades de Europa con el apoyo de estadísticos y geógrafos de los Estados Unidos y Europa. La revolución surgió por primera vez a finales de 1950 y principios de 1960 y elevó la credibilidad de la geografía.

¹¹ La que se apoya en recursos estadísticos y de probabilidades.

¹² Variado movimiento político, social y global que defiende la protección del medio ambiente para satisfacer una necesidad humana, incluyendo necesidades espirituales y sociales.

¹³ Referencia anterior nº6. Entiende las relaciones entre los grupos humanos y el medio ambiente como la explotación de la naturaleza por el humano en función de las técnicas y las elecciones que hacen los propios humanos que las desarrollan.

¹⁴ El enfoque nomotético implica tratar de hacer generalizaciones sobre el mundo y comprender patrones sociales a gran escala.

La planificación urbana, el uso del suelo, la necesidad de ordenar el territorio empleo de los recursos naturales, trae un nuevo papel social del geógrafo. Y surge el concepto de geografía aplicada, como la aplicación del conocimiento geográfico para la solución de problemas de la sociedad (Siso, G 2010). La geografía deja de ser concebida como una ciencia de síntesis regional, para ser vista como una disciplina cambiante, dinámica, activa y aplicada.

La geografía aplicada invita hacer reconocimientos de campo, recolección sistemática y objetiva de hechos, para su análisis y posterior estudio cartográfico.

El geógrafo empezó a ser considerado como un especialista en planificación regional y en organización territorial.

Hoy en día tanto ecólogos como los biólogos emplean técnicas geográficas para representar y analizar la distribución de las especies, los científicos sociales muestran un creciente interés en la importancia fundamental que las diferencias entre distintos lugares revisten para los procesos sociales que estudian, está en rápido desarrollo una nueva literatura interdisciplinar en derecho y geografía, aumenta la atención a disciplinas híbridas como la geo arqueología y la lingüística, y, finalmente los humanistas empiezan a interesarse por la importancia del sentido del lugar a la hora de pensar en uno mismo y en la relación con los demás. Las perspectivas y las herramientas de la geografía arrojaron luz sobre dónde suceden las cosas, por qué ocurren precisamente donde ocurren y la influencia que los escenarios geográficos ejercen sobre los procesos físicos y humanos. (Murphy 2014)

2.3. Tradiciones y corrientes en geografía

En la actualidad se considera que se pueden distinguir, al menos cuatro Tradiciones con múltiples corrientes geográficas.

Tradición regional, se asocia a viajeros y exploradores, tiene su fundamento en el trabajo de campo. Es empírica y requiere la observación directa y se basa en el método inductivo La elaboración de monografías regionales constituyó su fundamento esencial.

- Diferenciación regional. No se limita a la descripción de las diferencias regionales, sino que las sustenta mediante el análisis de las combinaciones de los elementos geográficos que las definen. Concibe la geografía de manera integral, que primero analiza los elementos físicos, naturales y humanos para llegar a una síntesis final.
- Paisajismo. Asume que la geografía es el estudio de la sucesión de los paisajes terrestres y de cómo estos evolucionan en el tiempo histórico y se producen modificaciones en el escenario geográfico. Los paisajes geográficos son las formas como se perciben visualmente las regiones geográficas, y que evidencian cómo los paisajes naturales se transforman a través del tiempo, en paisajes culturales.
- Ordenación territorial. Considera a la geografía como ciencia aplicada y como técnica administrativa, que procura la ocupación racional del

territorio, mediante la aplicación de normativas (planes de ordenación) que permitan y prohíban determinados usos de la tierra, el desarrollo socioeconómico y equilibrado de las regiones, la calidad de vida, la protección del medio ambiente y la utilización racional del territorio.

- Tradición ambiental. La geografía como ciencia que estudia las relaciones entre el ser humano y su ambiente. Ha compartido con la tradición regional el favoritismo de la mayoría de los geógrafos del siglo XIX y principios del XX y se pueden reconocer tres corrientes bien definidas:
 - Determinismo ambiental. La geografía se considera como una ciencia causalista, sujeta a rígidas leyes de causa a efecto, la cual genera una conducta de estímulo respuesta en el ser humano
 - Posibilismo. La naturaleza y el grupo social se amoldan a través del tiempo, en una malgama compleja, que conforma una región única, con personalidad propia, y que genera en sus habitantes un género de vida particular. El equilibrio hombre-tierra da lugar a la posibilidad de delimitar regiones características., que apoyan la idea de que la geografía por su carácter ambiental es definitivamente una ciencia de síntesis regional.
 - Ecologismo Ve a la tierra como una ciencia ecológica que adopta el concepto de ecosistema. Durante los años 1950 la interconexión recíproca entre sistemas sociales y los ecosistemas dieron lugar al concepto de ecosistemas humanos (Siso, G 1977)
- Tradición espacial. La incorporación de las técnicas estadísticas y matemáticas en geografía, durante lo que hemos denominado revolución cuantitativa, emerge la óptica de la geografía como ciencia espacial.
 - Análisis locacional. Se sitúa como centro del análisis geográfico el estudio de la localización. Se incorporan métodos y técnicas de otras disciplinas, alcanzándose un gran intercambio multidisciplinar. Se adopta el método deductivo se introduce el uso de hipótesis y se considera a la geografía como una ciencia que procura la elaboración de leyes y la formulación de teorías espaciales. Se utiliza el espacio geográfico, donde se pueden cuantificar distancia, flujos e interacciones, y elaborar modelos geográfico-espaciales. La geografía pasa a ser una ciencia que busca el desarrollo racional de leyes y teorías que procuran explicar y predecir la localización. Se tiende hacia la unicidad de la ciencia, y a la desaparición de la división entre una geografía física y otra humana.
 - Organización espacial. Se plantea la participación en grupos de trabajo multidisciplinarios, en los cuales el aporte del geógrafo es el análisis espacial de los fenómenos ambientales, sociales o económicos estudiados por otros profesionales. Se trata de una faceta de la disciplina que busca superar los aportes más bien locales de la geografía regional aplicada.

- Tradición humanística. Se le denomina así dado su carácter antropocéntrico, ya que considera que la geografía estudia el comportamiento, ambiental, y espacial, del ser humano. (Siso, G. 1891)
- Radicalismo. Propone que la geografía se considere como una ciencia crítica y subjetiva, que debe cumplir un papel de compromiso social y contribuir con una mayor justicia y equidad social en el espacio (Siso, G 1982)
- Estructuralismo. La cartografía es la herramienta fundamental de expresión geográfica y, en los mapas y planos, el geógrafo reproduce signos pictóricos y geométricos que representan hechos geográficos, (líneas para carreteras y fronteras, círculos para centros poblados; áreas para regiones; flechas para flujos; curvas para isóneas y gradiente etc.)
- Las especialidades geográficas.
La complejidad de la ciencia geográfica se evidencia si consideramos la multiplicidad de especialidades. La rapidez con que han ocurrido los cambios en materia científica y tecnológica en los últimos años, hace difícil hacer predicciones sobre las tendencias de un futuro cercano. La tendencia a la globalización abrirá más y mejores caminos de comunicación
- La transferencia de data¹⁵ en tiempo

2.4. Campos de la Geografía rural

La Geografía Rural se dedica especialmente al estudio de los factores productivos de la actividad agraria, y a la explicación de las características dinámicas y estructurales de los paisajes agrarios resultantes, pero también se ocupa de interpretar y valorar el conjunto de la realidad rural.

Estudia las transformaciones del estudio rural de acuerdo a la economía de un país, la distribución de la propiedad, las migraciones y desplazamientos de población, los problemas técnicos de producción, la problemática ambiental y la cultura.

El objetivo de la geografía rural sería comprender en un mismo movimiento, la evolución socioeconómica de la vida rural y la dinámica de su entorno agroecológico, para aprender la realidad global de las combinaciones agrarias que se suceden a lo largo de la historia. (Serelles 2007)

Geografía rural: estudia el mundo y los espacios rurales, las actividades económicas (agricultura, ganadería, turismo), los asentamientos y problemas de estas áreas (despoblación, problemas económicos y ambientales etc.).

¹⁵ Transmisión de datos, transmisión digital o comunicaciones digitales es la transferencia física de datos (un flujo digital de bits) por un canal de comunicación punto a punto o punto a multipunto. Ejemplos de estos canales son cables de par trenzado, fibra óptica, los canales de comunicación inalámbrica y medios de almacenamiento.

Campos de la Geografía rural.

Algunos autores se refieren a la Geografía Agrícola y otras a la Geografía Agraria, La Geografía Humana de la agricultura se desarrolló con el nombre de Geografía Agraria y la Geografía Económica dedicada a la agricultura pasó a ser conocida, sobre todo entre los geógrafos franceses, como Geografía Agrícola. Durante los últimos tiempos predomina el término Geografía Rural. (Segrelles, 1991)

- **Evolución de la Geografía Rural**
- Durante el siglo XVIII.

La Geografía Rural ocupa un lugar destacado y prácticamente exclusivo en las investigaciones geográficas, ya que las actividades agropecuarias configuraban la base económica de casi todos los países

*El interés se centra más en los paisajes agrarios, las producciones y las explotaciones y menos en los colectivos humanos que los crean, las prácticas de cultivo que adoptan y las condiciones socioeconómicas y políticas en las que se desarrollan sus actividades.

Las investigaciones se reducían al estudio particular de la morfología agraria y el hábitat y poblamiento rurales. (George, P 1975.)

- Primera etapa en el estudio de la Geografía Rural

Los estudios rurales constituyen la columna vertebral de la interpretación del paisaje.

El tratamiento y análisis del medio rural alcanza su esplendor en la escuela regional francesa fundada por P. Vidal de la Blache, hasta el punto de que lo rural y los regional son conceptos que prácticamente se consideran sinónimos en el enfoque posibilista de esta escuela.

La Geografía Rural se fundía e identificaba plenamente con la misma investigación geográfica

En España, el predominio de los estudios agrarios es casi exclusivo en el seno de un enfoque geográfico con acentuado carácter regional.

Los temas rurales superan a los que tienen como objeto la Geografía Urbana o la Geografía de la Industria. (Ávila Sánchez, H. 2015)

- Segunda etapa en el estudio de la Geografía Rural

Tras la Segunda Guerra Mundial, las cuestiones agrarias pierden relevancia como consecuencia de la creciente importancia de la industria y la urbanización en los países desarrollados, y de los profundos cambios metodológicos y analíticos de otras ramas de la Geografía Humana (Urbana, Transportes, Comercio, Industria)

La economía de los países desarrollados deja de ser eminentemente agropecuaria, y los estudios geográficos urbanos e industriales comienzan a multiplicarse.

La reacción contra el posibilismo regionalista y el desarrollo de los objetivos y métodos de la Geografía teórico-cuantitativa contribuyen a la nueva situación. Hay una transformación fundamental en los temas, enfoques y métodos de la Geografía Humana

La Geografía neopositivista se distingue por la utilización de métodos cuantitativos, la aplicación de teorías sobre localización y el enfoque sistémico. Es una ciencia de análisis que busca asociaciones espaciales, pudiendo transformarlas en modelos y leyes. (Ávila Sánchez, H 2015)

- Tercera etapa en el estudio de la Geografía Rural

Durante este periodo, la Geografía francesa se desarrolla en un ambiente de cierta continuidad respecto a la etapa anterior. La Geografía neopositivista llega más tarde, con autores como V. Rey o M. C. Robic.

En la investigación geográfica española siguen predominando las temáticas rurales y no se abandona la influencia de la escuela regional francesa, cuyos postulados imperan hasta prácticamente nuestros días. No hay ruptura ni siquiera discontinuidad con la tradición agrarista de las décadas pasadas.

- Cuarta etapa en el estudio de la Geografía Rural

Resurgen los estudios de Geografía Rural con temáticas, metodologías, objetivos y enfoques alejados de las investigaciones agrarias tradicionales. Se pretende dar respuesta a las profundas mutaciones que experimenta el medio rural en los países industrializados.¹⁶

Comienza a ser cuestionado el enfoque teórico-cuantitativo y ganan terreno los postulados de la Geografía marxista, crítica o radical, donde se analizan los intereses encontrados por el uso del suelo, y se explica el espacio rural como un conflicto social entre varios grupos con estrategias distintas

George, P. abandona el enfoque paisajístico y analiza las cuestiones sociopolíticas en las que se desarrollan los sistemas agrarios

La reacción contra la Geografía neopositivista también inspira el surgimiento de la Geografía humanista, que retoma el concepto de paisaje, comienza a utilizar el de lugar y estudia el espacio rural desde un punto de vista holístico, antropocéntrico, experiencial y existencial

- Quinta etapa en el estudio de la Geografía Rural

¹⁶ Monográficas de la Caixa d'Estalvis de Catalunya: Catalunya Comarcal (1985)

La Geografía Rural vuelve a ocupar un lugar privilegiado en los estudios geográficos. Los estudios rurales se abordan ahora de manera más amplia, diversificada y multidisciplinaria de lo que era habitual.¹⁷

Un ejemplo de lo anterior lo tenemos en los programas que en esta época (1980-1986) se realizaron, tres grandes programas con la participación del mundo rural de las comarcas de Girona y Barcelona organizados por la Obra Agrícola de La Caixa, partiendo de las opiniones del mundo rural en asambleas locales de payeses, en las que, siguiendo un guion, se les pedía la opinión por los problemas del mundo rural, para hacerlos aflorar y dar a conocer. Posteriormente a nivel comarcal destacados especialistas aportaban soluciones a las problemáticas detectadas en las reuniones locales. En los trabajos participaban geógrafos y especialistas agrícolas.

El medio rural se estudia no sólo desde el punto de vista agrario, sino que además aborda el análisis de la población-despoblación rurales, la urbanización e industrialización del campo, el transporte en las áreas rurales, la valoración del paisaje y su utilización para actividades lúdicas y recreativas, la planificación del uso de la tierra y la ordenación integral del campo

Ahora estudia temas marginados hasta este momento. La investigación rural incorpora el estudio de los componentes no productivos y su relación con los productivos y también el papel de la Administración pública en la configuración del espacio rural

Otros temas de estudio: consecuencias de la urbanización del campo, nuevas funciones de los espacios rurales, inclusión del sector agropecuario en los circuitos de mercado, empresas agroalimentarias, cooperativismo agrario, trabajo de la mujer rural, consumo de productos agropecuarios, biotecnología agraria, agricultura ecológica, desarrollo sostenible, respeto ambiental, dotación de infraestructuras y equipos al campo

- Sexta etapa en el estudio de la Geografía Rural

*Los enfoques críticos han tenido escasa repercusión en la Geografía Rural española, aunque cada vez se encuentra una mayor especialización temática e interés por los principales problemas y tendencias del medio rural

Se recuperan los estudios rurales y crece la variedad de metodologías, enfoques y técnicas de análisis que convierten a la Geografía Rural en una disciplina polifacética

Sin embargo, la Geografía Rural española no se ha desprendido totalmente de la herencia francesa, pues el enfoque regional ha generado un patrimonio científico-cultural que no está agotado. (Moliner, F. 1990):

Los estudios clásicos referentes a la reconstrucción histórica de los paisajes agrarios, a la propiedad y explotación de la tierra y a la introducción y transformación de cultivos nunca fueron del todo abandonados Claval, P (1980):

¹⁷Jornades Agraries de les comarque meridional. Reus 1980. La Caixa

- Séptima etapa en el estudio de la Geografía Rural

Algunos autores españoles aportan una visión integrada y global de los espacios rurales, recogiendo en sus trabajos los nuevos conceptos y orientaciones de la Geografía Rural. En esto tienen mucho que ver las sucesivas reformas de la PAC a partir de 1992, y un cambio de modelo en la UE que aboga por la sustitución del productivismo a ultranza por una concepción "ruralista" del campo

En poco tiempo el medio rural pasa de ser un factor de producción a convertirse en un bien de consumo, que se compra y se vende como cualquier otra mercancía. Los estudios se adaptan e intentan responder a esta nueva situación, no exenta de conflicto

En los países desarrollados, la Geografía Rural camina con decisión hacia concepciones plurales y multidisciplinarias, ya que los geógrafos españoles enseñan, investigan y publican cada vez más con otros profesionales: economistas, ecólogos, urbanistas, antropólogos, sociólogos. (Molinero, F. 2009)

Los temas sobre la productividad agraria en la recuperación arbórea de los secanos españoles y las continuas puestas en regadíos hacen profundizar estos temas aparte de los agrónomos y los geógrafos (Molinero. F 2009)

2.5. Estudios agrarios y de la ciencia del suelo

2.5.1. Edafología

Influencia del clima en la distribución geográfica de los suelos¹⁸

En 1902 Emile Rahman, un químico e ingeniero de montes alemán, publicó el primero de una serie de artículos dedicado a los suelos de Europa occidental, Este primer artículo estaba dedicado a la península Ibérica y en él esboza en un mapa de carácter esquemático los tipos de suelos que en ella se encontraban aplicando los principios de Zonalidad marcados por la escuela rusa de V.V. Doucet.

- "Zonalidad" es un concepto eminentemente geográfico y se basa en la idea de la directa influencia que ejerce el clima sobre la evolución de los suelos y sus características diferenciadoras; influencia que domina sobre cualesquiera otros factores como por ejemplo la composición geológica del substrato.
- La región natural. El concepto de "región natural" fue incorporado a la geografía moderna por el historiador y geógrafo francés Paul Vidal de la Blache. Concepto plenamente geográfico responde a un hecho observado tradicionalmente por el hombre por el cual una porción de la superficie terrestre se distingue de cualquier otra, por la conjunción o disposición de

¹⁸ La perspectiva geográfica en la edafología española

los elementos naturales, como el clima, el substrato geológico, el tipo de vegetación y su suelo, y por la acción antrópica.

Dentro de la región natural se valoraba el suelo como resultante de la acción del clima, del relieve y de los factores bióticos -incluido entre ellos la acción humana- sobre el substrato geológico, en un sentido plenamente moderno.

Entre ellos tenemos, por ejemplo, al agrónomo, naturalista, y antropólogo Luis de Hoyos Sainz (1868-1951), y al también naturalista Juan Dantín Cereceda.

Para Luis de Hoyos Sainz delimitar las diferentes "regiones naturales", el "país", o "zona agrícola" debía ser uno de los principales pasos necesarios de la agrología española.

Se debían definir los "tipos de suelos" existentes, no ya únicamente ejemplares aislados y clasificados a partir de ciertos componentes como se había acostumbrado a hacer para descubrir la utilidad agrícola de las tierras.

El papel del geógrafo es, en este sentido, cabal pues sólo a partir de la comprensión de estas interrelaciones entre los diversos elementos puede aprehender el concepto de región natural desde una perspectiva, ante todo, dinámica.

- Los estudios de suelos de Dantín Cereceda, algunos de ellos realizados junto al también naturalista Eduardo Hernández Pacheco, responden a la concepción zonal de la escuela rusa. Publicó: mapas de suelos de la península Ibérica, editado en dos de sus obras Dry-farming. Cultivo de las tierras de secano en las comarcas áridas de España (1916), Formación de la tierra laborable (1921).

En todos sus estudios el clima es el principal factor diferenciador de los suelos, tanto actuales como pasados. En este sentido, es elocuente que el mapa de suelos de Dantín esté precedido en las dos publicaciones en que apareció, de un mapa en el que divide la Península en dos partes, una lluviosa, con una pluviometría anual superior a los 600 mm, y una seca, inferior a 600 mm y generalmente situada en torno a los 400 mm. Ello le permite una primera clasificación en dos tipos principales, tierras húmedas y húmedas, al norte y noroeste peninsular, y tierras rojas mediterráneas entre las que se incluye las tierras negras del sur.

La precipitación y la temperatura explican los procesos de formación de unos y otros suelos. La existencia de una abundante precipitación determina la presencia de suelos arcillosos y húmedos, distinguidos por su color oscuro, su riqueza en arcillas y humus carbonoso.

Por su lado, los suelos rojos son las tierras dominantes de las regiones áridas de la Península, y entre ellos señala tres variedades:

- Suelos rojos arenosos, producto de la descomposición "más mecánica que química" de las rocas cristalinas que componen gran parte de los

sistemas montañosos que atraviesan las mesetas y que incluyen grandes extensiones de la meseta septentrional;

- Suelos rojos arcillosos, procedentes de la decalcificación de las rocas y la posterior rubefacción de los compuestos férricos, y entre los que se encuentran los aluviones antiguos de las terrazas cuaternarias y los limos rojos diluviales del cuaternario;
- Suelos esteparios salinos cuya salinidad se explica por la aridez del clima, y por procesos de nitrificación que convirtieron los primitivos carbonatos en nitro, salitre u otras sales nitrogenadas.

➤ La introducción de la Ciencia del Suelo en España

La perspectiva geográfica en el estudio Ciencia del Suelo en nuestro país y tuvo en la personalidad científica de Emilio Huguet del Villar su máximo exponente (1871-1951).

- Sus conceptos clave, como "factor geográfico", "valor ecético", "loco conexión", permiten explicar en cierta medida su línea en esta disciplina.

Del concepto y de su interés por el "factor geográfico", derivó hacia el estudio de las plantas en su sentido geográfico botánico.

De la Geobotánica pasó a interesarse por el estudio de los suelos, así se entiende la íntima relación existente entre las asociaciones vegetales con respecto al suelo en donde crecen, o bien en el paralelismo existente entre sucesiones vegetales y el tipo de suelos que forman.

➤ Características del factor geográfico de la Península

Durante la época de mayor dedicación a la geografía, uno de los temas que más le preocupaban era lo que él denominó "ecética". Ecética era aquella parte de la geografía referente al conocimiento de la capacidad de un territorio para sostener a sus habitantes, un concepto asimilable a lo que hoy podríamos llamar capacidad ecológica de una región o territorio.

La ecética de un territorio depende también en gran medida de lo que Huguet denomina "factor geográfico", es decir, un concepto referido a las características naturales de una región, definidas principalmente por el clima y el suelo.

Un buen conocimiento del factor geográfico puede ayudar a una sociedad a utilizar del mejor modo y extraer el mayor valor ecético posible. Huguet se aproximó al conocimiento del factor geográfico de la Península a través del estudio de la vegetación.

- La división de la península en Iberia húmeda e Iberia seca con las características térmicas y pluviométricas que les son propias, junto a un profundo conocimiento de la vegetación de ambas partes, le permiten afirmar que en el tercio superior aproximadamente, la Iberia húmeda, el tipo de vegetación que en ella habita es mesófito, mientras que en los dos tercios restantes corresponden a lo que el geobotánico alemán Schimper

denominó "prototipo de clima de monte", es decir, vegetación xerófita, principalmente leñosa y cuyas especies dominantes suelen ser "Pinus", "Quercus" y "Juniperus".

Este conocimiento del "factor geográfico" le permite entender, por ejemplo, en el caso de la agricultura, las técnicas agrícolas desarrolladas en un clima tan árido como el de la península como aquellas tan criticadas como el barbecho o el secano con barbecho; o bien, le permite afirmar la relevancia que podrían tener, y de hecho tienen, los cultivos leñosos frente al presunto valor cerealístico de las tierras españolas;

Los estudios de geobotánica y edafología de Huguet del Villar cabe entenderlos como una maduración de su concepto de geografía: dos herramientas que le permiten aproximarse al conocimiento del potencial natural de una región y poder trazar así las líneas de progreso más acordes con ella.

➤ Primeros intentos de sistemática de suelos

Geo-edafología era algo más que el retorno a la geografía, significaba una propuesta alternativa o la recuperación del sentido original en el conocimiento del suelo.

Era nuevamente un concepto geográfico el que le permitía darle al estudio de los suelos su más amplio sentido: el concepto de "ecética".

Se trataba, en definitiva, de buscar un equilibrio entre esta necesidad del hombre de explotar el suelo para obtener su sustento y el proceso de degeneración de éstos que se inicia con la destrucción de su cubierta vegetal.

Albareda calificaba a los estudios llevados a cabo en el Instituto como la orientación "científica pura" de la edafología, diferente del sentido aplicado de los agrónomos, o de los ingenieros de montes.

➤ De la geo-edafología a la geografía

Geo-edafología fue la última aportación de Huguet del Villar al estudio de los suelos, un tratado completo de edafología que hoy podría entenderse como el complemento teórico de su obra anterior *Los suelos de la península Luso ibérica* (1937).

- Puede considerarse como la réplica de este naturalista a las tendencias que en los años cuarenta estaba adquiriendo la edafología en España, liderada por el Instituto Español de Edafología creado en 1942 por el farmacéutico y químico José María Albareda Herrera, en un intento por recuperar lo que consideraba la esencia de esta ciencia, es decir, "el estudio del suelo como entidad natural y miembro del complejo geográfico"
- Albareda calificaba a los estudios llevados a cabo en el Instituto como la orientación "científica pura" de la edafología, diferente del sentido aplicado de los agrónomos, o de los ingenieros de montes. La obra de

Huguet del Villar la incluía dentro de esta vertiente "aplicada" de la Ciencia del Suelo y no con el amplio sentido que hoy llamaríamos "ecológico e integral" de estos estudios y que pretendía este autor: el suelo en su relación con los demás objetos de la naturaleza.

- A pesar de estos estudios geográficos del Instituto y a medida que iba madurando éste, fue perdiéndose cualquier interés por él. Así, entre los investigadores que trabajaban a mediados de la década de 1960 en el Instituto sólo hallamos un geógrafo frente a numerosos químicos y farmacéuticos y de miembros procedentes de otras especialidades.¹⁹
- Los primeros mapas de suelos en los Estados Unidos fueron realizados por los Servicios Estatales de Reconocimiento Geológico. El primero de ellos, publicado en 1841, fue el "Mapa de suelos de Massachussets".

La historia de la cartografía de suelos en España comienza durante el primer tercio del siglo XX con los trabajos de Emili Huguet del Villar. Este botánico y edafólogo fue el autor, en 1937, en plena guerra civil española, del primer mapa de suelos de la península ibérica a escala 1: 1.500.000, editado en Madrid en 1937, pero publicado en Londres un año después.

A partir de ese momento, y durante muchos años, sólo se elaboraron algunos mapas de pequeña escala, de tipo exploratorio, a pesar de la creación en 1942, a iniciativa de José María Albareda y en el seno del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), del Instituto Español de Edafología, Ecología y Fisiología Vegetal (más tarde, Instituto de Edafología). De este período, hay que destacar el "Mapa de suelos 1: 1.500.000 de la España peninsular" de Ontañón y el "Mapa de Suelos 1: 1.000.000 de España. Península y Baleares" de Albareda

- En cuanto a la cartografía de suelos en Cataluña, entre los años 1914 y 1923, la Mancomunidad de Cataluña intentó potenciar el conocimiento del territorio mediante la elaboración del mapa geográfico, geológico y agronómico de Catalunya. En este proyecto se recuperaba la idea, ampliamente difundida desde mediados del siglo XVIII, de la importancia de fomentar el progreso de un país en la agricultura.
- Entre los años 1959 y 1962, el "Instituto de Edafología y Fisiología Vegetal", con el apoyo y patrocinio del Ministerio de Defensa de Estados Unidos, realizó el "Study of the soils of the Ebro valley". El tercer volumen de este estudio se centró en las cuatro provincias catalanas.

El resultado final consistió en un mapa de suelos, a escala 1: 250.000, de cada una de ellas con una memoria complementaria que contenía una evaluación agronómica de los diversos tipos de suelos definidos.

- En la década de los 80, se vuelve a plantear en Cataluña la realización de un inventario detallado de suelos: la Diputación de Barcelona y el Departamento de Agricultura, Ganadería y Pesca (DARP. Generalitat de Catalunya).

La publicación por parte de la "Comisión del Banco de Datos de Suelos y Aguas del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación de España" del "Sistema de

¹⁹ De los artículos publicados en GEO Crítica por Pere Sunyer Martín

Información edafológica y Agronómica de España. Manual para la descripción codificada de suelos en el campo (SINEDARES) " fue un hecho destacable.

Esta publicación ha permitido la estandarización y sistematización de los principales criterios de cartografía y correlación de suelos bajo la marca CatSIS; así como el establecimiento, de una forma consecuente, de los principales criterios para la definición de series.

Por su parte, el DARP, a través de su Dirección General de Producción e Industrias Agroalimentarias, emprendió una iniciativa destinada a elaborar una cartografía de Suelos, a escala 1: 25.000, en aquellas áreas que presentaban un mayor interés agrícola.

El primer trabajo, en este sentido, del DARP fue el mapa de suelos del área regada por los canales de Urgell que fue seguido por más de treinta cartografías alrededor de cuatro áreas principales: el Empordà, los regadíos de Lleida, el Baix Ebre y el Penedès, que suponen unas 600.000 ha cartografiadas.

- La Ley 19/2005 del Parlamento de Cataluña, de 27 de diciembre, de creación del Instituto Geológico de Cataluña, establecía en su artículo 3.2 que este organismo tenía que llevar a cabo actividades directamente relacionadas con el conocimiento y la información sobre los suelos de Cataluña.
- La Ley 2/2014, de 27 de enero, de medidas fiscales, administrativas, financieras y del sector público, creaba el Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (ICGC) y suprimía el Instituto Cartográfico de Cataluña (ICC) y el Instituto geológico de Cataluña (IGC); manteniendo intactas, eso sí, las competencias adquiridas en las leyes de creación del ICC y del IGC.
- El mapa de suelos de Cataluña, a escala 1: 25.000, (MSC25M) es un instrumento diseñado por el Instituto Cartográfico y Geológico de Cataluña (ICGC), en colaboración con el (DARP) para recopilar y difundir información de suelos en todo el territorio catalán con una base edafológica homogénea adquirida a partir de trabajos específicos de cartografía de suelos.
- La metodología de referencia del programa de cartografía está recogida en la "Guía metodológica para la redacción de los proyectos de cartografía de suelos a escala 1: 25.000", elaborada por la Unidad de Suelos del ICGC y que se basa en la "Soil Survey Manual" del "Soil Survey División Staff" del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América.²⁰

2.5.2. Componentes físicos de los suelos

Independientemente de las gravas, que constituyen la fracción más grosera del suelo, éste contiene cinco elementos principales: arena, limo, arcilla, caliza y humus.

²⁰ Notas de antecedentes históricos del ICGC.

Las cantidades relativas de los diversos constituyentes definen la textura del suelo, mientras que la estructura resulta de la manera en que están asociados estos constituyentes en el suelo para formar los agregados o terrones.

Arenas partículas de tamaño 0,02 y 2 mm. La arena es un elemento de división que favorece la permeabilidad al aire y al agua.

Limos engloban todos los elementos, cualquiera que sea su naturaleza química, cuyas dimensiones están comprendidas entre 0,02 y 0,002 mm.

Arcilla, comprende las partículas cuyo tamaño es inferior a 0,002 mm. Es la fracción más fina del suelo. Está constituida por silicatos de alúmina hidratados y de manera frecuente coloreada de rojo por óxidos de hierro.

La caliza comprende todos los cuerpos minerales de carbonato cálcico, más o menos puro. Es el único elemento del suelo que se define químicamente. Es un elemento básico que actúa por su papel director sobre el conjunto de las propiedades del suelo.

El humus es la formada en el suelo por la descomposición de los restos orgánicos vegetales bajo la acción combinada del aire, del agua y de los microorganismos del suelo, como la arcilla, una sustancia aglomerante acida, susceptible de combinarse con los iones de carácter básico para dar humatos.

En el suelo, el humus se encuentra bajo la forma de ácido húmico y de humatos cálcicos insolubles.

Esta elemental definición de los componentes de la textura del suelo es necesaria para podernos referirnos al movimientos de las sustancias nutritivas de las plantas en los suelos.

- La simplificación del movimiento de los fertilizantes en los suelos, se interpreta bien con la figura del “complejo arcilloso húmico” y su función como regulador de la fertilidad de los suelos.

Los suelos se conciben desde el punto de vista físico y químico y también como un medio vivo en el que se pone de manifiesto una vida intensa (Cros, A. 1967)

Vida que se pone de manifiesto en las tierras de cultivo por aglomerados compactos, pero frágiles (“terrones”) o (“tolmos”) de arenas, arcillas, limos diversos, calcio y humus que proviene de residuos orgánicos (estercoladuras y residuos vegetales evolucionados y metabolizados por la vida microbiana del suelo)

Las arcillas y humus, insolubles, en disolución acuosa y estado disperso, como coloides de arcilla y humus. Si a esta suspensión de arcilla y humus se añade una sal de calcio (suelos calizos), las dos sustancias se coagulan, formando un copo gelatinoso, produciéndose la floculación de arcilla y humus.

En el suelo, la arcilla y el humus están generalmente reunidos en estado de floculación formando el conjunto “complejo arcilloso-húmico” (CAH). Este complejo es más estable que la arcilla o el humus separados.

Los elementos gruesos arenas están unidos entre sí gracias a una especie de mortero, formado por el complejo arcilloso-húmico, formando glomérulos que mantienen entre ellos espacios lagunares llenos de agua o aire, y cuando se unen entre ellos dan lugar a los referidos “terrones.”

En este resumen de conceptos se debe destacar que en los suelos donde la carencia de la materia orgánica es notable, la formación del CAH es muy pobre, con lo cual todo que lo que continúa, si ocurre, es con una actividad mínima.

Este complejo juega un papel fundamental en los suelos, es el que rige el conjunto de las propiedades físicas y químicas del suelo, tapiza las paredes de los espacios lagunares del “terron”, impidiendo que se derrumbe, es decir actúa como estabilizador de la estructura.

Los espacios lagunares permiten la circulación libre del agua y del aire en el suelo, y también facilitan la penetración de las raíces de las plantas, dando lugar al terreno esponjoso.

Se llega de forma sencilla a la interpretación de la denominada “química del suelo”, concepto extremadamente útil para la interpretación que realiza de los parajes y paisajes el geógrafo y desde el punto de vista productivo el agrónomo. Esta es la razón de que detallemos estos aspectos básicos que serán de utilidad en la investigación realizada.

- Una sal mineral en disolución con el agua del suelo se encuentra en estado disociado, es decir, está separada en dos partes, en dos iones:

Uno tiene una o varias cargas negativas, el anión. Y el otro tiene una o varias cargas positivas, el catión.

El Cloruro potásico (ClK) se disocia en anión Cl^- y un catión K^+ .

El Nitrato cálcico $(\text{NO}_3)_2 \text{Ca}$, se disocia en dos aniones NO_3^- y un catión Ca^{2+} .

Los abonos tienen por objeto el aportar al suelo, los aniones y cationes que la planta extrae del suelo para su crecimiento, en un proceso de convertir los minerales en materia orgánica (la que forma la estructura básica de las plantas) utilizando la energía solar que recibe y mediante el proceso interno denominado fotosíntesis.

Los cationes NH_4^{+1} , K^{+1} y los aniones PO_4^{-3} y NO_3^{-1} que son los que más frecuentemente le hacen falta a la planta.

Una de las propiedades del complejo arcilloso-húmico (CAH) es la de retener fuertemente en su superficie, ciertos iones de la solución del suelo.

- En la química de suelos hay dos conceptos fundamentales²¹ : **Absorción, Adsorción de los suelos.**

El CAH se comporta como si estuviera cargado de electricidad negativa ya que solo retiene en su superficie los cationes.

²¹ Las propiedades fundamentales del Complejo arcilloso-húmico (CAH): **Absorción**, “poder fijador” del suelo impidiendo que las sustancias adicionadas a un suelo se pierdan. **Adsorción**, la propiedad del CAH, de retener en su superficie los iones de la solución del suelo.

Los cationes fijados o en solución se desplazan continuamente en el espacio ocupado por el agua del suelo.

La mayor parte de estos cationes queda concentrada en una delgada capa de agua electrizada en la superficie de los gránulos de CAH.

Entre los cationes fijados, el H (hidrogeno) es el más fuertemente retenido, le siguen el Ca, Mg, NH₄, K, (Calcio, Magnesio, amonio, potasio) y el Na (sodio), que es el menos retenido.

En la mayoría de los suelos el Ca⁺⁺(ion calcio)²², constituye la mayor parte de los cationes fijados, con cantidades menores de iones Mg, K, Na y NH₄ (Magnesio, Potasio, Sodio y Amonio).

Todos los productos que se vierten en el los suelos no tienen igual movilidad, en este sentido se debe recordar que:

- El único anión que fija el CAH es el PO₄⁻⁻⁻ (fosfato) por lo que dificulta su movilidad por los suelos.
- Los abonos potásicos suministran al suelo el catión (potasio) K⁺ que fijado por el CAH es muy poco arrastrado por el agua y se difunde con dificultad por los suelos. Es necesario llevarlo en proximidad a las raíces para que lo tomen las plantas.
- Los abonos nitrogenados suministran el Nitrógeno, ya sea en forma de amonio (NH₄⁺) que es fijado por el CAH, o bajo forma de anión (nitrato) NO₃⁻ que NO₃ es retenido por el CAH y puede emigrar libremente por el suelo antes de ser absorbido por la planta.

Razones por las que aparecen en mayor o menor cantidad en las aguas subterráneas debidas al fenómeno de la lixiviación²³.

Estos conceptos elementales nos ayudan a comprender la vulnerabilidad de los suelos ante los nitratos y su afectación sobre las aguas subterráneas.

- El proceso de Intercambio de iones.

Los cationes presentes en la solución del suelo pueden intercambiarse con los fijados en la superficie del CAH principalmente con el Ca.

Siempre se mantiene un equilibrio entre el contenido de cationes en la solución del suelo y sobre la superficie el CAH. Si disminuye la concentración en el suelo de un determinado catión la cede el CAH de los que retiene en su superficie.

El CAH juega el importante papel de regulador de la fertilidad del suelo.

Se habla de un CAH saturado cuando todos los iones de H de la superficie del CAH han sido sustituidos por los cationes que utilizan las plantas. En este momento se da la capacidad total de cambio T en mili equivalentes / 100 gr de tierra.

También con los conceptos anteriores se justifica la inutilidad de utilizar abonados cuando se sobrepasa la capacidad de retención por los suelos y

²² Caliza: roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por Carbonato Cálcico, se deja rayar por un alambre de cobre y si le dejan caer unas gotas de ácido clorhídrico produce efervescencia.

²³ Lixiviación: extracción de la materia soluble de una mezcla mediante la acción de un disolvente líquido: Nitratos no retenidos por el CAH, disueltos por en el agua de riego o lluvia, y que los arrastra disueltos, en su tránsito por el suelo.

también, que en esta capacidad intervienen necesariamente la presencia suficiente de materia orgánica y de calcio en los suelos.

- pH y reacción del suelo.

La presencia de iones H^+ en cualquier medio químico determina su reacción, medida por el pH que varía de 0 a 14.

En el suelo la presencia en mayor o menor grado de iones H^+ sobre el CAH es la que determina la reacción del suelo.

Poder amortiguador del suelo o "tampón" es la facultad que tiene el suelo para resistir a las variaciones de su pH. En este sentido, un suelo está más tamponado, (en equilibrio) cuanto mayor sea su la riqueza del coloide CAH.

El pH de un suelo tiene gran repercusión para su vida microbiana y también para la nutrición de las plantas que se desarrollen en él.

Un suelo que tenga un pH muy alto o muy bajo y se abone, el abono aportado no será utilizado por la planta.

En la situación de valor de pH, las plantas no crecerán, la coloración de sus hojas no será verde, se observarán las nerviaciones, aparecerán machas de color pardo(necrosis) padecerá anemia general y todo debido a que el valor del pH bloquea la absorción por las raíces de la planta de los minerales presentes en el suelo. La planta responderá como si en el suelo no hubiera suficientes elementos nutritivos.

Cada tipo de planta necesita un rango de pH determinado para poder nutrirse.

Los excesos de abono, si las tierras están drenadas se perderán por los lixiviados de las aguas de riego sobre todo en el caso de los nitratos, tal como hemos comentado anteriormente serán un contaminante de las aguas subterráneas o de las superficiales si los drenajes se vierten al cauce fluvial.

De forma general se sabe que cualquier incremento de abonados repercutirá en mayor o menor grado en la flora, fauna donde se aplique.

Y de esta forma los excesos de nutrientes o el descontrol del pH del suelo solo servirá para que las aportaciones de abonados pasen a la cadena trófica de los seres que viven y se alimentan con sus producciones.

Hasta aquí podríamos decir que hemos considerado los aspectos básicos de la nutrición de las plantas. Cuanto menor sea la cantidad de agua en el suelo por falta o mínima pluviometría, mayor será el movimiento de los nutrientes en el suelo, menor desarrollo de las plantas y menor su producción de frutos.

Para los usos agrarios según la teoría deben utilizarse los nutrientes que las plantas extraen de los suelos, con este fin se han obtenido las series histórica del consumo de estos agroquímicos, a través de la Asociación Nacional de Fabricantes de Fertilizantes, que los suministran anualmente y por CCAA. Se ha considerado los últimos cinco años de consumo.

2.5.3. El nitrógeno en la nutrición vegetal ²⁴

El nitrógeno (N) es un elemento esencial en la nutrición vegetal, ya que es el nutriente principal que compone las proteínas, los aminoácidos, los ácidos nucleicos y la clorofila; es por ello que es un elemento que se asocia con el crecimiento vegetativo de las plantas

A pesar de que el nitrógeno (N₂) es uno de los elementos más comunes en el planeta, en la producción agrícola es el nutriente más limitante y el que más se aplica como fertilizante.

Lo anterior se debe a que las plantas sólo son capaces de asimilar el nitrógeno en dos formas químicas, es decir, es un elemento que es absorbido por las plantas solo como nitrato (NO₃⁻) y amonio (NH₄⁺). El nitrato es la especie de nitrógeno preferida por los cultivos, a excepción del cultivo de arándano que tiene preferencia por el amonio.

La deficiencia nutrimental de nitrógeno en la planta se manifiesta en las hojas, las cuales se tornan a un color verde pálido y en deficiencias severas se amarillean incluyendo las nervaduras, además las hojas inferiores suelen caer.

De acuerdo a la FAO, los fertilizantes nitrogenados representan aproximadamente el 59 % del consumo mundial total de fertilizantes minerales. En este año 2018 se estima que la demanda mundial de fertilizantes nitrogenados será de 119 millones de toneladas, la cual representa un crecimiento anual de 1.4 % respecto al año anterior.

Sin embargo, sólo el 40 % de N aplicado es utilizado por los cultivos, y el restante es lixiviado a aguas subterráneas, se traslada a aguas superficiales o se pierde a la atmosfera como emisiones gaseosas (volatilización).

Por otra parte, con el aumento en el costo de fertilizantes nitrogenados (N) y las preocupaciones sobre los impactos negativos al ambiente por las diferentes pérdidas del N, existe gran interés en lograr una mejor eficiencia en el uso del nitrógeno (EUN).

La EUN tiene un gran impacto en la reducción de los costos de producción y la mitigación de las consecuencias ambientales perjudiciales asociadas con la pérdida y el transporte de fertilizantes nitrogenados al ambiente. Sin embargo, lograr la eficiencia requiere forzosamente una comprensión de las propiedades básicas de las principales fuentes de fertilizantes nitrogenados.

Los principales fertilizantes nitrogenados usados en la agricultura son: urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio, MAP y DAP.

²⁴ En contenido del punto 2.5.3. Procede de la adaptación realizada de las notas técnicas publicadas por Intagri (México).

La urea destaca como el fertilizante nitrogenado más utilizado en el mundo, aunque es la fuente que mayores pérdidas de N puede tener antes de ser absorbido por el cultivo.

Las principales pérdidas del N del suelo ocurren mediante las siguientes vías: lixiviación, desnitrificación, volatilización y fijación de amonio.

Por lo tanto, la elección del fertilizante dependerá de las características del suelo donde se va a aplicar (principalmente el pH), disponibilidad de fuentes, tipo de cultivo y costos por unidad de N.

Nitrato de amonio. El nitrato de amonio es un fertilizante muy conocido y contiene entre el 33 y 34 % de N. Su principal característica es ser un fertilizante que proporciona el nitrógeno en las dos formas en la que es absorbido por las plantas: nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+). Al ser un producto que contiene tanto amonio como nitrato, el riesgo de volatilización se ve reducido.

Además, al contener una parte del nitrógeno como nitrato los cultivos pueden absorber rápidamente este compuesto y tener respuesta, mientras que la otra mitad en forma amonio es transformado gradualmente por los microorganismos del suelo y posteriormente absorbido por la planta.

Debido a que contiene amonio, es un fertilizante de reacción acida, es decir, tiene la capacidad de reducir el pH del suelo.

En los últimos años su uso ha caído debido a que originalmente se fabricaba para la elaboración de explosivos, por lo que actualmente se tienen restricciones para su uso en muchas partes del mundo por la preocupación que sea utilizado con fines no agrícolas.

2.5.4. La función del fósforo en la planta²⁵

Algunos estudios indican que más del 80 % del fertilizante fosfórico aplicado al suelo se vuelve inmóvil y no está disponible para la absorción vegetal debido al fenómeno de fijación, precipitación o conversión a la forma orgánica.

Las funciones críticas del fósforo en la planta Una vez que la planta absorbe el fósforo, ya sea como H_2PO_4 desempeña las siguientes funciones esenciales en la planta:

- Forma parte de fosfo-proteínas, fosfolípidos (membranas), fitinas (reserva);
- Es parte esencial de los ácidos nucleicos;
- Es constituyente esencial de los nucleótidos;
- Estimula el desarrollo radicular;

²⁵ En contenido del punto 2.5.4. Procede de la adaptación realizada de las notas técnicas publicadas por Intagri (México).

- Promueve la floración y formación de semilla; y, finalmente es demandado por las plantas para la fijación biológica del nitrógeno (N). Un suministro bajo de fósforo en la planta causa severos daños en: crecimiento vegetativo, expansión de las hojas, órganos reproductivos, iniciación floral y número de flores, formación de semillas y germinación de semillas.

Típicamente la deficiencia de fósforo en los cultivos se manifiesta con una coloración púrpura en las hojas maduras, debido a que es un nutriente móvil.

Síntomas Visuales de Deficiencia de Fósforo en el Cultivos. Fertilización eficiente con fósforo La aplicación de fósforo al suelo debe regirse bajo los principios de las 4R's, mismas que se describen a continuación:

La disponibilidad del fósforo es afectada por el pH del suelo.

- Dosis. La dosis de fósforo se debe calcular considerando un análisis químico del suelo y la meta de rendimiento. Cabe destacar que, a diferencia del análisis de nitrógeno, el análisis de fósforo se basa en la extracción de una porción del fósforo proveniente de la solución del suelo más una porción del fósforo adsorbido y precipitado; la cantidad de P extraído se interpreta como la capacidad del suelo para suministrar fósforo en el mediano a largo plazo. Además, conocer las propiedades químicas del suelo como el pH, dará pautas para tomar decisiones acertadas, ya que tan sólo este parámetro tiene influencia significativa en la disponibilidad del fósforo en el suelo.
- Fuente: La elección de la fuente de fertilizante fosfatado a utilizar dependerá de la disponibilidad en el mercado, costo y catión acompañante. Como se mencionó en el primer párrafo, el fósforo es uno de los nutrientes más difíciles de manejar debido a su alta capacidad de reacción en el suelo, por lo tanto, la elección de la fuente de fertilización fosfatada es una decisión central que influirá en el corto, mediano y largo plazo sobre la disponibilidad de este elemento. La eficiencia de absorción de fósforo de los fertilizantes por los cultivos es muy baja debido a que el fósforo puede cambiar a formas menos disponibles al entrar en contacto con el suelo. La eficiencia de los fertilizantes se ve afectada por varios factores: cantidad de fósforo aplicado, características del suelo (pH, materia orgánica, textura, etc.), tipo de cultivo y característica de la raíz, grado de deficiencia de fósforo en el suelo, método de aplicación del fósforo, y temperatura y humedad del suelo.

El fósforo orgánico de los residuos de cosecha, el estiércol o la materia orgánica del suelo pueden contribuir en gran medida al fósforo de la solución del suelo. La temperatura y la humedad del suelo son dos factores que afectan la tasa de descomposición de la materia orgánica y por consiguiente la disponibilidad del fósforo de la materia orgánica.

La gallinaza es una de las fuentes orgánicas con mayor aporte de fósforo. Adicionalmente, el uso o la inoculación de micorrizas es una estrategia que ayuda a la absorción del fósforo del suelo.

Las micorrizas son asociaciones simbióticas mutualistas basadas en la transferencia de nutrientes bidireccionales entre los hongos del suelo y las raíces de las plantas.

La planta suministra a los hongos azúcares producidos mediante el proceso de la fotosíntesis, mientras que la red de hifas mejora la capacidad de la planta para absorber agua y nutrientes.

La simbiosis de micorrizas contribuye significativamente a la nutrición de las plantas, particularmente a la absorción de fósforo.

Fuentes orgánicas fosfatadas. Abono P₂O₅: Gallinaza 4.9% Estiércol de porcino 3.5% Estiércol de bovino 1.8% Paja de maíz 0.4% Paja de trigo 0.2% 3.

Época: Por su baja movilidad, preferentemente todo el fósforo debe ser aplicado al momento de la siembra, pero si no se cuenta con buen equipo, es recomendable aplicarlo en pre-siembra.

En general, la mayor parte del fósforo es demandado al inicio del crecimiento de la planta.

2.5.5 La función del potasio en la planta²⁶

El potasio (K⁺) es uno de los nutrimentos más importantes en el crecimiento y desarrollo de las plantas, ya que participa en diferentes procesos bioquímicos y fisiológicos de los vegetales.

Desempeña funciones esenciales en la activación enzimática, síntesis de proteínas, fotosíntesis, osmorregulación, actividad estomática, transferencia de energía, transporte en el floema, equilibrio anión-cation y resistencia al estrés biótico y abiótico.

Nutriente clave en la relación planta- agua

El potasio es un nutriente clave en la relación agua-planta al ayudar a los vegetales a mantener altos niveles de turgencia, es decir, niveles adecuados de agua en las plantas.

Lo anterior es posible debido a que participa fuertemente en la regulación de la apertura y cierre de los estomas, lo cual es esencial para la fotosíntesis.

Rol del potasio en la apertura y cierre de los estomas. Los estomas se abren cuando las células guardan acumulan K⁺ (puntos rojos), reduciendo el potencial hídrico de las células y obligándolas a absorber agua por ósmosis. Fuente: Pearson educación Inc.

²⁶ En contenido del punto 2.5.5. Procede de la adaptación realizada de las notas técnicas publicadas por Intagri (México).

La apertura y cierre de las estomas es posible debido a que el potasio se acumula en las células que rodean a las estomas (también conocidos como células guarda), haciendo que a través de osmosis las células acumulen agua (hinchamiento). Posteriormente las células guardan hinchadas aplican presión a los poros estomáticos y hacen que se abran.

Cuando las estomas están abiertas se produce intercambio de CO_2 y otros gases entre la planta y la atmósfera, además las plantas liberan oxígeno y agua. Si el suministro de potasio es inadecuado, la velocidad de apertura y cierre de las estomas disminuirá, lo que puede resultar en una notable pérdida de agua.

En resumen, las plantas con un suministro insuficiente de potasio son más susceptibles al estrés hídrico.

El funcionamiento adecuado de las estomas es esencial para la fotosíntesis, el transporte de agua y nutrientes, y la termorregulación de la planta.

A medida que el dióxido de carbono (CO_2) entra en la hoja a través de las estomas, el agua (H_2O) y el oxígeno (O_2) son liberados al ambiente.

- Quizá el papel más importante del potasio se da en el proceso de la fotosíntesis, donde participa en la activación de enzimas e interviene en la producción del adenosín trifosfato (ATP).
- Además, el balance de carga eléctrica en el sitio de producción de ATP se mantiene con iones de K^+ .
- Cuando las plantas tienen deficiencia de este elemento, la tasa de fotosíntesis y la tasa de producción de ATP se reducen, así como todos los procesos dependientes del ATP.
- En este sentido, debido a su contribución para la presión osmótica y la turgencia de las células, el potasio desempeña un papel esencial en la apertura y cierre de las estomas que regulan la transpiración y la absorción de CO_2 .
- Transporte de los foto asimilados por medio del floema
- Por otra parte, el potasio desempeña un papel crítico en el transporte de azúcares en el floema.
- Como se sabe, los órganos fuentes (principalmente las hojas), son los encargados de llevar a cabo el proceso de fotosíntesis, y a través de este proceso se producen foto asimilados que posteriormente son transportados por el canal del floema hasta los órganos sumideros (flores, frutos, raíces, etc.).
- La carga de los foto asimilados en el floema es impulsado por la ATPasa, y el potasio es el elemento encargado de activar esta enzima.
- Al limitar la llegada de carbohidratos a los órganos demanda, estas no logran la longitud o el tamaño adecuado.
- Activación enzimática El catión K^+ participa en la actividad catalítica de más de 60 enzimas en los vegetales, entre ellas la enzima ATPasa.

El potasio es un catión monovalente que interactúa con las enzimas; activa las enzimas induciendo cambios en la conformación de la proteína enzimática.

En general, este cambio inducido por el potasio favorece la velocidad de las reacciones catalíticas.

También se ha demostrado que la cantidad de este nutriente presente en la célula determina cuántas reacciones impulsadas por enzimas puede activarse en cualquier momento.

Síntesis proteica: El potasio desempeña un papel elemental en la síntesis y activación de la enzima nitrato reductasa (NR), y esta a su vez es considerada una enzima clave del proceso de asimilación del N.

El potasio mantiene una relación estrecha en la absorción, translocación y asimilación de los NO_3^- en las plantas, siendo estos la materia prima para la formación de las proteínas. **Elongación celular** Uno de los requisitos para la elongación celular es la acumulación de soluto para crear el potencial osmótico interno necesario para la presión de turgencia.

El potasio es el principal soluto requerido en las vacuolas para la elongación de las células debido a que aumenta el potencial osmótico favoreciendo la entrada de agua.

Por lo tanto, el potasio es un nutriente fundamental para la elongación celular, principalmente para el crecimiento de las raíces

La falta de potasio, además de afectar el crecimiento radicular, también limita la absorción de agua y otros nutrientes al tener menor cantidad de pelos absorbentes.

Lo anterior se acrecienta en suelos con contenidos bajos de nutrientes y bajo contenido de agua disponible en el suelo.

La calidad de los cultivos El potasio se ha asociado como el nutrimento de calidad para la producción de cultivos.

Debido a su papel fundamental en la fotosíntesis, la respiración y la activación de enzimas, el potasio tiene una influencia significativa tanto en el crecimiento como en la calidad de frutas y hortalizas.

Además, al tener cultivos con buen sistema radicular, los vegetales pueden absorber agua y nutrientes que posteriormente favorecen al desarrollo del cultivo.

La falta de K provoca un pobre crecimiento de la raíz de las plantas. (Cakmak et al., 1994).

- Resistencia al estrés abiótico y biótico

Durante la evolución de las plantas se han desarrollado una gama de mecanismos para tolerar a las condiciones de estrés biótico y abiótico.

- Actualmente se sabe que los nutrientes juegan un papel esencial en la resistencia del estrés de las plantas, pero de los 17 elementos esenciales en la nutrición de los cultivos, el potasio (K) desempeña una función fundamental en la resistencia de las plantas al estrés.

2.5.6. Todos los seres vivos necesitan nutrirse.

Los seres vivos obtienen la materia y la energía que necesitan para formar su propia estructura y realizar sus funciones vitales. La energía de los seres vivos procede de la degradación de la materia orgánica. Los animales no tienen más remedio que conseguir este tipo de, materia, ya fabricada ingiriendo otros seres vivos, Las plantas se pueden considerar verdaderas fábricas de materia orgánica: les basta con recibir a energía solar, captar el CO₂ del aire y absorber agua y sustancias minerales por las raíces.

En el proceso de nutrición de las plantas se distinguen las siguientes fases:

- a) absorción y transporté de agua y iones minerales desde la raíz al xilema.
- b) transporte del agua y iones minerales por el xilema
- c)intercambio de gases en las hojas.
- d)proceso de fotosíntesis
- e) transporte de materia orgánica por el floema.
- f) respiración celular.
- g) excreción de los productos de desecho del metabolismo.

- De los 90 elementos químicos de la tabla periódica 60 se pueden encontrar en las plantas, aunque de ellos solo 16 se consideran elementos esenciales, de forma que estas no se desarrollan bien si les falta alguno de ellos. De estos elementos solo el carbono y el oxígeno provienen del aire; los 14 restantes son suministrados por el suelo.
 - Del extracto seco de varias plantas se ha llegado a conocer sus constituyentes químicos de la estructura de las plantas:
 - El 96 % lo forman carbono, oxígeno e hidrógeno.
 - 2,7% nitrógeno, potasio y fósforo.
 - 0,8% calcio, magnesio y azufre.
 - 0,35% cloro, hierro, cobre, manganeso, zinc, boro, y molibdeno
- Intercambio de gases con la atmósfera.

Las plantas no tienen aparato respiratorio, tienen unas células en la superficie (fólorias los estomas), formadas por dos células oclusivas, que delimitan el espacio entre ellas, el ostiolo. Por este órgano se efectúa la entrada de los gases nutrientes y la salida del oxígeno y el agua que se evapora.

- El aire que nosotros respiramos aire atmosférico, es una mezcla gaseosa formada por nitrógeno (78,06%), oxígeno (20,98%) y dióxido de carbono (0,04%), con otros gases en concentraciones muy pequeñas que suman en total un 0,92%.

2.6. La función clorofílica

- La Función clorofílica es la base de la vida en la tierra, base que se va descubriendo poco a poco.
- La fotosíntesis es un proceso anabólico por cuya función se convierte la energía luminosa en energía química empleándola para realizar el proceso en las plantas, por el cual se sintetizan las moléculas orgánicas que se forman en el interior de la planta a partir de compuestos inorgánicos procedentes del aire y del agua.
- La glucosa y el almidón son los primeros compuestos que se obtienen de la función clorofílica. De la unión de las cadenas de almidón, parte las sustancias nutritivas de la planta y también las largas cadenas de celulosa. La diferencia entre las uniones de las moléculas de almidón que solo radica en la forma como lo hace un enlace entre átomos de oxígeno, radica el almidón y las largas cadenas de la celulosa.
- Durante el proceso de la fotosíntesis se producen una serie de procesos complejos encadenados. Que se simplifican con la representación básica: de $6 \text{ CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O} \rightarrow \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2$
- A esta reacción elemental le falta añadir que, requiere la aportación de una determinada porción del espectro de radiación electromagnética de la radiación solar, entre la que se encuentra la radiación luminosa.
- Explicación de la reacción que se efectúa en las hojas de la planta que contienen clorofila (una molécula compleja con un átomo central de magnesio).
- Tienen dos picos de absorción en el espectro visible, uno en el entorno de la luz de 400-500 nm de longitud de onda y otro en la zona roja del espectro 600-700 nm y reflejan la parte media del espectro, la más nutrida correspondiente al color verde 500-600 nm²⁷

Durante la fotosíntesis, con la mediación de las moléculas de clorofila, la radiación solar convertirá seis moléculas de CO_2 y seis moléculas H_2O en una molécula de glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$), que es un azúcar fundamental para la vida de la planta.

La fotosíntesis de la clorofila, también llamada fotosíntesis oxigénica, se lleva a cabo por etapas en dos fases:

- La fase luminosa o reacción dependiente de la luz es el paso de la fotosíntesis en la que se convierte energía solar en energía química. La clorofila y otros pigmentos fotosintéticos como el caroteno absorben la energía de la luz que se utiliza para

²⁷ La clorofila fue descubierta en 1817 por Pierre Pelletier y Josep Caventou

fragmentar una molécula de agua, por lo que se produce oxígeno como residuo.

- La fase oscura es un conjunto de reacciones que se realizan sin luz. (no necesariamente de noche). Durante esta fase, la planta convierte el dióxido de carbono y otros compuestos en glucosa.
- Estas reacciones toman los productos de la fase luminosa que son básicamente ATP (adenosín trifosfato) y NADPH (nicotín adenín dinucleótido fosfato) y realizan más procesos químicos sobre ellos. (Pérez-Urria Carril, E)

Las reacciones de la fase oscuras son la fijación del carbono y el Ciclo de Calvin.²⁸

El bioquímico estadounidense Melvin Calvin, fue premio Nobel de Química en 1961 por sus descubrimientos acerca del proceso metabólico de la fotosíntesis, concretamente, por la forma en que las plantas consiguen la asimilación fotoquímica del carbono.

Identificó así la mayoría de las reacciones implicadas en los pasos intermedios de la fotosíntesis.

El primer compuesto estable aislado en el proceso fue el 3-fosfoglicerato, de tres átomos de carbono, y posteriormente le siguieron moléculas más grandes como la glucosa-6-Fosfato.

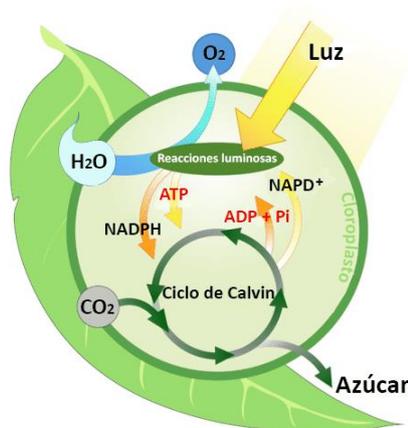


Imagen 1.2. Infografía del ciclo de Calvin en la fotosíntesis

En los ecosistemas naturales, los nutrientes del suelo no se agotan porque hongos y bacterias permiten su reciclado, al descomponerse los desechos orgánicos. Sin embargo, la extracción de la cosecha en los suelos cultivados exige la utilización de fertilizantes para reponer la pérdida de nutrientes. Tradicionalmente la agricultura utilizó abonos orgánicos (estiércoles) que los organismos descomponedores del suelo iban transformando lentamente en sales y iones minerales. Actualmente, la agricultura depende de los fertilizantes orgánicos que contienen, nitrógeno, fósforo y potasio. Estos abonos minerales son

²⁸ Tillery, Enger, Ross. McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 4a edición (2007)

fáciles de transportar, almacenar y aplicar y su uso a incrementado la producción agricultura; sin embargo, tienen importantes inconvenientes: al no aportar humus al suelo, este pierde su capacidad para retener el agua y se compacta (por lo que también reduce su contenido de oxígeno); además, pueden llegar a contaminar las aguas subterráneas, porque algunas sales serán arrastradas por el agua hasta los acuíferos. (Lynn -Margulis y Dorion Sgan, 2017)

➤ **La radiación solar es el conjunto de radiaciones electromagnéticas emitidas por el Sol.**

La longitud de onda y la frecuencia de las ondas electromagnéticas, son importantes para determinar su energía, su visibilidad y su poder de penetración.

Cuanto menor en la longitud de onda mayor poder de penetración. Razón por la que hay que proteger la piel de la radiación ultravioleta.

Todas las ondas electromagnéticas se desplazan en el vacío a una velocidad de 299.792 Km/s

Estas ondas electromagnéticas pueden tener diferentes longitudes de onda. El conjunto de todas las longitudes de onda se denomina espectro electromagnético.

- **La Radiación Fotosintéticamente Activa (RFA)** es el tipo de radiación que favorece el proceso de fotosíntesis en las plantas (en las longitudes de onda comprendidas entre los 400 y los 700 nanómetros (nm)); Las radiaciones mayores a 700 nm no favorecen la fotosíntesis, pero si generan calor sobre plantas y el medio.

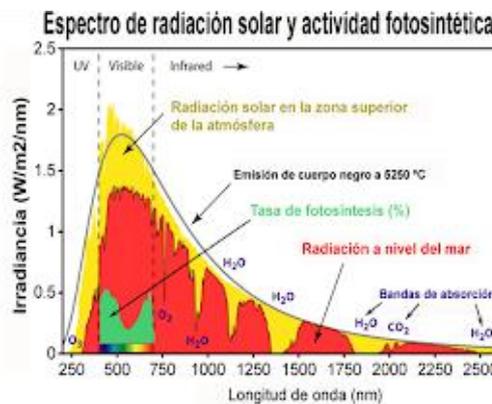


Imagen 2.2. Espectro de la radiación solar es la zona exterior de la atmosfera, en la superficie terrestre, y la porción en % de la que se aprovecha en el proceso de la fotosíntesis.

La RFA representa entre el 45 – 50 % de la radiación solar total recibida, y es la de mayor calidad para el crecimiento y desarrollo de los cultivos.

La radiación es la fuente más importante de energía y tiene relación prácticamente con todos los procesos fisiológicos de la planta.

La proporción de la radiación solar en las distintas regiones del espectro es aproximadamente: Ultravioleta: 7% Luz visible: 43% Infrarrojo: 49% El resto: 1%

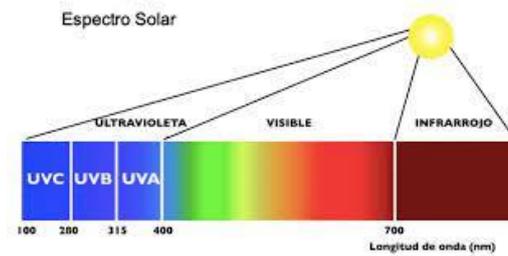


Imagen 3.2. Espectro de la radiación solar que se percibe en la superficie de la Tierra, dividida por las fracciones: ultra violeta, visible e infrarroja. <http://www.ideam.gov.co/web>

Espectro electromagnético de la radiación solar. ... El Sol emite energía en forma de radiación de onda corta, principalmente en la banda del ultravioleta, visible y el infrarrojo cercano, con longitudes de onda entre 0,2 y 3,0 micrómetros (200 nm a 3.000 nm). (AEMET)²⁹

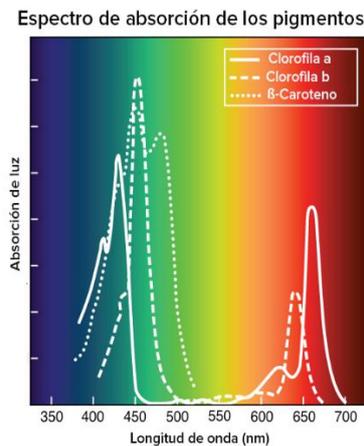


Imagen 4.2. Espectro La absorción óptima de luz ocurre en diferentes longitudes de onda para distintos pigmentos que intervienen en la fotosíntesis. Imagen modificada de Apesta Collage, Biología (CC BY 3.0)

➤ Factores que influyen en la fotosíntesis.

El rendimiento o eficacia de la fotosíntesis se puede medir en función de la concentración de CO₂ asimilada por unidad de tiempo o con relación a la cantidad de O₂ desprendido. Los principales factores de carácter ambiental que influyen en velocidad de la fotosíntesis son:

- Concentración de CO₂. Siempre que se mantenga constante y suficientemente elevada la intensidad luminosa, el aumento de CO₂ en el aire incrementa el rendimiento de la fotosíntesis. Este aumento se produce hasta alcanzar un valor de asimilación máxima, específico para cada organismo, por encima del cual el rendimiento se estabiliza.

²⁹ AEMET. Agencia Estatal Meteorológica

2. Bases teóricas y estado del arte

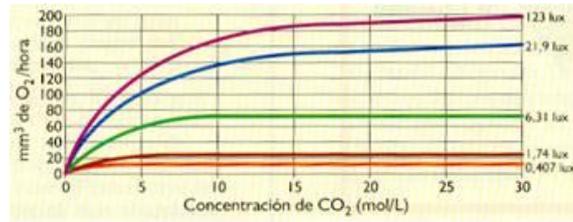


Imagen 5.2. Influencia de la concentración de CO₂ para el rendimiento de la función clorofílica

Concentración de O₂. Cuando aumenta la concentración de O₂ disminuye el rendimiento fotosintético debido a la competencia que se establece entre los sustratos de la enzima rubisco, favoreciéndose la fotosíntesis

- .

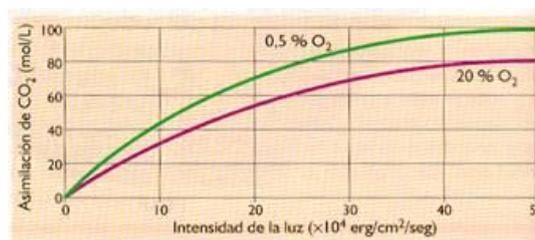


Imagen 6.2. Influencia de la concentración de oxígeno para el rendimiento de la fotosíntesis

- Humedad. La concentración de agua tanto en el suelo como en el ambiente influye de manera determinante en el rendimiento de la fotosíntesis, debido a que se trata de una materia prima. Al disminuir el grado de humedad se cierran las estomas para evitar pérdidas de agua, reduciéndose la asimilación de CO₂ rendimiento se estabiliza.

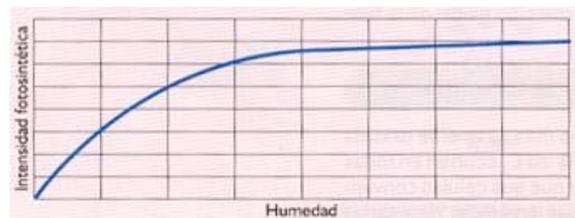


Imagen 7.2. Influencia de la humedad para el rendimiento de la fotosíntesis

- Temperatura. Para intensidades luminosas altas, el rendimiento de la fotosíntesis aumenta con la temperatura hasta alcanzar un valor máximo, siendo este el de la temperatura óptima para la actuación de las enzimas. Los valores más alejados provocan la desnaturalización de las enzimas y el rendimiento fotosintético disminuye considerablemente.

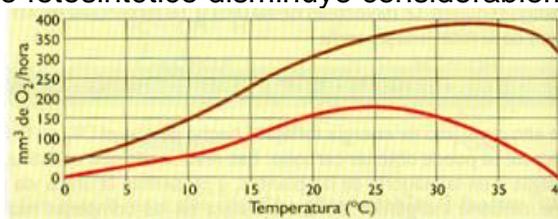


Imagen 8.2. Influencia de la temperatura para el rendimiento de la fotosíntesis

- **Intensidad luminosa.** Para intensidades luminosas relativamente bajas, la fotosíntesis es proporcional a la intensidad de luz; pero si esta va aumentando, llega un momento en el que el rendimiento se estabiliza según las características óptimas de los pigmentos de cada especie.

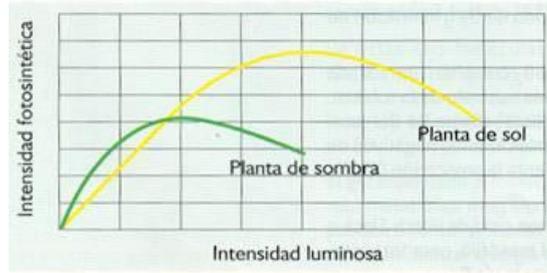


Imagen 9.2. Influencia de la intensidad luminosa para el rendimiento de la fotosíntesis

- **Tipo de luz.** El rendimiento óptimo de la fotosíntesis se realiza con luz roja o azul. Con luz roja de 680 nm la absorción de la luz va acompañada de absorción de gran cantidad de energía. Al disminuir la longitud de onda se produce absorción de más cantidad de energía. Cuando la longitud de onda es superior a 680 nm no actúa el fotosistema II, con lo que el rendimiento disminuirá por no poder realizarse la fase oscura de la fotosíntesis.

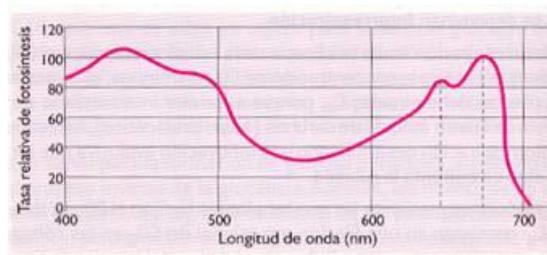


Imagen 10.2. Influencia de la longitud de onda de la radiación para el rendimiento de la fotosíntesis

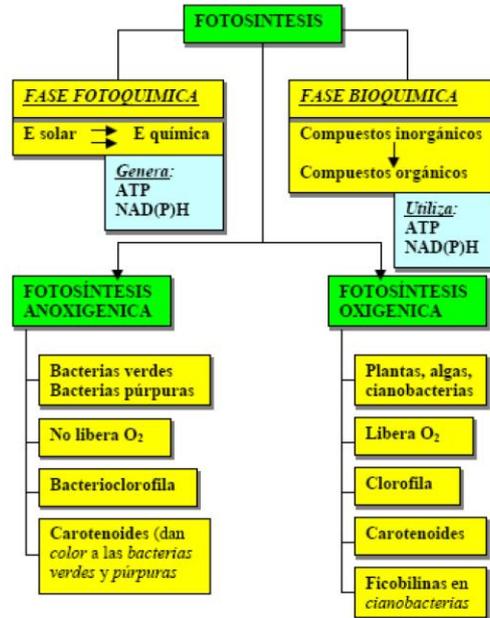


Imagen 11.2. Diagrama de bloque con las fases de la fotosíntesis

Todos los organismos con capacidad fotosintética contienen uno o más pigmentos capaces de absorber radiación visible que desencadena las reacciones fotoquímicas de la fotosíntesis.

La clorofila extraída con éter, presenta un único máximo a 660nm en la zona del rojo. Sin embargo, en tilacoides se detectan tres máximos de absorción, debidos a la clorofila, a parte de la energía luminosa absorbida por clorofilas y carotenoides, se almacena al final del proceso fotosintético como energía química.

La mayoría de los pigmentos actúan como una antena (en un complejo antena) captando la luz y transfiriendo la energía (proceso físico) al centro de reacción al que están asociados y donde se transfieren electrones desde la clorofila a una molécula aceptora de electrones (proceso químico)

Se piensa que la energía de excitación se transfiere desde la clorofila que absorbe la luz, hasta el centro de reacción por resonancia que actúa como mecanismo de transferencia de energía que no implica radiación, no requiere contacto físico entre moléculas y no implica transferencia de electrones.

Los pigmentos en el complejo antena están ordenados de manera que canalizan la energía absorbida hacia el centro de reacción (CR) (Pérez-Urria, E. 1989)

2.7. Marco de la problemática general de las zonas de regadío

- Significado y valor de los secanos españoles.

No es posible entender la dinámica del campo español si no se establece una clara diferenciación entre dos tipos de uso del suelo agrícola, secano y regadíos.

El (80 % de las tierras cultivadas son secanos, que aporta una reducida cantidad de la producción final agraria, frente a una pequeña extensión del regadío que aporta lo sustancial de las producciones y rentas agrícolas (entre el 60 y 70 % de la producción final agraria procede de los regadíos, mientras un 30% a los secanos.) Y de ese 30% la procede de: cereales, aceite y vino. Un 36% de la transferencia que realiza el FEOGA³⁰ anualmente a España se dirigen a estos tres sectores productivos. (Molinero, F 2009)

La expansión del cereal y de los cultivos herbáceos por los cultivos de los secanos (62% de las ha). La dedicación de los cultivos herbáceos extensivos del territorio español ha estado condicionada por la PAC, especialmente por las subvenciones concedidas a los agricultores a partir de 1992, para compensar la caída de las rentas derivadas de la aceptación de los precios internos a los del mercado internacional.

Resurgimiento del olivar en los secanos. La arboricultura en general se da bien en los secanos, debido a su gran desarrollo radicular que alcanza las capas profundas de los suelos encontrado la humedad necesaria (olivo, almendro higuera). Olivar favorecido por la PAC: el olivar en regadío y cuidado ha pasado de una producción de 2.000 kg/ha a los 4.000 Kg/ha.

El secano arbustivo está dominado por los viñedos (Molinero, F. 2009)

- Justificación del agua para la agricultura.
- Hemos recurrido al diseño de un tabla por comarca, indicando las superficies dedicadas a cada cultivo y si se realizan en secano o regadío.

Para la confección de la tabla citada en el párrafo anterior hemos utilizado las declaraciones DUN de los años 2018 y 2019. Como es lógico inmediatamente se puede ver que los regadíos incrementan la producción respecto a los cultivos en secano, y de aquí su interés: producir más.

- Con la agricultura moderna surgieron problemas sociales, políticos y ambientales, como la contaminación del agua y problemas asociados con los biocombustibles, los organismos genéticamente modificado, los aranceles y los subsidios agrícolas.

En el siglo XX, como respuesta a algunos de estos problemas, surge la “agricultura orgánica” como una alternativa al uso de las plaguicidas sintéticos.

- La historiografía del regadío en España³¹ La historia del regadío, debido a su importancia económica y social, había despertado ya mucho interés en España bastante antes de la acogida del tema hidráulico por los científicos sociales. En el siglo XIX, por una variedad de motivos. Se escribieron muchos libros de Borrull (1831) sobre el Tribunal de las Aguas, y de Musso y Fontes (1847) sobre Lorca, son dos ejemplares precoces del género.

³⁰ Fondo Europeo de Orientación y Garantía Agrícola - FEOGA - está formado por dos secciones, la sección de Orientación y la sección de Garantía. En el marco de la política europea de cohesión económica y social, el FEOGA apoya el desarrollo rural y el ajuste de las estructuras agrícolas. Algunos de los ámbitos de actuación del FEOGA son: inversiones en las explotaciones agrarias; ayuda a la instalación de los jóvenes agricultores y formación profesional; medidas agroambientales; transformación y comercialización de los productos agrícolas.

³¹ Recurso electrónico

Los regantes, en general, y las oligarquías en tierras de regadío, en particular, tuvieron buenos motivos para oponerse a la unificación del derecho de aguas: quisieron preservar lo que tenían. Pero, visto desde otro ángulo, cabe admitir que el regadío tradicional constituyó un tipo de agroecosistema exquisitamente afinado, lo cual se reflejó en la marcada hiper estabilidad de tales sistemas de derechos e instituciones del derecho de agua. Dicho interés puede explicar la traducción del tratado de Jaubert de Passa sobre los riegos de Valencia mandado por la Sociedad Económica de Valencia, ya en 1835 (aunque no publicada hasta 1844).

Esta fecha responde bien a la creciente actividad jurídica que produjo, en 1851, el proyecto del código civil que despertó, sobre todo en Cataluña, una reivindicación del derecho foral.

- A principios del siglo XX Joaquín Costa³² promovió una serie de estudios, los suyos propios y otros, sobre el derecho consuetudinario. Para este autor “regeneracionista” la costumbre es fuente del derecho y el mejor código civil sería el que reflejara minuciosamente las costumbres locales, en toda su variedad y particularismo.
- El derecho consuetudinario³³ es, en su mayor parte, derecho agrario, lo que explica el papel destacado del regadío en tales tratados. Por iniciativa del mismo Costa, que redactó la convocatoria, la Real Academia de Ciencias Morales ofreció un premio para el mejor trabajo sobre derecho consuetudinario a lo largo de una serie de años.

La metodología sugerida se centró en las ordenanzas y costumbre, “reflejo y traducción del pensamiento de las muchedumbres” y, por lo tanto, los aspirantes al premio habían de documentar sus narrativas con “ordenanzas y reglamentos, cuando la práctica los lleva consigo”.

Los estudios sobre los riegos tradicionales escritos en el XIX tuvieron en común un esfuerzo por preservar la particularidad de costumbres agrícolas frente a la unificación del código civil. Se descubrió que los sistemas de irrigación ocultaron una masa de costumbres en sus ordenanzas.

- El Informe del Banco Mundial, el realizado en abril de 1963, a petición del Ministerio de Agricultura, por el Stanford Research Institute, Planning for Agriculture. Development in Spain, sin olvidar la necesidad de la atención debida a las áreas de secano, sitúa en primer plano el desarrollo de los

³² Costa, J. 1846-1911) político, jurista, economista e historiador español, el mayor representante del movimiento intelectual conocido como regeneracionismo.

³³ Costa, J. Derecho consuetudinario y economía popular de España, 2 tomos (Zaragoza, Guara, 1981), apéndice II: “Concurso de la Academia de Ciencias Morales y Políticas sobre Derecho Consuetudinario y Economía Popular”, Alfonso Ortega Costa: “Costa y el derecho”, en el libro colectivo: El legado de Costa (Zaragoza, Diputación General de Aragón, 1984).

regadíos, si bien hace patente la necesidad de que su programación obedezca, principalmente, a consideraciones económicas, atemperando las superficies a poner en riego a las necesidades futuras de la demanda.

- El Plan de Desarrollo Económico y Social 1964-1967 considera el desarrollo del regadío como el objetivo fundamental del sector agrario durante el cuatrienio, y señala la importancia de los riegos en la economía nacional. Así, en una superficie de riego que representa únicamente el 10 % de la superficie cultivada, se obtiene el 43 % del valor total de la producción agrícola; el valor medio de la producción del regadío, por hectárea, es 7,5 veces superior al de la producción de secano y del total de exportaciones agrarias, que representan el 60 % de las exportaciones de mercancías; la aportación mínima de las procedentes del regadío es del 60 % , por lo que la contribución del regadío a la balanza comercial es del orden del 35 al 40 % del total de las exportaciones de mercancías. Estas, por no citarlas todas, son algunas de las razones que en apoyo de una política de expansión de las superficies de regadío, figuran en el anexo «Transformación en regadíos».
- El Informe conjunto del Banco Mundial y de la F. A. O. sobre El desarrollo de la agricultura en España, terminado en diciembre de 1966, consagra con carácter definitivo la necesidad de la expansión de los regadíos. poniendo de manifiesto cómo debido a que pocas zonas de España tienen suficiente precipitación, solamente se puede lograr el máximo rendimiento de la mayor parte de los cultivos que se producen fuera de la región Norte, mediante el regadío, y como, a juicio de la Misión, ningún otro país mediterráneo tiene recursos comparables sin utilizar, al considerar que el área potencialmente irrigable en España es, más o menos, el doble de los dos millones de hectáreas regadas actualmente. Es decir, el Informe Banco Mundial-F.A.O. fundamenta la necesidad de la expansión de los regadíos en esa característica de aridez del clima de la mayor parte de España. (informe del Banco Mundial 1963)

Es indudable que la reforma de las estructuras agrarias, tanto en secano como en el regadío actual, es necesaria, que debe incrementarse el empleo de abonos y, en general, el nivel tecnológico de todas nuestras explotaciones; pero estas reformas tendrán un efecto mucho más importante en el nivel de rentabilidad de las mismas que en los incrementos de producción, y que la gran reserva de tierras para lograr este segundo objetivo está en la posibilidad de continuar las transformaciones en regadíos.

Fijación de la población rural por el efecto sobre la creación de empleo directo e inducido del regadío. Formación y capacitación de los agricultores en técnicas de riego, para un mejor aprovechamiento del agua y de las nuevas tecnologías de los regadíos.

Actuaciones prioritarias: Mejora y consolidación de los regadíos existentes. Y en proyectos de regadíos sociales en áreas deprimidas en las cuales la

transformación en regadío de pequeñas áreas es la única medida que puede evitar su despoblamiento. (Maqueda Valbuena 2009)

- La fuerte expansión del regadío en España, una buena parte se deben a los embalses construidos:
- Descontando 8 embalses construidos antes de 1940, que todavía siguen en servicio, ENTRE 1940 y 1982 (43 años), los 39 embalses s y hasta el año 2008 72 embalses construidos (Maqueda Valbuena. A.M.2009)

La superficie regada en España supone un 22,63% de la superficie agraria útil. Pese a ser un porcentaje pequeño de la SAU, contribuye en algo más de 50% a la Producción Final Vegetal, en un 9,4 % al Producto Interior Bruto del país.

El potencial productivo que supone nuestra superficie regada tiene como contrapartida el uso de un volumen importante de agua en un país con territorios donde ésta es escasa. Como usuarios del 70 % del volumen total, el regadío se ve inmerso en la competencia con usuarios de otros sectores por un recurso escaso.

- En el marco actual, una gestión sostenible de nuestros regadíos deberá basarse en (MAPA):
- Gestión inteligente: desarrollo de una economía basada en el conocimiento y la innovación. Gestión sostenible: promoción de una economía que haga un uso más eficaz de los recursos, que sea más verde y más competitiva. Gestión integradora: fomento de una economía con alto nivel de empleo, con cohesión social y territorial.
- Se insiste en: Uso eficiente del agua. Racionalización del consumo de agua para riego. Mejora ambiental de las zonas de regadío: Evitar las filtraciones y escorrentías que produce el riego. Evitar la sobreexplotación de los acuíferos. Mantenimiento de la fertilidad de los suelos de regadío y evita su degradación. Mantener y/o recuperar acuíferos y humedales. Actuar contra la desertificación del país. Preservar la biodiversidad de la flora, la fauna y del paisaje propio de los ecosistemas del regadío. Taxativo cumplimiento con la normativa de protección medioambiental.

Los nuevos regadíos deben contribuir a: Mejora del nivel de vida de algunas zonas rurales deprimidas mediante la transformación de ciertas pequeñas áreas que permiten su puesta en regadío. (MAPA)

Buena parte de nuestros³⁴ regadíos por gravedad son muy antiguos, aproximadamente un tercio de la superficie regada nacional tiene más de 200 años, precisamente la instalada en las vegas más fértiles y fáciles de transformación; la propia naturaleza del método de riego, hace que la eficiencia del manejo del agua sea muy baja, con pérdidas globales del orden del 40 al 80%.

- El riego por aspersión; Frente al riego por gravedad presenta las ventajas de un mejor control del agua, mayor eficiencia, con pérdidas globales comprendidas entre el 20% y el 50%, mejor uniformidad y no necesitar la nivelación del terreno. El principal inconveniente es la inversión inicial y el coste de la energía necesaria para bombear el agua.

³⁴ MAPA Ministerio Agricultura, pesca y alimentación. Web

- El riego localizado, presenta ventajas localización, alta frecuencia y fertiirrigación presentan una serie de ventajas agronómicas que no podemos exponer aquí con detalle, pero que, en resumen, consisten en:
 - Ahorro de agua.
 - Mayores producciones.
 - Menos enfermedades y localización de malas hierbas.
 - Posibilidad de empleo de aguas de menor calidad.
 - Aprovechamiento de suelos marginales.
 - Menores interferencias con los demás trabajos agrícolas.
 - Menores necesidades de mano de obra.

Las pérdidas globales por este método están entre el 5% y el 40%.

➤ Uso del agua en los regadíos

Por su importancia y facilidad de interpretación reproducimos el dibujo del artículo publicado por un grupo de profesores de la Universidad de Lleida sobre los regadíos de una zona próxima a la zona estudiada. Se publicó en QUADERNS AGRARIS 36 (juny 2014), p. 23-50.

Según los autores las pérdidas de agua por regadío en la zona a que se refieren ascienden al: 12% por las acequias, 1,5% por el sistema de manejo de las acequias, 10% en las balsas de almacenaje y distribución del agua, 49% por percolación. Quedando de utilidad para el cultivo 27,5%

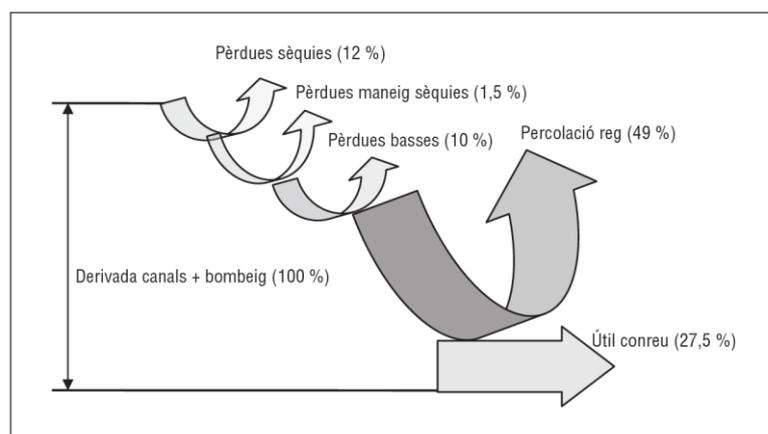


Imagen 12.2. Distribución de las pérdidas en el transporte, almacenaje y riego de 430 ha en los Planes del término municipal de Arbeca Garrigues (En el límite entre Pla d'Urgell y Urgell) (Cots Rubió, LL. 2014)

2.8. Los sistemas de regadío agrícola. Es una obviedad, pero los regadíos en la Península mayoritariamente, o se han situado cerca de los ríos para poder

abastecerse o han dependido de grandes obras hidráulicas, sobre todo de los embalses.

Descontando 8 embalses construidos antes de 1940, que todavía siguen en servicio, en el periodo comprendido entre 1940 y 2008, se construyeron 72 embalses. Que son los que posibilitaron mayoritariamente las puestas en regadío que relacionamos: El Anuario Estadístico de la Producción Agrícola, del Ministerio de Agricultura, solamente a partir del año 1954 comienza a dar la superficie de regadío de nuestro país, y la serie a partir de dicha fecha es la siguiente:

1955.....	1.632.800 ha
1956.....	1.672.800 ha
1957	1.716.100 ha
1958.....	1.751.500 ha
1959.....	1.786.400 ha
1960.....	1.828.300 ha
1961.....	1.949.500 ha
1962.....	1.977.500 ha
1963.....	2.093.100 ha
1964.....	2.144.000 ha
Total	619.179 ha en 10 años 61.918 ha /año
2020.....	3.831.181 ha en 1.687.181 ha en 56 años 30.128 ha/año.

Pone de manifiesto la diferencia del ritmo, en la época anterior a una economía industrializada y de servicios integrada en los últimos 24 años en la UE y en la época anterior cuando la economía dependía de nuestra agricultura.³⁵

2.8.1. Sistema de riego en el mundo:

- a) Sistema por inundación o de gravedad:
- b) Por aspersión. El riego por aspersión rocía el agua en gotas por la superficie de la tierra, asemejándose al efecto de la lluvia.
- c) Por goteo o riego localizado. El riego por goteo libera gotas o un chorro fino, a través de los agujeros de una tubería plástica que se coloca sobre o debajo de la superficie de la tierra.
 - El método principal de entrega de agua al campo (para cerca del 95 % de los proyectos en todo el mundo) es el riego por inundación o de surco.
 - Otros sistemas emplean aspersores y riego por goteo. Aunque sean técnicas relativamente nuevas, que requieren una inversión inicial más grande y manejo más intensivo que el riego de superficie, el riego por

³⁵ MAPA Anuario estadísticos de la producción agraria

aspersión y el de goteo suponen una mejora importante en la eficiencia del uso del agua, y reducen los problemas relacionados con el regadío.

Actualmente, se utiliza el riego por aspersión o el riego por goteo, tratados con sistemas informatizados que regulan la cuantía, la humedad ambiente y la fertilización del suelo. El sistema gota a gota apropiado para los lugares donde hay escasez de agua.

Para implantar un sistema eficiente de riego deben ser consideradas cuidadosamente las relaciones Agua-planta y Agua-suelo.

También existe el riego textil exudante, creado en la década de los 80 por el enólogo francés René Petit, quien concluyó que los actuales sistemas de riego presentaban serias limitaciones e inconvenientes debido a su diseño y que eran restringidos por el material usado en su fabricación.

Creó entonces, un tubo textil y poroso donde el agua se aplicaba al suelo a través de los poros de la pared del tubo textil, formando una línea continua y uniforme de humedad en toda la longitud del tubo poro

➤ **Características del sistema de riego:**

- Ahorro de agua, entre 50 a 60 %, dependiendo del sistema utilizado.
- Menos problemas de obturación debida a las sales disueltas y a las partículas sólidas en suspensión presentes en todas las aguas de riego.
- Resistencia a la tracción y al desgarró, de larga duración, manejable y fácil de instalar.
- Riego uniforme, variando el caudal con la presión, y puede ser instalado en superficie o enterrado. Riego ideal para cultivos en línea
- Se puede regar a sólo 0,2 bar de presión con el consiguiente ahorro de energía, permitiendo regar por gravedad.
- Resistente a la radiación ultravioleta, a la intemperie y a los productos químicos normalmente utilizados en agricultura y jardinería.
- Bajo coste de mano de obra.
-

➤ **Riego localizado**

Una manera moderna de regar es la utilización de los métodos de riego por goteo y microaspersión (riego localizado), que consiste en la aplicación del agua al suelo en forma localizada, es decir, sólo se moja una zona restringida del volumen radicular.

Estos métodos son apropiados para zonas donde el agua es escasa, ya que su aplicación se hace en pequeñas dosis y de manera frecuente, consiguiendo con esto un mejor control de la aplicación del agua, y algunos otros beneficios agronómicos. En cambio, es el sistema que requiere mayor inversión inicial.

Sin embargo, es en la década de los sesenta, en Israel, cuando se inicia su expansión, tras el perfeccionamiento de las técnicas de extrusión e inyección de los plásticos (Medina, 1979).

Israel fue uno de los países pioneros en la investigación y desarrollo de este tipo de riegos para sus zonas áridas, semiáridas y desérticas. Simultáneamente se

investigó en Italia, Inglaterra, Francia y los Estados Unidos, llegándose a buenos resultados, saltando de la etapa experimental a la fase de expansión agrícola (Rodríguez, 1982).

El riego localizado supone una mejora tecnológica importante, que contribuirá por tanto a una mayor productividad. Implica un cambio profundo dentro de los sistemas de aplicación de agua al suelo que incidirá también en las prácticas culturales a realizar, hasta el punto que puede considerarse como una nueva técnica de producción agrícola.

- Características

Sus características principales son:

- El agua se aplica al suelo desde una fuente que puede considerarse puntual, se infiltra en el terreno y se mueve en dirección horizontal y vertical. En esto difiere sustancialmente del riego tradicional en el que predominan las fuerzas de gravedad y por tanto el movimiento vertical.
- No se moja todo el suelo, sino solamente una parte del mismo, que varía con las características del suelo, el caudal del emisor y el tiempo de aplicación. En esta parte húmeda es en la que la planta concentrará sus raíces y de la que se alimentará.
- El mantenimiento de un nivel óptimo de humedad en el suelo implica una baja tensión de agua en el mismo. El nivel de humedad que se mantiene en el suelo es cercano a la capacidad de campo, lo cual es muy difícil de conseguir con otros sistemas de riego, pues habría que regar diariamente y se producirían encharcamientos y asfixia radicular.
- Requiere un abonado frecuente, pues como consecuencia del movimiento permanente del agua en el bulbo, puede producirse un lavado excesivo de nutrientes.
- Utiliza pequeños caudales a baja presión.
- Se opera con la frecuencia necesaria para lograr un alto contenido de humedad en el suelo (riego de alta frecuencia).
- Posibilidad de aplicación de otros productos químicos utilizando la infraestructura de riego. Estos productos pueden tener funciones de correctores, desinfectantes del suelo, herbicidas, nematicidas, fungicidas, reguladores de crecimiento, etc.

➤ **Ventajas de los sistemas de riego presurizados**

- Ahorro de mano de obra. Esto ocurre debido a que el sistema generalmente es automatizado o semiautomatizado.
- Posibilidad de regar en cualquier tipo de topografía y espesores pequeños de suelo. Control adecuado de la aplicación y la distribución del agua en el suelo. Posibilidad de usar aguas con alto contenido de sales.
- No existe interferencia a causa de los vientos, como en el sistema de riego por aspersión.

- Se eliminan completamente los canales y acueductos de distribución, usadas en riego por gravedad y se aumenta la superficie útil.
- Del riego localizado se obtienen algunos beneficios agronómicos, tales como:
- Se facilita el control de las malas hierbas en el terreno, debido a que hay partes del mismo que no se mojan.
- Aumento en la producción y calidad de los frutos, ya que se mantiene un bajo esfuerzo de humedad del suelo durante todo el ciclo del cultivo.
- Riego continuo del cultivo durante un tiempo prolongado sin que esto traiga problemas de asfixia radicular.
- Fertilización a través del agua de riego, aumentando la eficiencia, la localización y dosis de los abonos. De esta misma manera se pueden aplicar otros productos agroquímicos.
- Permite realizar, simultáneamente al riego, otras labores culturales, ya que, al haber zonas secas, no se presenta obstáculo para desplazarse sobre el terreno.
- Evita la lixiviación de los nutrientes del suelo y el control sanitario se reduce notablemente.

➤ **Desventajas de los sistemas de riego presurizados**

- El costo inicial de adquisición es elevado, dependiendo del cultivo, topografía y el grado de automatización que se quiera del equipo.
- El taponamiento de los emisores (goteros principalmente) debido a que su área de salida es bastante reducida. Esto está relacionado directamente con la filtración y la calidad química del agua.
- En caso de utilizar aguas con alto contenido de sales periódicamente, sin realizar lavados al final de cada ciclo, el suelo corre el peligro de salinizarse a corto o mediano plazo.
- Requiere que los usuarios tengan conocimientos en el manejo adecuado del equipo instalado.
- No es recomendable su utilización en cultivos de cobertura total.

➤ **Impacto ambiental general que pueden producir los regadíos**

- Los impactos positivos obvios del riego provienen de la mayor producción de alimentos.
- Además, la concentración e intensificación de la producción en un área más pequeña puede proteger los bosques y tierras silvestres, para que no se conviertan en terrenos agrícolas.
- Si existe una cobertura vegetal mayor durante gran parte del año, o si se prepara la tierra (por ejemplo, nivelarla y aterrizarla), se reduce la erosión de los suelos.
- Hay algunos beneficios para la salud, debido a la mejor higiene y la reducción en la incidencia de ciertas enfermedades.
- Los proyectos de riego pueden moderar las inundaciones, aguas abajo.
- La expansión e intensificación de la agricultura que facilita el riego puede causar mayor erosión; contaminar el agua superficial y subterránea con los plaguicidas agrícolas; reducir la calidad del agua; y, aumentar los

niveles de nutrientes en el agua de riego y drenaje, produciendo el florecimiento de las algas, la proliferación de las malezas acuáticas y la eutrofización de los canales de riego y vías acuáticas, aguas abajo.

- Se requieren mayores cantidades de productos químicos agrícolas para controlar el creciente número de plagas y enfermedades de los cultivos.
- Los grandes proyectos de riego, que represan y desvían las aguas de los ríos, tienen el potencial de causar importantes trastornos ambientales como resultado de los cambios en la hidrología y limnología de las cuencas de los ríos.
- Al reducir el caudal del río, se cambia el uso de la tierra y la ecología de la zona aluvial; se trastorna la pesca en el río.
- El desvío y pérdida de agua debido al riego reduce el caudal que llega a los usuarios, aguas abajo, incluyendo las municipalidades, las industrias y los agricultores.
- La reducción del flujo básico del río disminuye también la dilución de las aguas servidas municipales e industriales que se introducen, aguas abajo, causando contaminación y peligros para la salud.
- El deterioro en la calidad del agua, debido a un proyecto de riego, puede volverla inservible para los otros usuarios, perjudicar las especies acuáticas, y, debido a su alto contenido de nutrientes, provocar el crecimiento de malezas acuáticas que obstruirán las vías fluviales, con consecuencias ambientales para la salud.
- El uso de la tierra, aguas arriba, afectará a la calidad del agua que ingresa en el área de riego, especialmente su contenido de sedimentos (erosión causada por la agricultura) y composición química, (contaminantes agrícolas e industriales).

➤ **Saturación y salinización**

- La saturación y salinización de los suelos son problemas comunes del riego superficial.
- A nivel mundial, se ha estimado que, cada año, el riego saca de la producción una cantidad de terreno que es igual a la porción que entra en servicio bajo riego, debido al deterioro del suelo, principalmente, por salinización.
- La saturación es causada, principalmente, por el drenaje inadecuado y el riego excesivo, y en un grado menor, por fugas de los canales y acueductos.
- El riego acentúa los problemas de salinidad, que, son más agudos en las áreas áridas y semiáridas, donde la evaporación superficial es más rápida y los suelos, más salinos.
- La saturación concentra las sales absorbidas de los niveles más bajos del perfil del suelo, en la zona de arraigamiento de las plantas.
- La alcalinización (acumulación de sodio en los suelos) es una forma, especialmente perjudicial, de salinización que es difícil de corregir. Aunque los suelos de las zonas áridas y semiáridas tienen una tendencia natural a sufrir salinización, muchos de los problemas relacionados con el suelo podrían ser atenuados si se instalaran sistemas adecuados de drenaje.

- El uso del riego por aspersión o por goteo, reduce el problema de la saturación porque el agua se aplica más precisamente, y se puede limitar las cantidades.

➤ **Impactos sociales**

- La población que permanece en el área, probablemente, tendrá que cambiar sus prácticas de uso de la tierra y sus modelos agrícolas. Las personas que se trasladan al área, también tendrán que adaptarse a las nuevas condiciones.
- Todos estos factores –las prácticas agrícolas cambiantes, y la mayor densidad de la población– pueden tener un efecto profundo en cuanto a los modelos sociales tradicionales.
- La introducción del sistema de riego se asocia con un aumento, a veces extraordinario, en las enfermedades relacionadas con el agua.
- Otros riesgos para la salud que se relacionan con el riego incluyen los que están vinculados al mayor uso de productos agroquímicos, el deterioro de la calidad del agua, y la mayor presión de la población en el área.
- Los grupos que están expuestos al riesgo son los trabajadores agrícolas, los consumidores de los vegetales (y la carne) de los campos regados con aguas servidas, y los aldeaños.
- El riego por aspersión representa un riesgo adicional, debido a la difusión de los patógenos por el aire.
- Los riesgos varían según el grado de tratamiento que han recibido las aguas servidas antes de ser reutilizadas.

➤ **Aumento de la eficiencia**

- El uso ineficaz del agua (es decir, el riego excesivo) no solamente desperdicia el recurso que podría servir para otros usos y para ayudar a evitar los impactos ambientales, aguas abajo, sino que también causa el deterioro, mediante saturación, salinización y lixiviación, y reduce la productividad de los cultivos.
- La optimización del uso del agua, por tanto, debe ser la preocupación principal de todo sistema de riego.
- Hay grandes áreas de tierra bajo riego que han dejado de producir debido al deterioro del suelo.
- Puede ser conveniente y, por supuesto, beneficioso para el medio ambiente, invertir en la restauración de estas tierras, antes que aumentar el área de bajo riego.

2.8.2. El regadío en España y Cataluña

Tabla 1.2. Uso del suelo potencialmente dedicado a la agricultura (Fuente MAPA: realización propia)

Ha. Regadas	Ha. Cultivo	Ha. geográficas	S. regada/S. Cultivo	S. Regada/S. geográfica	
3.831.181	16.929.398	50.597.026	22,63%	7,57%	España
268.333	818.105	3.210.768	32,8%	8,35%	Cataluña

Los regadíos en Cataluña referidos a las tierras de cultivo existentes, son superiores al resto de la península. Y también lo son respecto a las superficies geográficas de una y otra.

Respecto a las tierras de cultivo la superan, en un 10%. Hay dos razones: más del 50% de las tierras de España están en la zona seca por debajo de la isoyeta 200mm/año, la mayor parte de Cataluña supera este nivel de precipitaciones. La segunda, es que los ríos de Cataluña proceden prácticamente todos de los pirineos donde el nivel de lluvias supera con creces la isoyeta de los 500mm, igual que el prepirineo y parte de las sierras marginales. Por lo cual, al disponer de más agua que la mayor parte de la Península, es lógico que los regadíos en porcentaje, también lo sean.

Tabla 2.2. Evolución de las hectáreas en regadío en España/Cataluña (Fuente MAPA: realización propia)

2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
3.407.953	3.473.474	3.522.615	3.540.560	3.605.121	3.636.519	3.655.417	3.733.695	3.774.286	3.828.747	3.831.181	112,4
243.774	241.822	247.605	248.495	251.070	254.726	256.210	257.524	261.440	265.974	268.333	110

El ritmo de crecimiento en la península ha sido superior al de Cataluña durante los 11 últimos años en un 2,4%. Se ha de tener en cuenta las dificultades en poner en regadío todas las tierras del Canal Segarra-Garrigues, por la afectación del tema de las Zepas.

Tabla 3.2. Sistemas de regadío en España /Cataluña (Fuente MAPA: realización propia)

	Gravedad	Aspersión	Automotriz	Localizado
España	23,18%	14,76	8,33	53,72
Cataluña	46,85%	11,14	4,50	37,91

Lo que se observa en Cataluña también se da en los otros territorios que lindan con los Pirineos. Como tienen todo el agua que han utilizado tradicionalmente no realizan los esfuerzos por ahorrarla. Contrasta el 46,85% de riego por gravedad, con el 23,18 % del total de la Península en el que también se incluyen.

Igual ocurre con el resto de sistemas de regadío, la media peninsular en dos ellos es superior al de Cataluña. Quizás lo más llamativo es la diferencia no esperada sobre la utilización del riego localizado: El total peninsular lo utiliza en el 53,72% de las tierras regadas y en Cataluña en un 37,91 % (MAPA 2020)

Haciendo estas comparaciones entre Cataluña, las comarcas que se incluyen en el estudio y a los limitados a los situados en la zona estudiada, son quizás más llamativas. Todas proceden del DARP de la Generalitat , según la DUN 2019.

Tabla 4.2. Porcentaje ha regadas en ZE, cinco comarcas, Cataluña España (Fuente MAPA: realización propia)

	Otros %	Aspersión%	Localizado%	Gravedad%	Ayuda a secanos
ZE	1,17	7,81	18,44	72,18	0,41
Comarcas	1,28	20,04	24,44	52,75	1,47
Cataluña	6,32	13,33	30,89	45,37	4,04
España		23,09	53,73	23,18_%	

El riego por aspersión y localizado, es mayor en la totalidad de las comarcas que se incluyen en el estudio, que en la zona estudiada. Es decir, se gestionan mejor el uso del agua en la totalidad de las cinco comarcas que en los regadíos históricos que nos han servido de referencia. En todos los regadíos excepto en los canales de Urgell y en 3.638 del Segarra Garrigues, la utilización del riego a gravedad es el menos utilizado.

Sabiendo la transformación iniciada en el Sector dos de los Canales de Urgell en pro del ahorro de agua es de esperar que en los próximos años estos regadíos que fueron el motor del despegue económico de la zona, se sitúen nuevamente en la vanguardia de la gestión eficaz del agua.

Tabla 5.2. Datos de inicio para obtener tabla 4.2. (Fuente DARP: realización propia)

Zona regada	Blanco	Otros	Aspersión	Localizado	Gravedad	secano rieg apy	
C.Urgell		318,80	3.095,40	6.064,10	53.400,20	11,60	62.890
CSG		600,30	3.059,20	7.498,10	3.638,40	316,60	15.113
Torres de Segre		23,80	12,10	260,90	1.210,50		1.507
Torres S. Carrassumada			139,50	1.066,60	29,90		1.236
Margen izquierdo Segre bajo: ZE		942,90	6.306,20	14.889,70	58.279,00	328,20	80.746
%		1,17	7,81	18,44	72,18	0,41	100
C aragon y Cataluña	35,7	394,20	14.170,70	10.937,20	4.238,30	3,50	29.780
Alguerri-Balager		81,00	4.232,60	1.318,70	531,20	1,30	6.165
C.Pinyana		216,60	1.263,90	3.163,40	4.830,10	0,30	9.474
Cequia de Albesa		10,30	58,80	337,40	887,80		1.294
Segrià sur		19,70	103,30	1.214,80	5,80	1.582,00	2.926
Margen derecho y sur izquierdo del Segre bajo		721,80	19.829,30	16.971,50	10.493,20	1.587,10	49.639
		1,45	39,95	34,19	21,14	3,20	100
Entre los dos márgenes		1.664,70	26.135,50	31.861,20	68.772,20	1.915,30	130.385
%		1,28	20,04	24,44	52,75	1,47	100
Segarra		84,30	171,30	50,40	96,30	2,70	405
Noguera		400,80	7.445,40	3.249,50	16.473,50	9,70	27.579
Urgell		370,60	918,50	1.947,90	11.875,90	150,30	15.263
Pla d'Urgell		82,20	759,10	2.098,20	21.187,90	0,10	24.128
Segrià	31,4	936,50	17.296,40	25.802,50	19.461,90	9,70	63.507
total	31,4	1.874,40	26.590,70	33.148,50	69.095,50	172,50	130.882
%		0,02	1,43	20,32	25,33	0,13	100
Cataluña	125,7	16.117,80	33.978,50	78.759,70	115.685,20	10.303,90	254.971
		0,05	6,32	13,33	30,89	4,04	100
%							
Cataluña MAPA			42.001,00	100.602,00	125.730,00		268.333
España			884.766,00	2.058.322,00	888.094,00		3.831.182
%			23,09	53,73	23,18		100

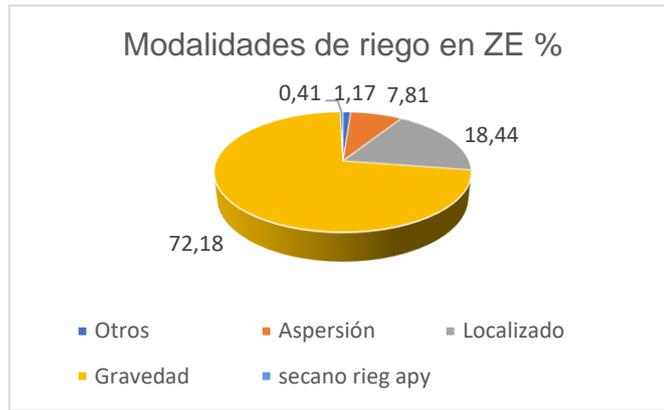


Imagen 13.2. Modalidades de regadío en la Z.E. (DARP: Elaboración propia)

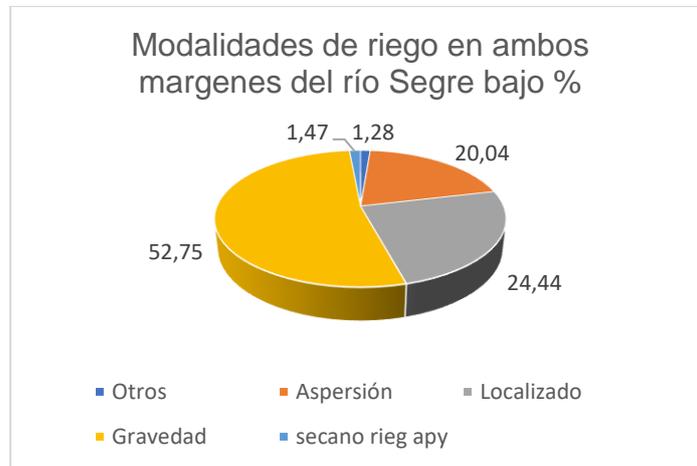


Imagen 14.2. Modalidades de regadío en ambas márgenes del Segre. (DARP: Elaboración propia)

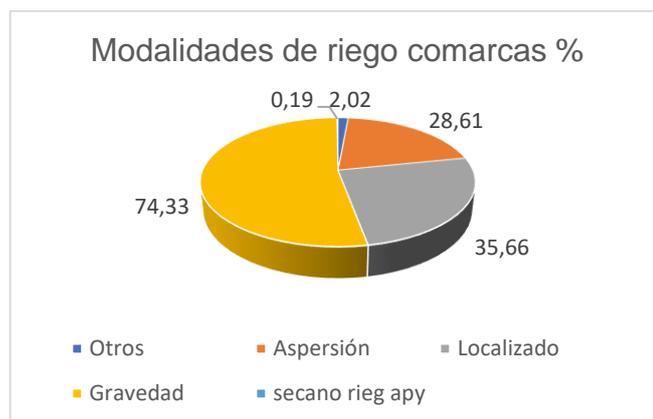


Imagen 15.2. Modalidades de regadío en las cinco comarcas del estudio. (DARP: Elaboración propia)

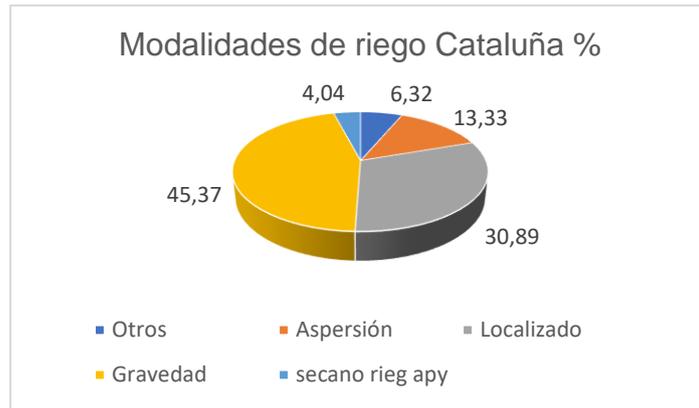


Imagen 16.2. Modalidades de regadío en Cataluña. (DARP: Elaboración propia)

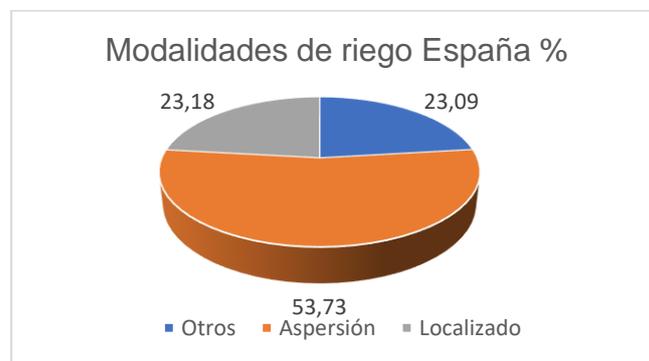


Imagen 17.2. Modalidades de regadío en España. (MAPA Elaboración propia)

3. Bases metodológicas

3.1 El ámbito del estudio: delimitaciones

Es la zona meridional y occidental de Cataluña, donde el declive se percibe por la inclinación de los estratos que los trazados de las vías de comunicación dejan ver un descenso progresivo y continuo de este a oeste y desde el noreste al sureste, dando lugar a una gran cubeta de amplios horizontes, que dejan ver el prepirineo al norte, al altiplano del Solsonès y de la Segarra al este, y las planicies hacia Segre al oeste. Nos estamos refiriendo al tramo final por el oeste de la Depresión Central Catalana.

Zona que con sus formas recuerda su origen de antiguo mar (Tetis), que con el movimiento de la placa africana y el choque con la Eusiberiana produjo el levantamiento las tierras limítrofes: Pirineos y Alpes, durante el proceso conocido como orogénesis alpina. Esta elevación de los extremos, provocó un hundimiento de la parte central y la elevación en su parte media orientada de noreste a sureste dando lugar a un ismo de tierra que une al prepirineo con las montañas del prelitoral través del Solsonès y la Segarra.

Este gran movimiento provocó el desagüe de las aguas marinas que lo ocupaban, por el lado oriental dando lugar al Ampurdán actual, y por el oeste se convirtió en un golfo de agua salada que progresivamente fue evacuando las aguas contenidas hacia el oeste, por donde ahora se sitúa el curso de río Segre, que desciende desde los 600 msnm de Balaguer a los 190msnm de la Granja de Escarp, antes de confluir con las aguas del río Ebro. Esa cubeta de origen lacustre, formada por la escorrentía de las aguas marinas ocasionada por su descenso continúa surcada por los pequeños lechos de los arroyos y ríos que descienden desde las zonas altas para encontrar el desagüe en el Segre, que es el gran colector de las aguas pluviales de ahora y lo fue del desagüe del mar (Tetis) que ocupó la zona. Esta gran cubeta se ha ido rellenando de los pie de monte que la rodean y con los del cuaternario más finos y variados procedentes de la erosión de las zonas montañosa cercanas.

Esta zona recoge las aguas de la ladera sur de los Pirineos, dando lugar a ríos importantes que, de este a oeste, se sitúan por este orden: Segre, que desciende de norte a sur, hasta encontrarse con el margen superior de la cubeta lacustre y continuar siguiendo la falla de Barbastro Sanaüja en dirección a Balaguer, en este trecho, se le une el río Noguera Pallaresa que desciende del Pirineo confluye con el Segre antes de llegar a la actual Camarasa.

A final de la pendiente del Segre medio, donde el río ha profundizado su lecho hasta alcanzar la salida de las montañas cambia de su curso siguiendo hacia el suroeste donde al poco se le une otro de los grandes ríos pirenaicos, el Noguera Ribagorçana, hasta descender cerca de la localidad de Seròs, donde confluye

con el río Cinca, continua el Segre hasta que confluye con el río Ebro después de haber dejado en su margen izquierdo la Granja de Escap.

El curso del río Segre bajo, por su acción erosiva ha formado diversas terrazas (mapa nº6) las dos más recientes la Qt01 y la Qto2 del holoceno, han tenido por ambas riberas un aprovechamiento agrícola desde tiempos inmemorables. Las tierras en el margen izquierdo del río han sido dedicadas a una agricultura principalmente de regadío, a pesar de las dificultades que ha presentado desde sus inicios por ser una zona endorreica y con excesivas sales.

Las poblaciones limítrofes situadas en las cotas y laderas montañosas se formaron bajo la cobertura protectora de las torres de defensa y castillos de la época de Cataluña antigua y el proceso de la reconquista. Crecieron hacia el descenso de las laderas acercándose a los cursos de aguas de arroyos y ríos,

Y después de siglo XII, por la repoblación progresiva de sus tierras, se fueron convirtiendo, en zonas de cultivo de cereales de invierno, frutos secos y forrajes ganaderos. Con la ayuda de construcciones de muros de piedra seca crean terrazas en los pequeños valles. Los muros de piedra seca cumplen las funciones de muros de contención de tierras, facilitando su horizontalidad y abancalamiento de las tierras, y al mismo tiempo sirven de drenaje de las aguas de lluvia, sin provocar el arrastre de tierras.

Las obras hidráulicas cerca de los ríos facilitan el regadío, Las antiguas datan de ese siglo, con el canal de Pinyana; la más importante es la de los Canales de Urgell, que tomando el agua del Segre (antes de su confluencia con el Noguera Pallaresa) con un recorrido de 144 km en el que debe atravesar dos túneles de 280 m el primero cerca de los 5 Km el segundo.

Este regadío con más de 300 km entre canales y acequias, riega una extensión de 63.000 ha y al mismo tiempo, facilita el acceso al agua de numerosas localidades y ganaderías. Regadío, que no exento de problemas, se puso en servicio en año 1862. Desde esa fecha ha creado riqueza, y sin dudarlo es actualmente el enclave mayor de la agricultura de Cataluña. Desde aquellos años se ha pedido reiteradamente poner más tierras en regadío, llegando al año 2000 con la puesta en servicio de un nuevo embalse, que daba garantías de poder aumentar las tierras a regar. En el capítulo 1 se hace referencia a los hechos durante el primer cuarto del siglo XXI, al tener en consideración aspectos de carácter medioambiental y de biodiversidad de la fauna y la flora natural, que alteraron los planes de aumento de las zonas regadas.

Y en este extremo creo que podemos definir los límites territoriales de la zona a estudiar: Por el norte limitada por el curso del Segre medio. Por el este hasta las tierras del altiplano de la Segarra, que alcanza la línea de partición de aguas entre la cuenca del Segre -Ebro y las internas de Cataluña. Por el sur con el

curso del río Corb antes de entrar en la comarca del Urgell y por el oeste continuando hasta llega al Segre por la comarca del Segrià.

3.2. Materiales:

Equipos para trabajos de gabinete: Ordenadores portátiles: ACER 750 y Surface Pro 6 de Microsoft. Softwares: Office 2010, Diagramme para el análisis hidroquímicos de aguas usado por el Laboratorio Hidro geoquímico de la universidad de Aviñón. Qgis3 de código abierto para la elaboración de mapas. Photoshop para el trabajo con las imágenes que se incluyen en los mapas elaborados. Paint 3D para mejorar los mapas elaborados con el Qgis3. Utilización online del Instamap del IGGC para la obtención de secciones transversales y perfiles de las zonas geográficas estudiadas. Herramientas diversas de dibujo. libros y mapas

Para las salidas de campo: Se ha utilizado vehículo, cámara fotográfica Pentax, teléfono móvil, prismáticos, brújula con alidada de pínulas, GPS con aplicaciones para determinar altitudes y datos meteorológicos. Porta mapas plegables. Colección de mapas comarcales 1:25.000, geográficos, geológicos y de vegetación en diversas escalas, mapas hidrológicos de Cataluña topográfico del trazado del canal Segarra Garrigues y topográfico de los Canales d'Urgell.

3.3. Métodos

Sobre los métodos, se deben distinguir los empleados en las fases en que se ha realizado la investigación tal como se indica en capítulo 1 epígrafe 1.2, desde el inicio en 2016 hasta finales de octubre 2018, después hay un cambio de dirección importante en el desarrollo de la investigación, en principio se trataba de forma general del impacto de los nuevos regadíos. Después fue, sin dejar los regadíos, centrarse en el tema agua.

Los métodos empleados los hemos recogido de forma gráfica con contenidos resumidos. Se han separado en siete fases explicadas con un diagramas de bloques. El diagrama de bloques es el utilizado para el seguimiento de un proceso, la simbología se ha reducido a figuras elementales donde predominan rectángulos numerados, indicado las partes principales que contiene cada fase del trabajo y flechas indicando el orden de la ejecución. Se emplean los colores para facilitar su seguimiento.

Los diagramas de bloques de cada fase los denominamos diagrama de trabajo (DT) seguido del número de orden: DT1, DT2, DT3, DT4, DT5, DT6 y DT7. Donde se especifican las metodologías para desarrollar los capítulos 4º al 7º y la totalidad de los mapas:

3.3.1. Métodos específicos

➤ Fase 1ª DT1 evolución de la búsqueda de la identidad geográfica

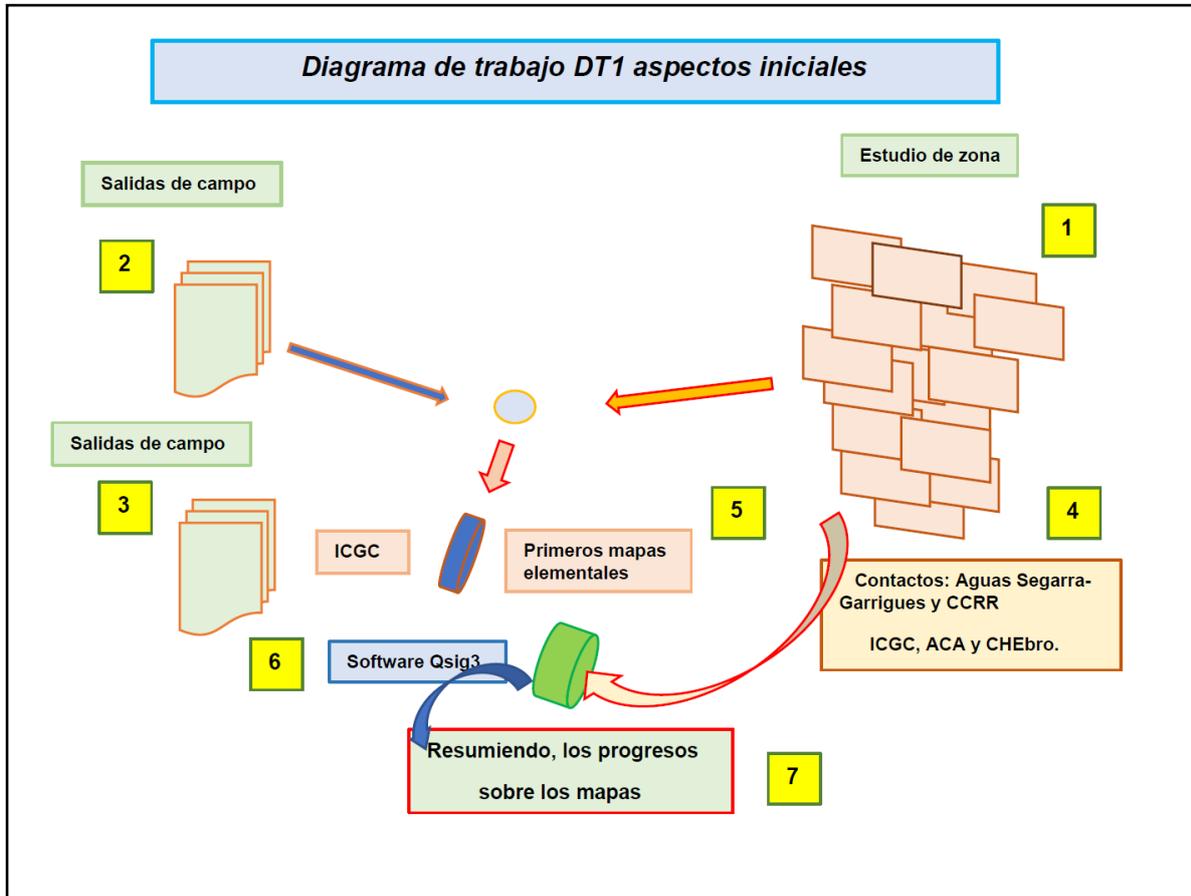


Imagen 1.3. Diagrama del proceso del trabajo DT1 (elaboración propia)

En el diagrama DT1 se recoge la evolución del conocimiento geográfico que se fue generando con el método empleado desde el principio.

- 1. Estudiaba la geografía de la Depresión Central Catalana.
- 2 y 3. Realizaba viajes cortos en los que recorría una parte del territorio, intentando reconocer lo estudiado, la geomorfología, observaba la localización del emplazamiento de las poblaciones, intentaba reconocer los cultivos arbóreos y los herbáceos, miraba la cercanía de ríos o de obras de aprovechamiento hidráulico (molinos, o ruinas cerca de los cauces), la existencia de pozos por las cercanías de líneas eléctricas, el ancho de los cauces, las colinas testigo cercanas, procuraba bajar a la terraza fluvial actual, contaba lo que debían haber sido las terrazas en otros tiempos, estimaba los caudales en función de la erosión y amplitud que observaba en las terrazas fluviales. Pensaba en las dificultades o facilidades para emplear uno u otro sistema de regadío en aquellos secanos. Me guiaba por los árboles existentes en los lindes para detectar buscando los cauces temporales de aguas de lluvia y pequeños arroyos.

Deducía el alcance de las subcuencas por la observación de la orografía, Buscaba los puntos de la confluencia entre los pequeños afluentes de los ríos principales (Llobregós, Sió, Corb-Ondara) y el Segre. Preguntaba a las gentes por direcciones y aprovechaba para preguntar otros aspectos del lugar, conocía a las gentes, hacia fotografías, si me preguntaban les decía que era un profesor de excursión.

- 4. Pude contactar con la dirección del Canal Segarra-Garrigues, y también con los presidentes de dos asociaciones de regantes, con todos ellos mantuve varias reuniones durante los años 2017-2019. También una visita y entrevista con los directores de la Planta de cogeneración para el tratamiento de purines de Juneda, intente establecer contacto con la dirección de la planta de purines de Miralcamp, con la CHEbro y con la ACA.

Desde muy pronto necesite un soporte para poder situar el conocimiento que iba adquiriendo con las salidas de campo y lo estudiado. Necesitaba mapas para pasar los apuntes y esquemas que realizaba.

- 5. Los primeros pasos con los soportes gráficos los di visitando el ICGC en Barcelona, donde aprendí a utilizar el sistema Instamap para amantes de la geografía y excursionismo.

Me pareció una buena herramienta, pero en 2018 insuficiente para lo que me parecía necesario para una investigación seria realizada desde una universidad.

Mientras, realice un contacto seguro con responsables de la CHEbro. El flujo de información que me facilitó casi me colapsa el ordenador y la cabeza. Con el ACA, contactos fueron excesivamente lentos e inútiles..

Proseguía el estudio y las salidas de campo y aumentaba el archivo de notas y de fotografías; fue entonces en los inicios de 2019 cuando los materiales y datos logrados hacían necesario un tratamiento con otra herramienta más acorde con el trabajo que realizaba. Fue necesario abordar un software específico para realizar mapas con mayor entidad, ya conocía el Qgis, pero otra cosa era pasar de conocer la herramienta a bosquejar los primeros mapas.

- 6 y 7. No obstante se inició la labor de búsqueda de bases de datos fiables para utilizarlos como información geográfica, por la sencillez de aplicación nos inclinamos por los formatos ESRI Shapefile (.Shp) un formato de archivo informático sencillo de utilizar y muy extendido entre las bases de datos de intercambio de información geográfica. (Sin la ayuda del ICGC y de la CHEbro, y del Centro de diseño de PCT de la UdG, no me hubiera sido posible este proceso).

Un shapefile es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y los atributos asociados a ellos. Es un formato multi archivo, es decir está generado por varios ficheros informáticos. El número mínimo requerido es de tres y tienen las extensiones siguientes:

- . Shp - Archivo que almacena las entidades geométricas de los objetos.
- . Shp - Archivo que almacena el índice de las entidades geométricas.

.dbf - Base de datos, en formato dBASE, donde se almacena la información de los atributos de los objetos.
.xml - Almacena los metadatos del shapefile.

Todos los mapas que se citan en el DT1, se han realizado sobre la capa base municipal, sobre las que se han añadido las específicas que dan el nombre al mapa.

- En la imagen 2.3. se indican los mapas inicialmente realizados, con la numeración que los identifica, se refieren a la primera etapa de la investigación. ¡Son mapas con los que tratábamos de reflejar el progreso de la investigación, claro que existían mapa de todo lo que íbamos conociendo! pero eran mapas generales, que nos habían servido para aprender, pero eran o muy amplios o muy pequeños, necesitábamos mapas manejables con un formato que se pudiera imprimir sin dificultades, y que a ser posible permitiera la visión de la zona que estudiábamos. Mapas donde pudiéramos incluir todo aquello que considerábamos necesario para el progreso de la investigación, no se trataba de un mapa, se trataba de todos los que nos hicieran falta para representar el conocimiento geográfico que deseábamos delimitar y poder establecer relaciones entre ellos, de forma que nos permitieran avanzar en el proceso del trabajo.



Primeros mapas correspondientes a la fase 1ª DT1

Mapas en escala 1:270.000 en formato A3, para fijar los progresos investigación

- 1.Zona estudio sobre capa municipal y ENP
- 2.Geología básica
- 3.Infografía: perfiles perforación para piezómetros, sobre capa geológica
- 4.Permabilidad de suelos
- 5.Hidrología superficial y subterránea sobre capa permeabilidad de suelos
6. Infografía: características masas aguas superficiales y subterráneas
- 6a. Subcuencas sobre capa municipal e hidrológica superficial y subterránea
- 6b. Zonas probables de máximas lluvias de nacimiento de ríos y recarga de acuíferos. Sobre capa subcuencas
- 7.Pendientes de Calaf y Balaguer. Y Sección Sierra del Tallat a Sierra del Pinós.
- 8.Perfiles longitudinales de los ríos, estimación de las pendientes totales. Sobre capa hidrología superficial y subterráneas
- 9.Formas de las secciones transversales de los ríos tributarios del Segre medio y bajo.
- 32.Redes de canales y acequias principales sobre capas municipal, subcuencas, e hidrología superficial y subterránea.
42. Infografía: Zona estudio sobre capas: municipal e hidrología superficial, con gráficos por comarcas especies UGM.
- 55.Zonas previstas para ser regadas por el canal Segarra-Garrigues (CSG).

Imagen 2.3. Relación de los primeros mapas realizados (elaboración propia)

➤ Fase 2ª DT2

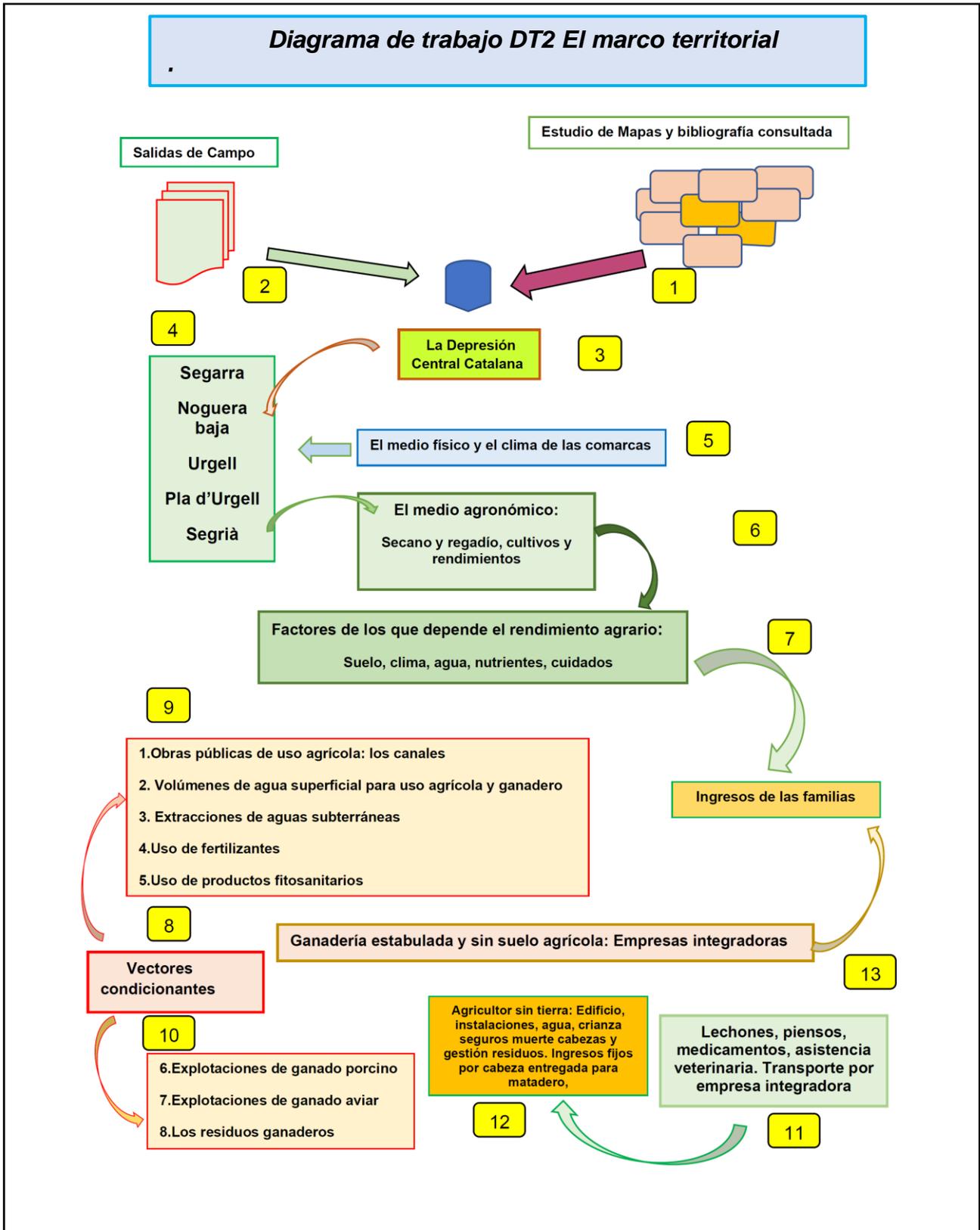


Imagen 3.3. Diagrama del proceso del trabajo DT2 (elaboración propia)

3.3.2. Operaciones que componen el diagrama de proceso DT2

➤ 1. La bibliografía consultada ha ido progresando conforme avanzaba la investigación.

La iniciamos con las tres obras recomendadas por los directores: La Geografía de Catalunya de tres volúmenes de Solé i Sabaris LL, la tesis de Pierre Vilar que ya la había revisado con anterioridad, pero nuevamente hemos releído el primer volumen. También las obras de Pau Vila. Y las numerosas publicaciones de Geo Critica de la Facultad de Geografía de la U.B.

➤ 2. Todas las salidas de campo que se indican en los DT, se indican en el epígrafe 3.4. La mayoría han sido salidas de un día con una duración, contando los desplazamientos, de 14 horas. Las de más duración han sido de dos días consecutivos. (pág.

➤ 3. La historia geológica de la Depresión Central catalana, además de las obras citadas ha sido de gran utilidad resúmenes de la historia geológica publicado en la web del ICGC. También ha sido fundamental fotografiar y estudiar los cortes estratigráficos dejados al descubierto por las obras de las vías de comunicación C32 y A22. (Desde el Paleógeno, serie Oligoceno 40 m.a)

➤ 4. Las comarcas que forman la zona de estudio: La Segarra, La Noguera en su parte sur o baja, el Urgell, el Pla d'Urgell y el Segrià, ocupan más de 4.000 km². (Siete perfiles longitudinales para aplicar al relieve págs. 104 a 105)

➤ 5. Para estudiar el medio físico se ha recurrido a la Geografía de Cataluña de Solé i Sabaris, y los 23 volúmenes del atlas comarcal y municipal dirigido por Giral i Redígales (2006). (Red fluvial pág. 107 a 117)

➤ Para estudiar el clima hemos utilizado las series de los años 2000 a 2016 de cada comarca facilitadas por el MeteoCat. Aun cuando las diferencias climáticas entre las comarcas no sean muy acusadas, las integrales térmicas si deben serlo, así se comprende muy pronto que en la clasificación de Papadakis, se diferencien los climas entre las vecinas comarcas de la Segarra y el Urgell. (Clima según MeteoCat 2000 a 2016. En cada comarca se incluyen las series históricas climáticas)

➤ 6. Tal como comentamos en el párrafo anterior las integrales térmicas, el calor y la luz que necesitan las plantas influyen en su productividad, y esto lo podremos ver en los cuadros de producciones en secanos y regadíos que se incluyen en la visión sintética de cada comarca del (capítulo 4). Productividades que dependen del suelo, la disponibilidad de agua, de los micro climas y los cuidados culturales. En este conjunto de datos creemos que radican las variaciones de los rendimientos de cada uno de los cultivos. (El uso del suelo agrícola Según la DUN 2019 del DARP de la Generalitat: Cultivos en secano y en regadío y producciones por comarca)

➤

➤ En el capítulo 2. hemos recordado los innegables factores que intervienen en el crecimiento y la alimentación de las plantas. No vamos a insistir en esto, pero pudiera ser una de las causas donde pueda radicar una buena parte de los problemas que se intuyen que padece la zona estudiada. No por muchos nutrientes que tenga la planta a su disposición crecerá más y será más productiva. Las ecuaciones básicas de la fotosíntesis, lo deja claro a un nivel muy elemental: la planta sintetiza la primera molécula de glucosa cuando dispone de dióxido de carbono del aire, el hidrogeno del agua, y una determinada y concreta cantidad de energía que recibe de la radiación solar. Por muchos nutrientes y agua que pongamos a su disposición la ecuación básica y fundamental de la fotosíntesis no varía.

➤ 7. Una cuestión es el vigor de la planta, otra su producción, no por ser muy vigorosa y con mucha masa foliar, producirá más fruto; los excesos siempre son malos-: lo que se aporta en exceso a los suelos perjudica más que favorece, la planta tiene sus mecanismos para tomar lo que le hace crecer bien, las alteraciones fisiológicas se crean en cuanto se desestabiliza la composición de los suelos y su vida microbiana. El agua intenta lavar los suelos del exceso de sales (iones), pero lo hace perjudicando a lo que encuentra en su camino. Hasta que al final los excesos terminan en la capa saturada, estropeando el agua y finalmente también a las aguas de los ríos y a la vida que se desarrolla en ellos.

➤ 8. Con el nombre de vectores condicionantes, (que desarrollamos en el capítulo 5), entendemos aquel exceso de fuerzas aplicadas sobre una determinada superficie. Las fuerzas son todas aquellas acciones a que quedan sometidos todos los que viven en una determinada superficie de la tierra. En física se da el nombre de presión al resultado de aplicar una fuerza sobre una superficie: con una pequeña fuerza los sanitarios nos han vacunado y revacunado últimamente a casi todos, han utilizado una aguja de mínima superficie, de forma que con una pequeña fuerza han atravesado nuestra piel, casi sin que nos diéramos cuenta. Con esa misma fuerza aplicada a un bolígrafo no hubieran atravesado la piel, habrían producido un hematoma. Por esta razón para sentir los efectos debe haber suficiente presión. Una gota de legía en un litro de agua sirve para purificar el agua dudosa para un excursionista, en cambio un chorrito de legía podría afectar al que bebiera el agua. En geografía se conoce bien el tema “El entrelazamiento entre los procesos humanos y físicos, o lo que ponen de manifiesto las variables espaciales”¹

El valor de la presión es el que afecta cuando se trata del medioambiente.

➤ 9. En este punto hacemos referencia a cinco presiones relacionadas con el medio agrícola: las obras de las canalizaciones afectan a la movilidad de personas y vehículos, el curso artificial del agua no es como el de un río, altera la vegetación por mucha o la poca humedad que se genera en su cercanía. Los volúmenes de agua dedicados a los regadíos, lavan suelos de los excesivos fertilizantes y de los residuos ganaderos, las extracciones de las aguas subterráneas contribuyen a su movilidad y a la extensión de las materias contaminantes que alcanzan al agua. Sobre los Pfs², ¿qué decir?, muchas veces intentan curar enfermos que ellos mismos han contribuido a crear, poco o mucho

¹ Murphy, A

² Pfs Productos fitosanitarios (plaguicidas, pesticidas, insecticidas herbicidas, etc.)

afectan a la microflora del suelo, y los excesos no se degradan tan rápidamente como creemos ni su trazabilidad desaparece de lo que ingerimos.

➤ 10. Otro vector son las explotaciones ganaderas sin suelo, que representan un buen porcentaje de las implantadas. Los censos ganaderos que veremos en el capítulo 5, van alcanzando densidades cada vez mayores. La falta de los tratamientos adecuados para eliminar los residuos es otro problema, y el coste que representan, también lo es. Creando un problema que no es de fácil solución solo con medidas legislativas.

➤ 11,12 y13. En la zona estudiada, la forma de funcionar de las explotaciones ganaderas sin tierra, depende de los precios de los mercados, las integradora son empresas que gestionan la cria de ganado para la producción de carne (en el caso del porcino). Contratan explotaciones y al explotador (el integrado) para que gestionen el proceso de la crianza del cerdo, que es de propiedad de la integradora, también suministra al integrado, piensos, medicamentos y asistencia veterinaria. Por el proceso de cria, la integradora retribuye al integrador con una cantidad establecida mediante contrato. Una vez alcanzado el peso pactado, la integradora se hace cargo del ganado, de su embarque, traslado a los mataderos, (que en la zona son mínimos) a Barcelona y Girona donde un solo matadero tiene una capacidad de sacrificio muy superior a los 4 millones de cabezas al año. El integrado se debe hacer cargo del suministro del agua, la energía, seguros y gestión de los residuos. Los ingresos por la matanza, despiece, y carne no se quedan en la zona. De aquí, que, a pesar de una gran actividad ganadera en la zona, los ingresos que se incluyen en la agricultura, no representen el resultado económico concorde con la importancia del sector ganadero. Consecuentemente los ingresos por la crianza de ganado que perciben las familias de la zona no representan la actividad que se realiza en la zona.

(Las actividades indicadas en el DT2, se desarrollan en el capítulo 4.)

➤ Fase 3ª (DT3)

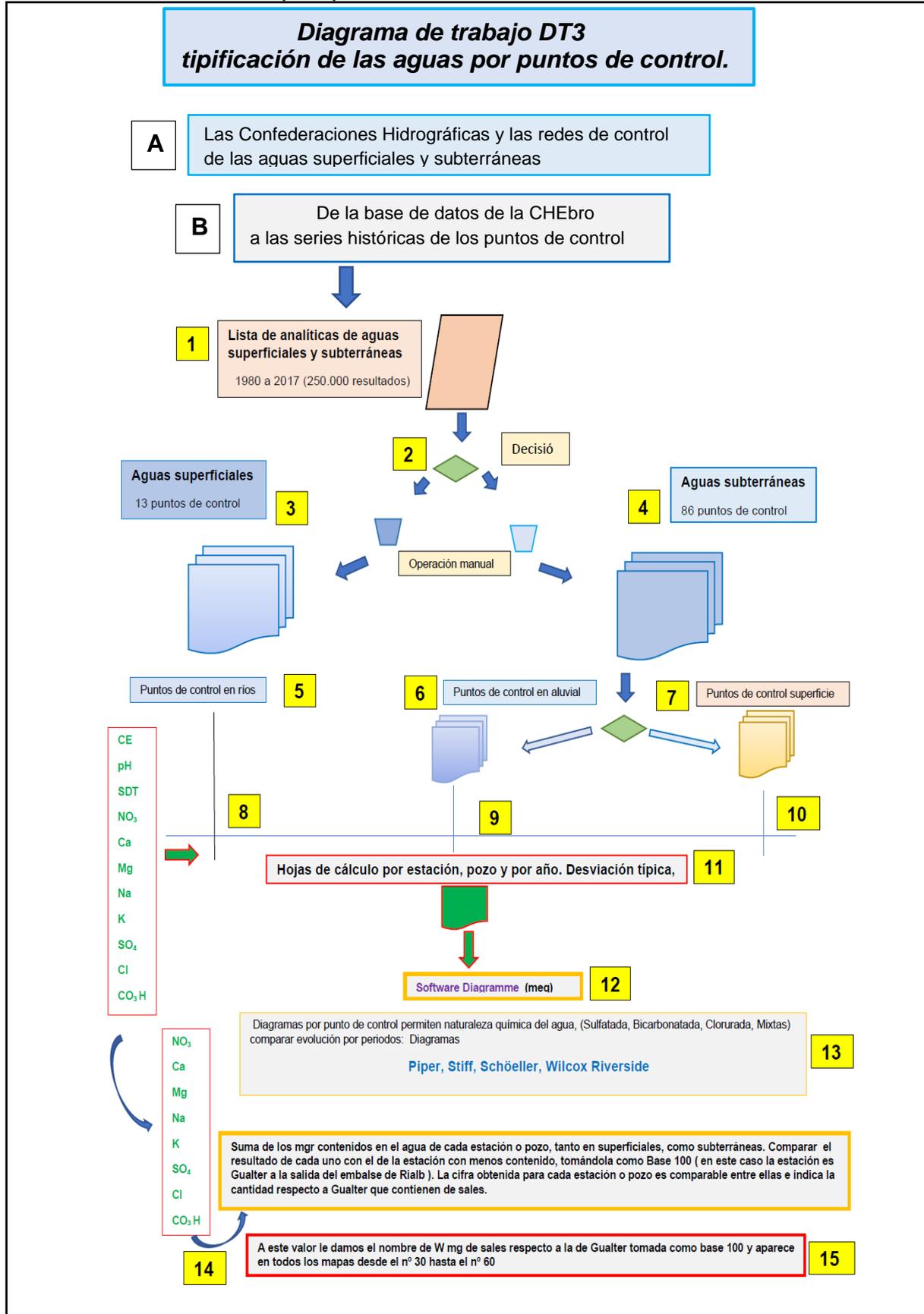


Imagen 4.3. Diagrama del proceso del trabajo DT3. (elaboración propia)

Las confederaciones hidrográficas en el ordenamiento jurídico actual. Se presentan cuatro mapas cedidos por la CHEbro donde se indican las diferentes redes de control de las aguas, codificaciones, masas de aguas subterráneas etc.

- A. Breve descripción del contenido y organización de la base de datos proporcionada por la CHEbro, que se agrupa en cuatro hojas de cálculo Excel:
 - Hoja **R**: conteniendo de 156.025 líneas de resultados analíticos para las aguas superficiales, correspondientes al periodo 1980-2017.
 - Hoja **S**: conteniendo de 106.439 líneas con los resultados analíticos de las aguas subterráneas durante el periodo 1995-2017.
 - Hoja **Z**: conteniendo de 60.881 líneas de resultados de análisis biológicos del río Segre-Ebro bajo.
 - Hoja **Y**: conteniendo 105.888 líneas de resultados analíticos del Bajo Ebro. En total entre las cuatro hojas (A-Y) almacenan 429.233 resultados analíticos procedentes de los sistemas de control de las aguas procedentes de Segre- Ebro bajo. Estos datos almacenan la información de la identidad geográfica de la zona en la que se desarrolla la investigación.

Cada línea de las hojas de cálculo, contiene la información sobre el resultado analítico de una variable controlada, a una determinada hora de un día, mes y año, a la que se añade el valor mínimo considerado de la variable, que el caso de ser inferior al límite admitido se considera de valor cero. Se añade, la red de control a la que pertenece el punto de control al que se refiere la información y el laboratorio o unidad que lo ha realizado el análisis. Sobre cada punto de control se indicaban las coordenadas de localización.

Las variables controladas se incluyen en una amplísima lista de parámetros físicos, químicos y biológicos. Entre los que se incluyen temperatura del agua y del ambiente, aniones y cationes correspondientes a la mayor parte de los minerales que forman los suelos y subsuelos, metales pesados, y la gran diversidad de productos no aniónicos de cualquier naturaleza y origen que arrastran las aguas por la erosión que ejercen y por los vertidos sobre ellas por fuentes difusas y de otra naturaleza. Si esto fuera poco, además se cuentan con los resultados analíticos de los sedimentos y el la biota de los ríos.

Ante la magnitud de los datos, acordamos con nuestros directores limitar la zona de estudio a la que ya hemos indicado, lo cual supuso la consideración de solo 250.000 resultados analíticos con los que se ha llevado a término la investigación

Lejos de ser una investigación sobre las aguas, el objetivo perseguido ha sido el de alcanzar la identidad geográfica del territorio estudiado

Estos resultados analíticos permiten la identificación cercana de los hechos ocurridos como consecuencia del clima, y de las actividades que se han

realizado en territorio³ durante la mayor parte del tiempo de que se disponen de datos. Las materias presentes en el agua permiten deducir, los efectos de las actividades agrícolas, ganaderas, mineras, obras, industrias y las humanas. Nuestra investigación no ha escatimados esfuerzos, para que, con unos medios reducidos, se pongan de manifiesto las cuestiones más llamativas, cuestiones, por otra parte, supuestas y/o conocida por muchas personas, ante la magnitud del valor de las presiones que se ejercen en la zona.

De esta forma creemos que ayudamos a la identidad geográfica de la zona estudiada, con la esperanza de que otros investigadores continúen y profundicen con mejores medios la investigación. Solo creemos el haber puesto valores que ayuden a la interpretación⁴ de lo que puede haber ocurrido y lo que puede seguir ocurriendo en esta parte de la geografía.

Operaciones indicadas en el diagrama de trabajo DT3

- Síntesis del proceso de análisis de la base de datos CHEbro, para extraer la información necesaria para nuestra investigación:
- 1. Crear un soporte adecuado para cada punto de control (Un centenar de puntos)
- 2. Ordenar los resultados analíticos clasificándolos por su pertenencia a aguas superficiales y subterráneas.
- 3. y 5. Aguas superficiales ordenadas por puntos de control.
- 4. Aguas subterráneas ordenadas por puntos de control distinguiendo:
- 6. Localización en aluviales
- 7. Localización sobre acuíferos.
- 11,12,13. Elaboración de hojas de cálculo para cada punto de control, conteniendo: (CE, pH, SDT, iones: NO_3^{2-} , Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , SO_4^{2-} , Cl^- , CO_3H^-)⁵. Incluyendo para cada uno de los parámetros e iones, anteriores, los valores anuales, calculando el promedio anual de cada uno y formando la serie histórica por años.

Para asegurar la validez de la representación de cada serie por su valor promedio, se determina la desviación típica de la serie⁶ y su coeficiente de

³ Para las aguas superficiales 47 años y para las aguas subterráneas 17 años.

⁴ El Dr. Carreras nos decía hace unos años a los doctorando: *debíamos ser humildes al pensar que otros, antes que nosotros ya habían descubierto nuestros descubrimientos*. Ciertamente, debe ser así, no creo posible que los efectos que valoramos nadie, antes no los haya valorado. En este caso. Ahí continúan.

⁵ CE: conductividad eléctrica, SDT sólidos totales disueltos, nitratos, calcio, magnesio, potasio, sulfato, cloruro, bicarbonato.

⁶ Aplicando
$$\sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{(n-1)}}$$

variación⁷ (para que esta utilización sea estadísticamente correcta el coeficiente de variación, no debe ser superior al 0,8).

Obtención de diagramas hidroquímicos. Las hojas de cálculo indicadas en el nº 11, se diseñan de acuerdo con las instrucciones de utilización del software **LHA**, de forma que pueda realizar el tratamiento de grandes cantidades de información sobre las aguas y poder obtener los diagramas de: Piper, Stiff, Schöeller, Wilcox y Riverside.

Con estos diagramas se obtiene la tipificación de las aguas, su evolución y además numerosos datos que permiten profundizar en el conocimiento de las aguas

En lo sucesivo, en el desarrollo del trabajo, para referirnos a estos archivos como fuentes de información utilizaremos a acrónimos: **Bd/Asup** para las aguas superficiales, y **Bd/Acuif** para las subterráneas.

➤ 14 y 15. La formación del índice IB100G para poder comparar aguas superficiales y subterráneas. Se diseñó un índice basado en las cantidades de los ocho iones principales que contiene el agua. Para cada punto de control se obtuvo la suma de los ocho iones principales ($\sum 8$) y se comparó con el valor del punto de control donde esta cantidad era mínima ($\sum 8_G$). El contenido del punto elegido (Gualter, en el Segre a la salida del embalse de Rialb) se tomó como base 100 de comparación. La cantidad resultante para cada punto de control lo denominamos IB100G⁸ que permite comparar cualquier punto del estudio.

3.3.3. Alcance de los procesos operatorio derivados del DT3.

- Los resultados obtenidos con las operaciones realizadas según el diagrama de proceso DT3 son la base para el desarrollo de los Diagramas de proceso DT4, DT5, DT6 y DT7:
- Junto al desarrollo del diagrama DT 4, se formará el contenido del capítulo 5º sobre quimismos de las aguas y presiones sobre el territorio.
- De igual forma será la base junto al desarrollo del contenido del diagrama DT5 para dar forma al capítulo 6º, sobre el análisis de las aguas superficiales por puntos de control.
- De semejante forma, facilita la mayor parte del material de la investigación para poder desarrollar los contenidos del diagrama DT6 y en ellos poder

$$CV = \frac{\sigma_x}{|\bar{X}|}$$

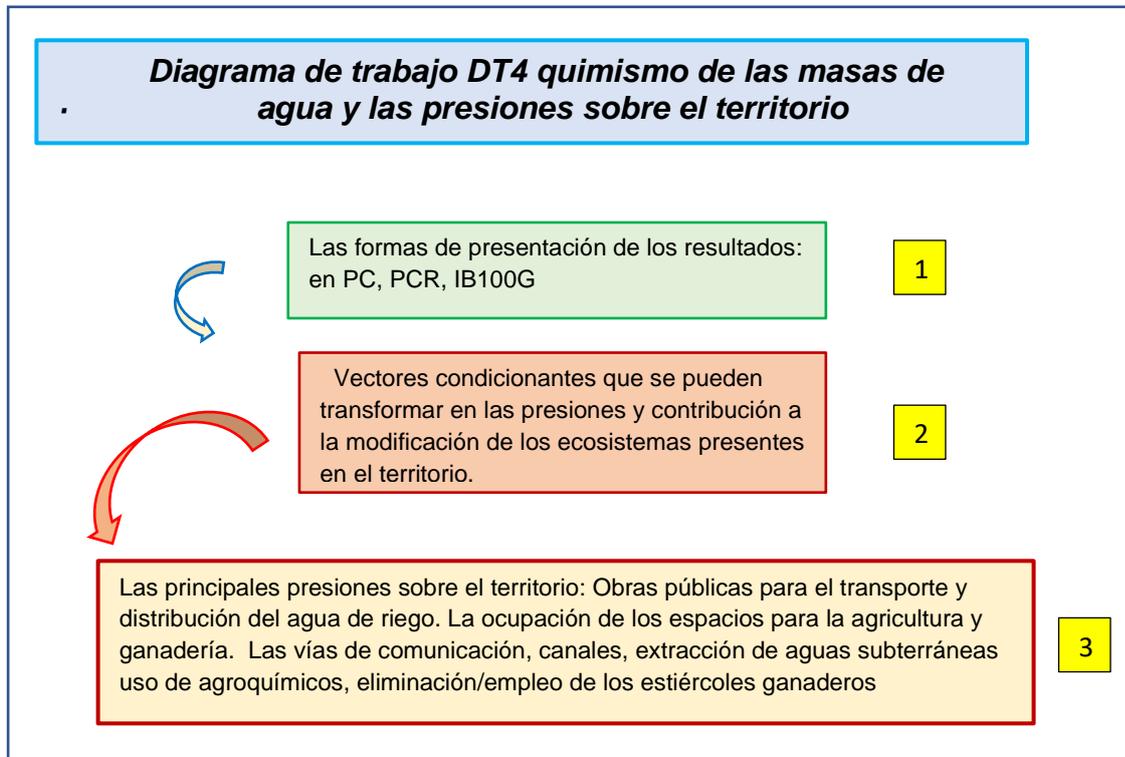
⁷ Partiendo del resultado de la ecuación anterior estadística que nos informa acerca de la dispersión relativa de un conjunto de datos

El **coeficiente de variación**, es una medida

⁸ IB100: Índice base 100Gualter. Gualter es la localidad del punto de control de las aguas superficiales donde la suma de los ocho iones principales en la menor. La tomamos de referencia dándole un valor de 100. En el resto de los puntos IB100G = $((\sum 8_G) \times (\sum 8)) / 100$

formar el capítulo 7º sobre el análisis de las aguas subterráneas por áreas hidrológicas.

➤ **Fase 4ª (DT4)**



➤ Imagen 5.3. Los quimismos de las aguas a las que se refiere el DT3 y las presiones sobre el territorio DT4, se agrupan en el capítulo 5. (Elaboración propia)

3.3.4. Explicaciones sobre el diagrama de proceso DT4

➤ 1. A partir de los resultados obtenidos con el empleo del LHA y de los diagramas hidroquímicos obtenidos, se ha determinado la naturaleza de las aguas en los casi un centenar de puntos de control de las aguas superficiales y subterráneas.

➤ Al conocer la naturaleza del agua en cada uno de los puntos de control (15 de aguas superficiales y 86 de aguas subterráneas). Se incluyen la caracterización del agua en cuatro mapas, realizados sobre las capas base de: subcuencas (mapa 15), masas de aguas subterráneas (mapa16), geológico (mapa 17), permeabilidades de los suelos (mapa 18).

- En el mapa 12 se añaden los diagramas Stiff en los puntos de control de las aguas superficiales y en algunos pertenecientes a las aguas subterráneas.

- Entre los puntos de control de las aguas subterráneas hay una diversidad en cuanto a número y fechas de análisis realizados. En vías de homogenización se eligen aquellos que tienen mayor historial de analíticas, resultando una treintena de puntos de control, a los que denominamos PCR puntos de control de referencia.

- Determinamos si eran una muestra estadísticamente representativa del conjunto.
- Se edita un mapa temático indicando para cada PCR con los valores promedio de cada parámetro e ion: conductividad (mapa 19), pH (mapa 20), nivel piezométrico (20A), nitratos (nº21), sulfatos (nº 22), cloruros (nº 23), bicarbonatos (nº24), calcio (nº25), magnesio (nº26), potasio (nº 27), sodio (nº28)
- A estos PCR de las aguas subterráneas se añaden la totalidad de los puntos de control de las aguas superficiales, que por su amplio historial de analíticas se consideran como PCR.
- Para cada PCR se determina el valor del índice base 100 Gualter (IB100G). De forma que, si en un punto tenemos un índice 120, sabemos que tienen 20% más de iones disueltos que el tomado como base.
- En todos los mapas editados a partir del nº 30 independientemente de su representatividad añadimos el (IB100G) cada PCR. Intentado encontrar correlaciones.
 - 2. Se explican las modificaciones de los ecosistemas naturales por las diferentes acciones antrópicas que finalizan por su duración o intensidad en presiones sobre el territorio:
 - 3. Las presiones sobre el territorio. Caracterización general:
 - Efectos de la utilización de agroquímicos en suelos y plantas.
 - Efecto de la ganadería estabulada (mapas nº42 a 54).
 - Presiones específicas: de las obras públicas: canales, ocupación del suelo agrícola (mapas nº33.1 a 33.12) y vías de comunicación.
 - Presiones por la extracción de aguas subterráneas (mapas 34 a 38C), por las infraestructuras de las estaciones depuradoras de aguas residuales.
 - Mapa 41 desplegable, editable con plóter con el resumen de los aspectos más destacados de los Canales de Urgell.
 - Sobre el canal Segarra Garrigues (mapas nº 55 a 59).
 - Estimación del conjunto de presiones en la zona (mapa nº 60).

➤ **Fase 5ª DT5**

Se parte de los resultados de las operaciones realizadas en el DT3

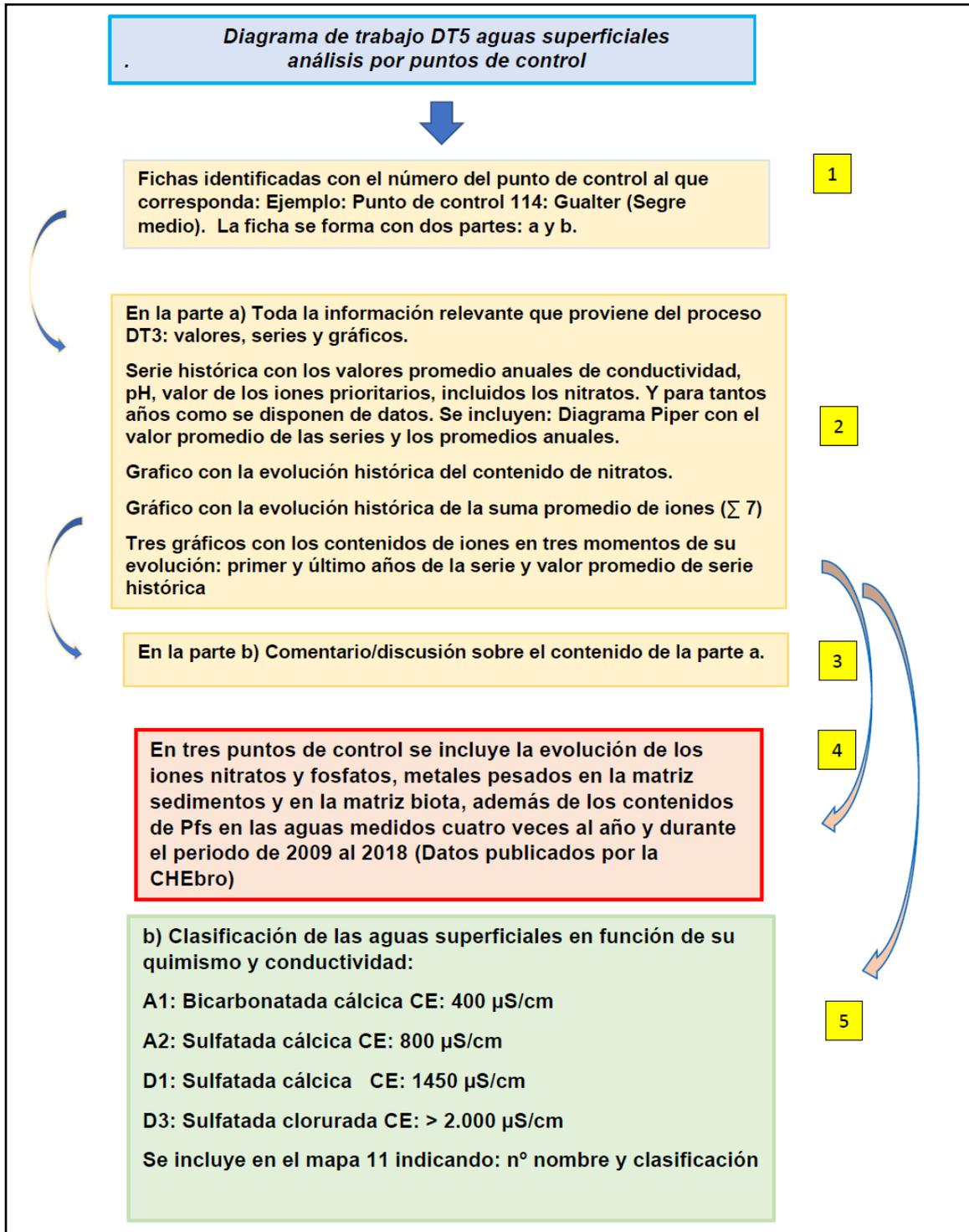


Imagen 6.3. Diagrama del proceso del trabajo DT5 (elaboración propia)

3.3.5. Explicaciones sobre las operaciones indicadas en el diagrama de proceso DT5

En este diagrama se indican las acciones realizadas respecto a los resultados recogidos en cada punto de control de las aguas superficiales, la información y elaboración para cada punto de control que se agrupa dando lugar al capítulo 6º.

- 1. Para cada punto de control se ha diseñado una ficha. Identificada con su número oficial (CHEbro) y con dos partes: a y b. a) Agrupa valores, series y gráficos. b) Comentario/discusión.
- 2. La ficha contiene:
 - Hoja de cálculo utilizada para obtener los diagramas Piper, Stiff, Schöeller y Wilcox. Citada en nº11,12 y 13 del diagrama DT3.
 - Diagrama triangular de Piper con los valores promedio anuales de la serie histórica (triángulos marrones para el valor promedio anual y cuadrado verde para el promedio de todos los valores anuales).
 - Gráfico de la evolución de los nitratos (NO_3), con dos ajustes de la tendencia, el primero para el mejor valor de r^2 , y un segundo ajuste con una ecuación polinómica. En ambos ajustes se añaden la ecuación de predicción correspondiente, la de color rojo siempre corresponde a la función polinómica.
 - Gráfico de la evolución anual de la suma de los iones (suma7). Con los ajustes semejantes a los aplicados para el gráfico de la evolución de los nitratos.
 - Tres gráficos con las cantidades de los (suma 7 iones) en tres fases de su historial (que denominados serie histórica):
 - *Iones en el primer año de la serie.
 - *Iones en el último año de la serie.
 - *Promedio de los iones durante todos los años que conforman la serie. (6.3.1. pág. 258) (6.3.10. pág. 281)
- 3. La ficha se complementa con el comentario/discusión de los datos y gráficos que aporta la parte a) la que nos terminamos de referir. (6.3.1. pág. 258 a 260) (6.3.10. pág. 282 a 285)
- 4. En los tres puntos de control establecidos por la CHEbro se incluyen los resultados analíticos en las matrices: agua, sedimentos y biota, metales pesados y los gráficos de la presencia de productos fitosanitarios (Pfs) en cuatro fechas del año para el periodo 2009-18. Se realiza un análisis por grupos de los elementos que circulan anualmente por la última estación de control en Seròs antes de la confluencia con el Cinca. (6.3.11. págs.287 a 291)
- 5. Clasificación de las aguas en función de su quimismo y el coeficiente de conductividad. Clasificación que se incluye en los (mapas nº 11,14 y 15).

Fase 6ª (DT6)

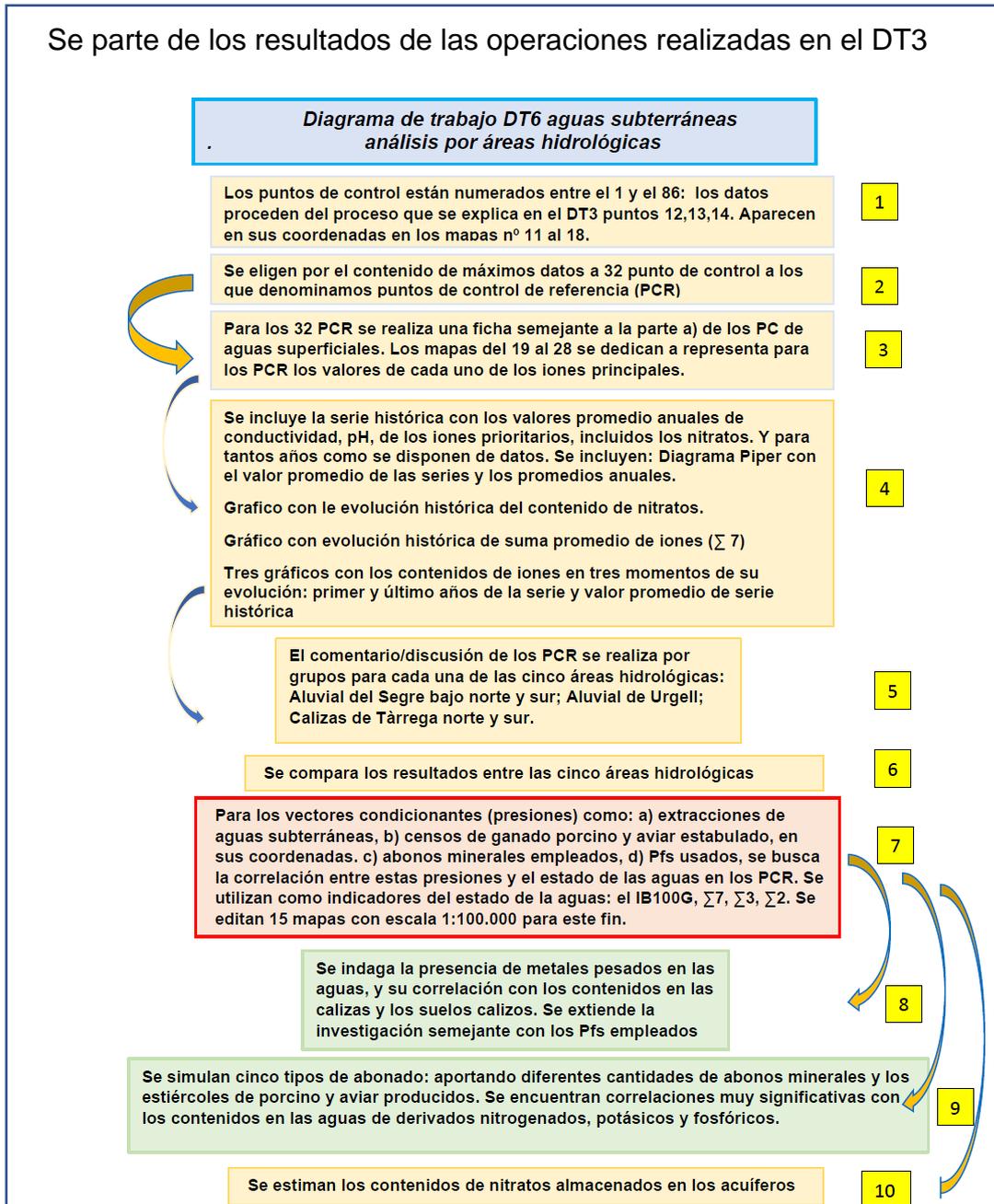


Imagen 7.3. Diagrama del proceso del trabajo DT6 (elaboración propia)

Respecto a las aguas subterráneas, se utiliza una ficha semejante a la descrita para las aguas superficiales, solo en la parte a). La parte b) correspondiente al comentario y discusión se realiza agrupando los PCR de cada una de las cinco zonas hidrológicas en que se divide el territorio.

3.3.7. Explicaciones de las operaciones que forman el diagrama de proceso DT6

- 1, 2 y 3. Se ha expuesto en nº1 del diagrama DT4 las operaciones realizadas referentes a las determinación de los PCR a partir de los PC. Y también la formación del índice IB100G.
- 4. La ficha contiene: los mismos contenidos que las realizadas para la parte a) de las aguas superficiales, nº 2 del diagrama DT5. (7.3.3. pág. 314)
- 5. Comentario de las aguas subterráneas se realiza por áreas hidrológicas. Se definen áreas: A1, aluvial del Segre bajo norte. A2, aluvial del Segre bajo sur. A3, Aluvial d'Urgell. A4, Calizas de Tàrrega norte. A5, Calizas de Tàrrega sur. (7.4. págs. 317 a 330.)
- 6. Comparación de los resultados entre las cinco áreas. (7.14. págs.415 a 422.)
-

7. Búsqueda de las correlaciones entre la existencia de puntos de extracción de aguas subterráneas en zonas concéntricas con cada PCR y un radios de 0,5, 1,5 y 2,5 km). Se busca la correlación entre el número de pozos situados en los sectores circulares y el correspondiente IB100G. Se realiza la búsqueda para cada una de las cinco áreas hidrológicas. (Mapas 35, 36, 37. 38A y 38B)

7. Búsqueda de las correlaciones entre los censos en las explotaciones de ganado porcino y aviar. Se opera como lo realizado con los pozos de extracción de aguas subterráneas: censos radicados en los sectores circulares trazados con centro en cada PCR, Se busca la correlación entre los censos de cada especie y los índices: IB100G, $\sum 4$, $\sum 3$ y $\sum 2$. Se realiza la búsqueda para cada una de las cinco áreas hidrológicas. (Explotaciones y censos de ganado porcino, mapas 45,46,47, 48ª y 48B). (Explotaciones y censos de ganado aviar, mapas 50,51,52, 53A y 53B). Mapa 54 Intensificación ganadera principal.

8. Búsqueda de las correlaciones entre la presencia de metales pesado en las aguas y los contenidos en los suelos y rocas calizas. Semejante entre los Pfs encontrados en las aguas y usado en plantas y suelos. (7.12. págs. 429 a 433) (7.17 págs. 433 a 437)

9. Búsqueda de correlaciones entre diferentes composiciones de fertilización: abono mineral y estiércoles, con los contenidos de nutrientes encontrados en las aguas mediante los índices IB100G, $\sum 4$, $\sum 3$ y $\sum 2$. (7.15. págs. 422 a 426)

10. Balances de nitratos contenidos en las masas de aguas subterráneas de forma estable. (7.15.2. págs. 427 a 429)

Fase 7ª DT7 fases del proceso operatorio para la realización de los mapas

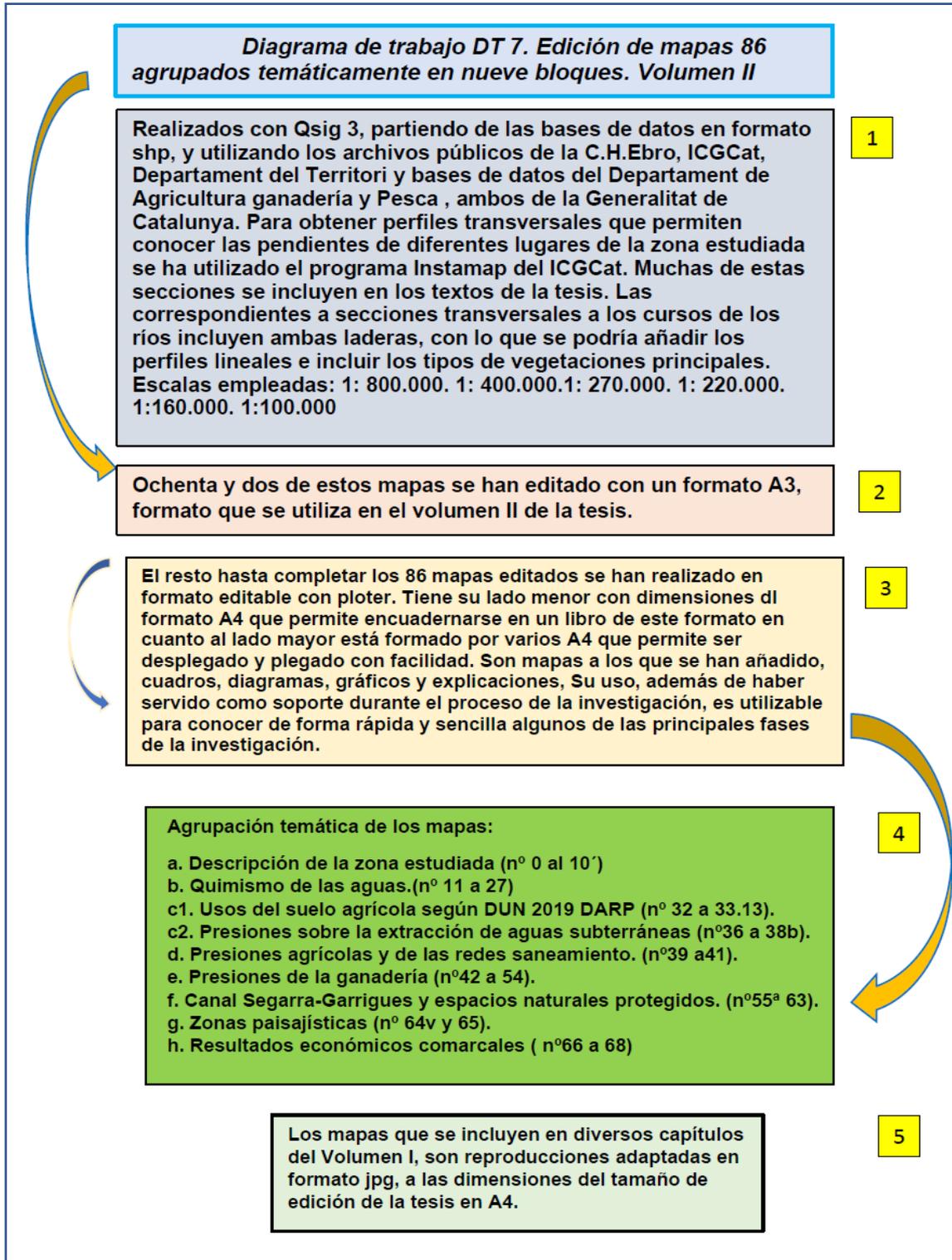


Imagen 8.3 Diagrama del proceso del trabajo DT6 (elaboración propia)

3.4. Salidas de campo realizadas: Catorce para conocer el territorio de estudio, seis de ellas acompañado de uno o ambos directores de la investigación:

- Valle del Corb desde el nacimiento en Rauric, Llorach, Abogues, Guimerà hasta Belianes. Serra del Tallat, desde Rauric a la Ermita de la virgen del Tallat, Vallbona de les Monges, de Conesa hasta les Piles.
- Cuenca del Ondara desde el nacimiento en Civit, Guimerà, Tàrrega y confluencia con su afluente el Cercavins.
- Cuenca del Cercavins desde los altos de Guimerà hasta Verdú y desembocadura en el Ondara al este de Tàrrega.
- Cuenca del Sió desde S. Guim de Freixenet, Agramunt (puente de hierro del canal principal de Urgell) hasta Plans de Sió.
- Cuenca del Llobregós desde Ivorra y Biosca hasta confluencia con el Segre en Ponts.
- La Segarra desde S. Guim de Freixenet a Pujalt, Les Oluges, S. Ramon, Plans de Sió, Guissona, Ivorra, Biosca.
- Recorrido por el margen derecho del Bajo Segre, Soses, Alcarràs, Corbins, Torralameu, Balaguer, Canal de Balaguer, cultivos de la zona alta del Canal d'Urgell, Bellcaire d'Urgell, La Fuliola, Anglesola.
- Recorrido valle del Corb al Ebro desde Rauric a Vallbona, Belianes, Mollerusa, Lleida bajada por margen izquierdo del Segre y ruta de los embalses del Ebro a Tortosa.
- Ciudades y LIC, las citadas anteriormente, a las que se añaden: Cervera, Tàrrega. Mollerussa, Balaguer, Guissona, Ponts, Artesa de Segre, Agramunt, Montclar, Lleida, Albatàrrec, Pilar d'Almenara,
- Embalses: Rialb, Camarasa, S. Llorenç de Montgai, L'Albagès, Utxesa.
- Tomas de agua para el Canal Principal d'Urgell al oeste de Ponts, y el Canal Auxiliar d'Urgell en el embalse de Sant Llorenç de Montgai. Unidades de bombeo de Rialb, y Albatàrrec para alimentar el Canal Segarra-Garrigues (CSG).
- Balsas CSG de 350.000 m³ para los regadíos de la zona de Alfés (Segrià).
- Bajada en piragua de un tramo del rio Ebro desde azud de Xerta, vegetación de ribera y en los fondos del río a cerca del primer puente de Tortosa.
- Asistencia a la asamblea de la Asociación para Defensa del Ebro en Tortosa.



4. El marco territorial

4.1. Delimitación y características de la zona estudiada

➤ El relieve: aspectos generales

La historia geologica desde mediados del Sistema Terciario y finales de la Serie Oligoceno¹

PRINCIPALES DIVISIONES DE LOS TIEMPOS GEOLÓGICOS

M.A.	ERA	SISTEMA	SERIE	PISOS	ROCAS TIPO (Facies)	AFLORAMIENTOS PRINCIPALES	REGISTRO FÓSIL	OROGENIAS					
0.01	CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Postglaciar	Aluviales-Coluviales	Cursos fluviales	Actual	C Fases					
0.08				Versliense	Gravas, arenas y limos	Márgenes de cursos fluviales	Hominidos						
0.12				Tirreniense	Loess y turba		Mamuts						
0.35		PLEISTOCENO	MED.	Siciliense	Terrazas fluviales y marinas	Zonas costeras	Oso de las cavernas	A Veneciana					
0.6				Calabriense	Playas levantadas		Equidos (<i>Equus</i>)						
2.0				Piacenziense	Depósitos fluviales (roñas: gravas cuarcíticas empastadas en matriz arcillosa)	Montes de León			Elephas				
5.0		TERCIARIO	NEÓGENO	MIOCENO	Zancleniense	Calizas de los páramos	DEPRESIONES INTERIORES (zona central): Duero / Tajo	MOLUSCOS: Bivalvos (<i>Pecten</i> , <i>Ostrea</i> ...) y Gasterópodos	A Rodánica Ática Estirica				
5.0					Messiniense	Margas y yesos	DEPRESIONES INTERIORES (zona central): Duero / Tajo	Equinidos (<i>Clypeaster</i>)					
					Tortonense	Arcillas	DEPRESIONES INTERIORES (zona central): Duero / Tajo	Microfaminíferos					
23					Helvetiense	Margas	DEPRESIONES INTERIORES (zona central): Duero / Tajo	Mamíferos					
					Burdigaliense	Areniscas	DEPRESIONES INTERIORES (zona central): Duero / Tajo						
34					Aquitanense	Conglomerados calcáreos, areniscas, yesos	DEPRESIONES INTERIORES (zona central): Duero / Tajo						
		Chattienense	Areniscas y yesos	Bordes o áreas marginales (ambientes proximales de abanicos aluviales)	FORAMINIFEROS: <i>Nannulites</i> y <i>Alveolina</i>								
MESOZOICO		TERCIARIO	PALEÓGENO	EOCENO	SUP.	Praboniense		MOLUSCOS: Bivalvos y Gasterópodos (<i>Platystrophia</i>)	Pirenaica				
					52	Ypresiense	Calizas y margas						
					65	Thametiense	Calizas		Mamíferos				
						Daniense	Areniscas		FLORA: Fanerógamas				
					95	CRETÁCICO	SUP.	Maastrichtiense	Conglomerados	CORDILLERAS ALPINAS	MOLUSCOS: Ammonites evolutos, Belemnites	C Cretácico	
								Campaniense	Brechas calcáreas	CORDILLERAS ALPINAS (aprox. Hispania calcárea: 1/3 oriental península)	Bivalvos: Ostreoides (<i>Exogyra</i>) y Rudistas		
								Santonense	Margas	Cordillera Cantábrica	EQUINODERMOS: Equinoides irregulares (<i>Micaster</i>)		
								Coniaciense	Calizas	Sector oriental (Burgos-Santander: Castro Valera, Montes Vascos,...)	FORAMINIFEROS (<i>Orbitolina</i>)		
					MESOZOICO	TERCIARIO	PALEÓGENO	EOCENO	Albiense	Areniscas, arenas silíceas (<i>F. Urtilla</i>)	Cordillera Pirenaica	REPTILES: Tiranosaurio, Triceratops...	Austria Neo-kimmerica
									130	Aptiense	Calizas (<i>F. Urgoniana</i>)	Cordillera Pirenaica	
Barremiense		Conglomerados, arenas silíceas, areniscas y arcillas	Sierras Interiores y Exteriores (Pirineo navarro, Huesca-Lérida: Guara, Monte Perdido, Montsec, ...)										
150		Portlandiense	Calizas, areniscas y arcillas (<i>F. Pürbeck</i>)						MOLUSCOS cefalópodos: Ammonites y Belemnites				
		Oxfordiense	Calizas masivas y ritmitas	Cordillera Ibérica					BRACIOPODOS: Rinonelas y Terebrátulas.				
178		Calloviense	Margas Calizas masivas	Montañas de Zaragoza, Teruel, Castellón, Valencia (Moncayo, Javalambre, Gúdar, Serranía de Cuenca, Maestrazgo...)					REPTILES: Plesiosaurio, Iguanodón, Estegosaurio, Terápsidos (mamíferos)				
		Bathoniense	Calizas y margas										
204		TRIÁSICO (<i>F. germanica</i>)	SUPERIOR	Keuper					Arcillas abigarradas y yesos	Cordillera Bética	Azoico	Eo-kimmerica	
				Muschelkalk					Calizas, dolomías y margas	Zonas Externas (Prebético y Subbético: montañas de Alicante, sur de Albalate, sierras de Alcaraz, Cazorla, Grazalema, Ronda, ...)	Bivalvos y braquiópodos		
PALEOZOICO		TERCIARIO	PALEÓGENO	EOCENO					Buntsandstein	Areniscas (cuarcitas, rodensos)		Azoico	
					245	Permo-Trias	Conglomerados de base Areniscas	MACIZO IBERICO	Desarrollo reptiles				
					290	Thuringiense	Serie detríticas con intercalaciones de rocas volcánicas	Zona Cantábrica					
						Saxoniense	Moluscos	Zona Asturoccidental-leonesa	Goniatites, Fusulinas, Braquiópodos y Moluscos				
	360				CARBONIFERO	SUPERIOR	Westfaliense	Granitos	Zona Centroibérica	Anfibios, Artrópodos			
							Namuriense	Calizas (e. de montaña)	Zona de Ossa-Morena	Pteridofitas y Gimnospermas			
	400				DEVÓNICO	SUPERIOR	Fameniense	Calizas y dolomías nodulosas	NÚCLEO DE LAS CORDILLERAS ALPINAS	Goniatites			
							Frastienense	Areniscas rojas	Zona Axial Pirenaica	Braquiópodos (<i>Spirifer</i>)			
	425				SILURICO	SUPERIOR	Givetense	Granitos	Cordillera Ibérica: Sierra de	Peces acorazados			
							Émsiense	Calizas		Criptógamas			
495	ORDOVICICO	SUPERIOR	Siegemiense	Pizarras (con graptolites)	la Demanda, Macizo de Ateca, Macizo de Calatayud-Montalbán	Peces							
			Lladovieriense	Calizas	Sistema Central:	Graptolites. 1ª plantas							
530	CAMBRICO	SUPERIOR	Tadoviense	Pizarras y cuarcitas	Cadenas Costero-Catalanas: Priorato-Prades, Montseny	Arrecifes coralinos							
			Wenlockiense	Granitos		Graptolites, Ortocerátidos, Braquiópodos (<i>Orthis</i>)							
2600	PRECAMBRICO	ARCAICO	Proterozoico	Cuarcita armoricana	Cordilleras Béticas: Zonas Interimas (Sª Nevada, Menorca...)	Trilobites (50%)							
			Vendense	Dolomías y mármoles		Braquiópodos (30%)							
3600			Ediacara	Cuarcita y pizarras		Arqueociátidos							
			Varanger	Dolomías y mármoles									
				Formaciones porfiróides (<i>allo de sapo</i>)	NÚCLEOS ANTIFORMES HERCINICOS	Algas calcáreas							
					Galia y Norte de Portugal	Estromatolitos							
						Fauna Ediacara							
						Bacterias de Fig Tree							

¹ Tabla 1.4 de divisiones geológicas y hechos más destacados, procedentes de la síntesis realizada de la publicada por el ICGC, en su web

Hacia finales del Oligoceno y principios del Mioceno, el proceso de colisión entre las placas Ibérica y Europea había finalizado. Los Pirineos, la Cadena Costera Catalana y la Cordillera Ibérica ya tenían la misma estructura de plegamiento que actualmente.

La Cuenca del Ebro se mantenía en un régimen endorreico con la zona oriental, o Cuenca Central Catalana, totalmente colmatada y ocupada por una extensa llanura aluvial que drenaba hacia el oeste, donde se mantenían las condiciones lacustres.

Las fallas que se habían formado en la Cadena Costera Catalana simultáneamente con la formación de los Pirineos actuaron como fallas normales y generaron profundas fosas tectónicas paralelas, con a la actual línea de costa.

En el extremo oriental de la Cuenca del Ebro, también se desarrollaron sistemas de fallas normales, en dirección NW-SE.

La evolución de los sistemas de fracturas provocó primero el adelgazamiento de la corteza continental y la fragmentación del extremo oriental de la Placa Ibérica, de forma que el bloque formado por Córcega, Cerdeña y las Baleares, se separó y empezó a derivar hacia el este,

Así empezaba, hace unos 20 Ma, la formación del actual Mediterráneo occidental, quedando la Cadena Costera Catalana y en el extremo oriental de los actuales Pirineos conectadas con el incipiente Mar Mediterráneo.

En el Mioceno superior, piso Messiniense un suceso extraordinario afectó toda la cuenca mediterránea y las tierras emergidas que la rodean: el Mediterráneo se secó por evaporación al desconectarse con el Atlántico². La mayor parte de la zona quedó convertida en una gigantesca salina situada a centenares de metros por debajo del nivel del Atlántico. Aquel cambio en el nivel de base provocó que los ríos se encajaran más en las antiguas plataformas marinas y que la erosión que producían también progresara en el continente.

Probablemente las cabeceras de algunos de los torrentes que drenaban los relieves de la Cadena Costera Catalana hacia el Mediterráneo alcanzaron la Cuenca del Ebro. A partir de aquel momento la antigua cuenca de antepaís de los Pirineos dejaba de ser una cuenca endorreica y pasaba a ser tributaria de la cuenca mediterránea.

Es durante el Pleistoceno la Península Ibérica adquirió los rasgos geográficos que le darán el aspecto con el que la conocemos actualmente. Pero, climáticamente, fue una época con mucha variabilidad. A mediados del

² Solo hay hipótesis de lo ocurrido; a) levantamiento tectónico del estrecho de Gibraltar, b) descenso general del nivel del mar que dejando una barra separadora entre Atlántico y Mediterráneo. Situación que posteriormente volvió a conectar Atlántico con Mediterráneo.

Pleistoceno, tuvieron lugar cinco glaciaciones separadas por periodos de clima más cálido, los denominados interglaciares.

Durante las épocas glaciales se acumulaban grandes cantidades de hielo en los casquetes polares y en las zonas más elevadas. Durante los periodos glaciales, el volumen de agua atrapada en forma de hielo provocaba que el nivel del mar descendiera por debajo del nivel. En los cursos fluviales disminuía el caudal y aumentaba la sedimentación de los arrastres. En los periodos interglaciales los ríos arrastraban todo lo sedimentado se encajaban fuertemente en el relieve y depositaban, en sus desembocaduras, gravas y arenas en forma de abanicos costeros y deltas. En las zonas más altas de los Pirineos se formaban circos y glaciares de valle,

En las áreas con fuertes pendientes próximas a los glaciares, las zonas denominadas periglaciares, el proceso iterativo de congelación-fusión del agua intersticial de las rocas y del agua retenida en grietas y diaclasas provocaba la fragmentación mecánica y la consecuente acumulación de los bloques y cantos en los pies de las vertientes en forma de conos de (piedemonte)

Los cambios en el nivel de base, junto con la acción combinada de disolución química y abrasión mecánica, provocaron que, al atravesar zonas constituidas por carbonatos, los cursos fluviales se encajonaran en el relieve formando desfiladeros estrechos y profundos.

La repetición en el tiempo de todos los procesos mencionados, condujo a la formación de terrazas y abanicos aluviales escalonados, a la incisión de los desfiladeros fluviales, al establecimiento de la red fluvial casi tal y como la conocemos y, a la definición de los rasgos básicos del paisaje actual.

En inicio el Holoceno, el periodo geológico actual, el nivel del mar se había ido estabilizando y se encontraba alrededor de 2 metros por encima de la cota actual. La mayor parte de las llanuras del Empordà, del Besòs, del delta del Llobregat y del delta del Ebro eran bahías poco profundas, rodeadas de tierras bajas aluviales, de las cuales emergían algunos islotes. Hacia el año 1000 a.C., la acumulación de sedimentos aportados por los ríos había hecho aumentar considerablemente las áreas emergidas y su paisaje consistía en humedales y tierras bajas pantanosas. En los asentamientos humanos, localizados en la periferia de aquellas llanuras y también en algunos islotes, se empezaron a desarrollar la agricultura y la ganadería, los restos de los poblados íberos son testimonio de ello.

Ya en tiempos históricos, las llanuras litorales del Empordà, del bajo Llobregat y del Ebro habían ido creciendo con los aluviones aportados por los ríos, de forma que, hacia el año 50, la línea de costa era ya bastante próxima a la actual

Durante la Edad Media, debido a conflictos políticos y militares algunos ríos, como el curso bajo del Ter, fueron repetidamente desviados. En las zonas de montaña, de fuertes pendientes, la actividad antrópica dejó su impronta en el paisaje en forma de bancales y terrazas de cultivo.

Más tarde, en el siglo XVII, la deforestación de grandes áreas de bosque se tradujo en un aumento considerable de las aportaciones de los ríos y, en consecuencia, en un incremento de la superficie emergida en las llanuras deltaicas y costeras. Durante el resto del siglo XX el paisaje de Cataluña ha ido evolucionando con pocos cambios, casi todos debidos a la acción antrópica, hasta alcanzar el aspecto que podemos percibir actualmente.

➤ **Configuración general del territorio.**

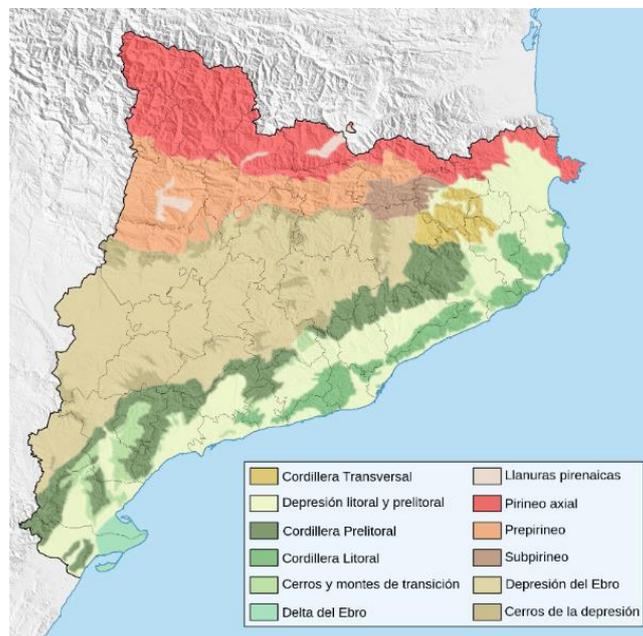


Imagen 1.4. Depresión Central. (Fuente: Recurso de Internet)

El país catalán es montañoso, las llanuras son reducidas y casi todas encerradas entre las montañas que las circundan. Las mayores llanuras son las del Ampurdán que por el este linda con el mediterráneo, y en el interior la del Urgell que por el oeste se abre a la depresión del Ebro.

Cataluña, en cualquier caso, tiene un relieve desigual. El 75 % de su territorio lo ocupan montañas de tipo medio y bajo. La altura media de Cataluña es de 700 m, mientras que en España es de 660m.

Cataluña, linda por norte con la gran cordillera del Pirineo, con altitudes entre los 1.000 y 3.400msnm, por el oeste es fronteriza con Aragón, por el sur con Valencia y al este se encuentra el mar Mediterráneo.

El relieve de los Pirineos disminuye progresivamente, por el norte hacia la Plana de Aquitania y al sur hacia las tierras llanas de la depresión del Ebro, por el este desciende progresivamente hasta encontrar el Mediterráneo.

El relieve, las rocas y la vegetación, son los tres elementos que constituyen el paisaje natural o fisiográfico de Cataluña, encima del cual ha de actuar el hombre³.

En el mapa altimétrico de Cataluña se distinguen las tres grandes unidades que la conforman: al norte el Pirineo, en la costa el conjunto que se denomina Sistema Mediterráneo y, entre ambas, las tierras más llanas de la Depresión Central.

➤ **Consideración particular de la Depresión Central⁴**

La Depresión Central catalana constituye un conjunto de tierras deprimidas en relación con el Pirineo y con el sistema Mediterráneo. Los materiales que la forman son predominantemente arcillas yesos y margas, relativamente modernas y poco consistentes, razón por la cual los ríos han abierto en ella amplios valles y cuencas de erosión.

Los relieves tabulados que quedan en las partes más altas, hacia los 800 msnm de altura, y que forman la partición de aguas entre la vertiente mediterránea y la vertiente del Ebro, dan siempre la impresión de planicies, como el altiplano de la Segarra. Bajos relieves ligeramente hundidos en una plataforma relativamente alta y suavemente inclinada hacia el Ebro.

Con el mapa cercano a la representación en 3D de la Depresión Central, en su lado leridano del occidente meridional, se han trazado los cursos de los ríos y marcado los puntos de control de las aguas ya mencionados en el capítulo tercero y que desarrollamos en los capítulos sexto, séptimo y octavo.

La Depresión Central tiene la forma de un polígono irregular formado por cuatro lados de longitudes desiguales. El conjunto de este polígono está orientado de noreste en su parte más alta al suroeste es su parte de menos altitud. Formando un plano con tres inclinaciones principales que su centro oriental se encuentra hundido. Hundimiento que conforme se va acercando hacia el curso de Segre bajo se convierte en una planicie ligeramente inclinada hacia el curso de Segre bajo.

Este plano con las diversas inclinaciones responde a su formación y función que desarrolló para evacuar las aguas que quedaron en su interior después de los movimientos orogénicos a los que nos hemos referido anteriormente al relatar los aspectos más destacados de la historia geológica de la zona.

Como complemento y justificación de lo indicado, hemos obtenido los perfiles longitudinales de los cuatro lados del polígono y de tres de su interior con los que

³ Traducción adaptación por el doctorando de Geografía de Catalunya. Solé i Sabaris LL. 1958.

⁴ Traducción Ibidem

se pueden apreciar el hundimiento central y su paulatino descenso según nos separamos de lado este y nos acercamos al curso del Segre bajo.

Para obtener los perfiles longitudinales de los lados del polígono se ha utilizado la aplicación de Instamap del ICGC.

El lado norte sigue la línea de las Sierras marginales y el curso del Segre medio, Siendo el primer lado del polígono, se ha trazado desde la localidad de Pujalt (773 msnm) hasta Balaguer (236msnm), cubre una distancia de 50 km

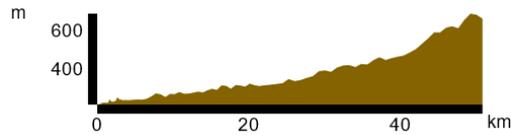


Imagen 2.4. Primer perfil: Perfil de 50,84 Km. trazado desde Pujalt (773 msnm) y la desembocadura del río Sió al Segre (236 msnm) al norte de Balaguer. Pendiente del 1,056% (lado norte del polígono). (Fuente: Elaboración propia).

El segundo perfil se corresponde con la línea de partición de aguas entre las cuencas Segre-Ebro y la de Cataluña. no se corresponde totalmente con el lado que la Depresión Central, ya que la línea de partición de bastante mayor longitud. esta es bastante mayor, pero creemos que puede ser útil abarcar prácticamente toda la Segarra y de las comarcas vecinas, Solé Sabaris lo describía diciendo que parecía un perfil resultante como si se hubiera pasado un rastrillo, y así nos lo parece ahora con numerosos picos con valles de erosión entre ellos. Se ha trazado desde la Serra del Tallat a la del Pinós.

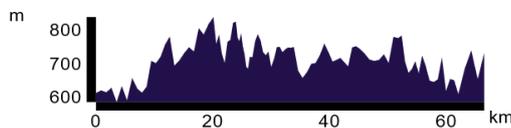


Imagen 3.4. Segundo perfil: Perfil longitudinal de 66,48 Km desde la Serra del Tallat a la del Pinós, de aproximación paralela a la línea de partición de aguas entre cuencas del Ebro y las mediterráneas. (lado este del polígono). (Fuente: Elaboración propia).

El tercer perfil., el correspondiente a lado sur, corresponde desde Talavera (758msnm) a Belianes (375msnm) situado en el Urgell lindando con el Pla d'Urgell. Desde Belianes hacia el oeste lindando con las montañas de Garrigues y siguiendo la línea de separación entre esta última comarca y el Segrià sur, hasta encontrar al río Segre, y la confluencia con el río Cinca.

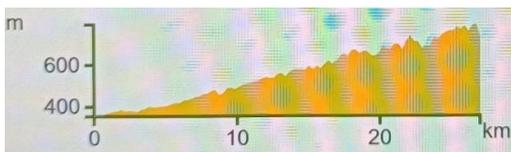


Imagen 5.4. Tercer perfil: Perfil longitudinal 30 km, distancia que se encuentra Talavera (758msnm) a Belianes (375msnm) situado en el Urgell lindando con el Pla d'Urgell. (lado sur del polígono). (Fuente: Elaboración propia).

El cuarto perfil corresponde al curso del Segre bajo desde Balaguer hasta la Granja de Escarp

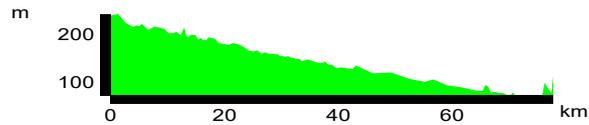


Imagen 6.4. Aproximación lineal de la pendiente del río Segre desde el embalse de Sant Llorenç de Montgai (240 msnm), Balaguer, Lleida, Seròs hasta la desembocadura al Ebro en Mequinenza (94 msnm). El recorrido estimado es de 77,01 Km. Pendiente general del Bajo Segre 0.1895 %. (lado oeste del polígono). (Fuente: Elaboración propia).

- El quinto perfil corresponde a la recta trazada desde Ponts pasando por Tàrrega y llegando hasta Vallbona de les Monges. Con este perfil se intenta poner de manifiesto hundimiento de la parte central del Depresión. A la derecha la localidad de Pons a la salida del embalse de Rialb y a la izquierda la elevación montañosa que separa el valle del Ondara, y Sió con el del río Corb.

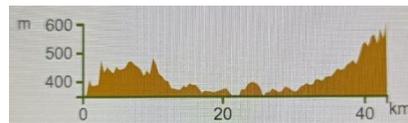
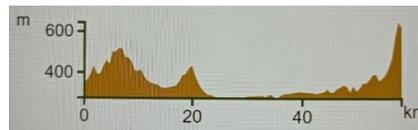


Imagen 7.4. Sección lineal de Vallbona de les Monges, Tàrrega, Ponts 43,13 km. (hundimiento este de la superficie del plano del polígono). (Fuente: Elaboración propia).

- El sexto perfil corresponde a la recta trazada desde Ponts, pasando por Agramunt, hasta les Borges Blanques.



- Imagen 8.4. Sección lineal entre Les Borges Blanques, Bellpuig, Tornabous, Agramunt, Ponts. 57,96 Km. (hundimiento central de la superficie del norte del plano del polígono). (Fuente: Elaboración propia).

- El séptimo perfil corresponde a un trazado de una línea quebrada, que pasa por los puntos que se citan en el pie de la imagen 9.4. Con la que se intenta mostrar la inclinación hacia el sur-oeste del fondo de la Depresión.

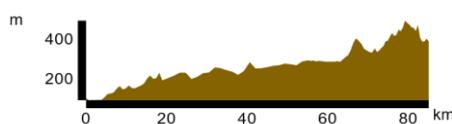


Imagen 9.4. Trazado de la línea quebrada de 85,07 km trazada de sur a norte sobre vértices de las poblaciones: Ponts, Agramunt, Anglesola, Mollerusa, Alfés y Seròs, Pendiente del 0,316%. (Perfil circular del plano del polígono). (Fuente: Elaboración propia).

Para obtener las longitudes y las inclinaciones de cada lado, ha sido necesario obtener los perfiles longitudinales de cada lado y también de varios perfiles transversales obtenido con Instamap del ICGC.

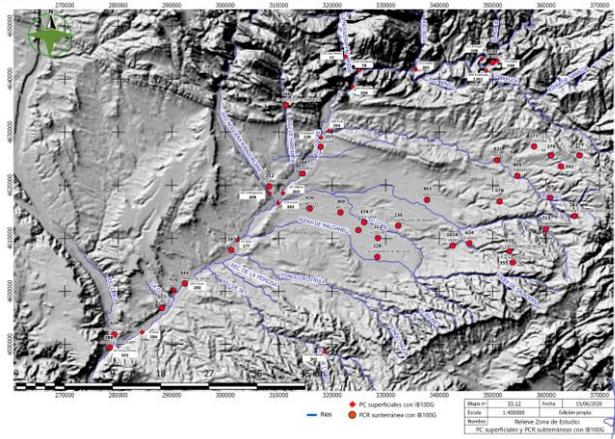


Imagen 10.4. Topográfica de la Depresión Central (sector occidental mediante una simulación en 3D, escala 1:400.000. Los cursos de los colectores fluviales: Noguera Pallaresa, Ribagorzana, y Segre que cruza el mapa de NE a SO Se incluyen los PC, PRC e IB100G. (Fuente: Elaboración propia).

Debe su origen a la función que le correspondió realizar como colector de desagüe que tuvo que ocurrir en el proceso de vaciado de las aguas marinas que un día contuvo y que desaguó lentamente hacia el curso del Segre-Ebro.

El efecto más acusado que debió de ocurrir, seguramente, fue debido al proceso erosivo de las aguas cargadas de sales que se deslizaron hacia el colector del Segre, y desde éste al Ebro.

➤ Los materiales de la depresión

Geológicamente la Depresión Central está perfectamente caracterizada e identificada en los mapas geológicos por color amarillo correspondiente a los terrenos terciarios, situados entre el Sistema Mediterráneo y los Pirineos:

- En las zonas concéntricas: Los materiales detríticos y areniscas.
- En la periferia: Conglomerados
- En el centro: rocas de precipitación calcárea y de evaporación como las sales, yesos y lignitos formados en humedales y aguas tranquilas.

● Evolución del relieve

La historia del relieve de la Depresión Central puede decirse que comenzó al terminar el periodo terciario, pero la falta de sedimentos de finales del terciario hace difícil seguir todos los pasos de esta evolución.

No obstante, es lícito suponer algunos rasgos fundamentales de esta etapa inicial. A medida que la depresión se elevaba por su costado oriental, las aguas

iban desaguando hacia el oeste, y los ríos de los Pirineos que habían desembocado en la cuenca lacustre central, a medida que las tierras emergían, iban alargando sus cursos y profundizando su cauce a través de las rocas no demasiado duras de la depresión.

Las aguas vertidas en esta cuenca se encontraban en la disyuntiva a seguir por dos caminos diferentes. Por un lado, la inclinación general de los estratos hacia el oeste, indica la existencia de una pendiente dominante del relieve en la misma dirección: hacia la llanura de Lleida. Así debió iniciarse una gran red hidrográfica dirigida hacia el Segre actual, con una amplia cuenca hidrográfica que drenaba toda la porción occidental del Pirineo y la mayor parte de la Depresión Central.

➤ La red fluvial

Para comprender el relieve de Cataluña y su influencia en la geografía humana, se debe tener en cuenta por su importancia trascendental a los ríos. Sin su intervención, las depresiones interiores quedarían aisladas entre las montañas que las rodean; sin la acción erosiva de los ríos, casi todas las aguas del Pirineo y de la Depresión Central, siguiendo la pendiente de ésta, se dirigirían hacia el Ebro.

Los ríos unen las tierras del Pirineo y las centrales de Cataluña con la costa mediterránea. Gracias a su acción erosiva han abierto grandes socavones a través de las cordilleras de los Pirineos primero, y de la costa, más abajo, que los hombres han sabido aprovechar como vías naturales de comunicación. Además, por los canales abiertos por los ríos entra tierra adentro el aire atemperado del mar, que refresca el ambiente, con frecuencia lleva agua y confiere un tono francamente mediterráneo al clima de los cultivos y a la vegetación de las tierras internas de Cataluña.

Los ríos catalanes tienen casi siempre un trazado transversal a las grandes líneas del relieve. De ahí el hecho que las unidades estructurales, a causa de su alineación noreste a suroeste, tenderían a dividir las tierras catalanas en compartimentos aislados. Por esta razón podemos decir que los ríos son los agentes que dan unidad a Cataluña y le otorgan también su personalidad geográfica.⁵

Todos los mapas a los que se hace referencia en el capítulo, han sido editados en formato A3⁶, se incluyen en el volumen II. Las imágenes que se añaden al texto, son reducciones proporcionadas al espacio disponible en formato A4⁷ utilizado para editar este documento.

⁵ Traducción Ibidem

⁶ Formato A3, 297 x 420mm

⁷ Formato A4, 297 x 210mm

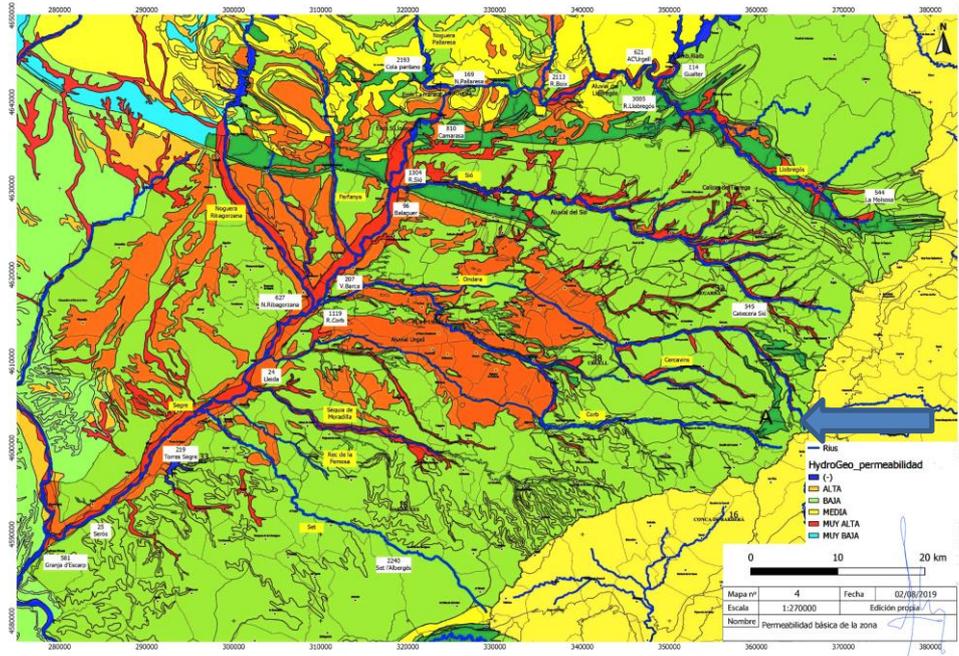


Imagen 11.4. Capas de permeabilidad y de hidrología superficial de la zona estudio (ZE). (Fuente: Elaboración propia).

La imagen 11/4 corresponde al mapa reducido nº4. El mapa de permeabilidades ha sido obtenido a partir de las capas de permeabilidad del suelo y de hidrología en la superficie. El mapa de permeabilidad anticipa las posibles zonas donde las aguas penetrarán en los suelos con mayor facilidad en la zona no saturada y nos permite establecer hipótesis sobre la posible circulación de las aguas subterráneas. También nos permite justificar el lugar específico del nacimiento de dos ríos próximos, el Ondara y el Corb. Ríos que, aunque aparecen juntos, además de la conformación montañosa de la zona que los separa y de baja permeabilidad que se extiende entre ellos (marcada con la letra A y una flecha indicativa), nos permiten, de algún modo, llegar a comprender la considerable distancia entre sus respectivos nacimientos.

También debemos destacar la permeabilidad muy alta de la zona donde se forman los aluviales de los ríos: sectores medio y bajo del Segre, Farfanya, Noguera Ribagorçana, Llobregós, Sió y Ondara, así como el acuífero conocido como Aluvial d’Urgell.

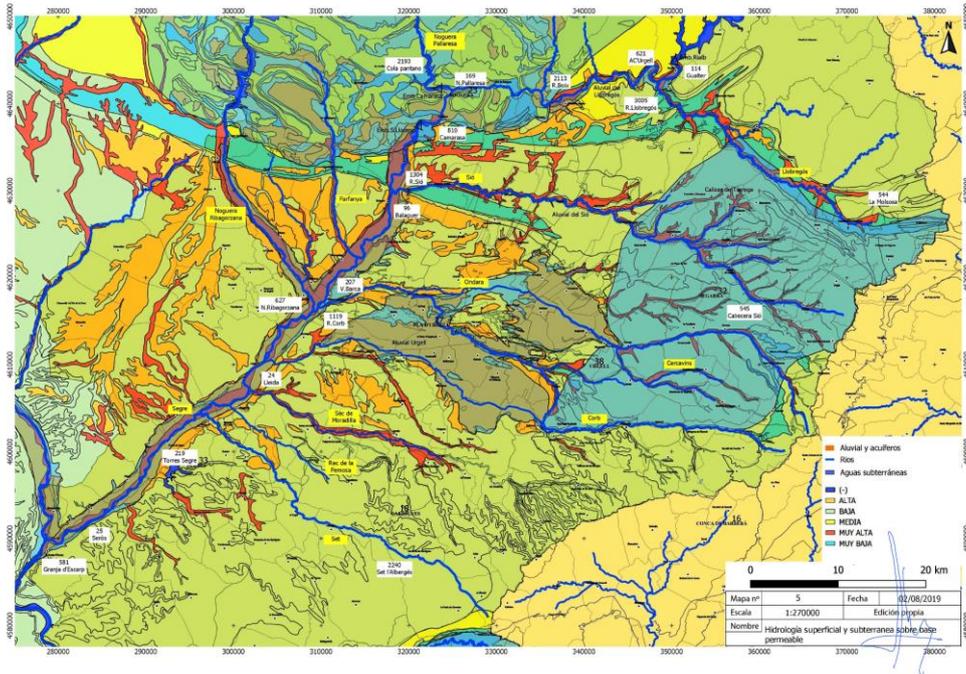


Imagen 12.4. Hidrología superficial y subterránea (ZE). (Fuente: Elaboración propia).

La imagen 12/4, correspondiente al mapa nº 5, se ha trazado sobre la capa de permeabilidad de los suelos. (Capa sobre la que se apoya la de las masas de agua subterráneas y superficiales). Lo que en el mapa nº 4 indicábamos como posibilidad, ahora, en el mapa nº5 se confirma: las aguas superficiales en las zonas de máxima permeabilidad atraviesan la capa no saturada y alcanzan la saturada dando lugar a depósitos de masas de aguas subterráneas. Las masas de aguas subterráneas en aluviales de ríos y en el aluvial de Urgell están marcadas de color marrón, y las de las Calizas de Tàrrega de color azul claro. El mapa, y salvo que no se indique lo contrario, está en escala 1: 270.000.

➤ **Características básicas de la hidrología superficial**

La investigación realizada sobre la red de hidrología superficial se recoge en los mapas 6, 6A, 6B, 7, 8, 9. En dichos mapas también se incluyen las secciones lineales longitudinales y transversales de los ríos (imágenes 14/4 a 27/4).

La imagen 13/4, sobre una capa de aguas superficiales y subterráneas compone una infografía, donde se indican los caudales en régimen natural⁸ de todos los ríos. Se indica el origen de la información, con los números de las hojas y manuales hidrogeológicos nº 360, 381, 388, 390.

⁸ Por régimen natural se interpreta el volumen de agua que transportan los ríos sin ninguna merma para usos agrícolas, ganaderos e industriales.

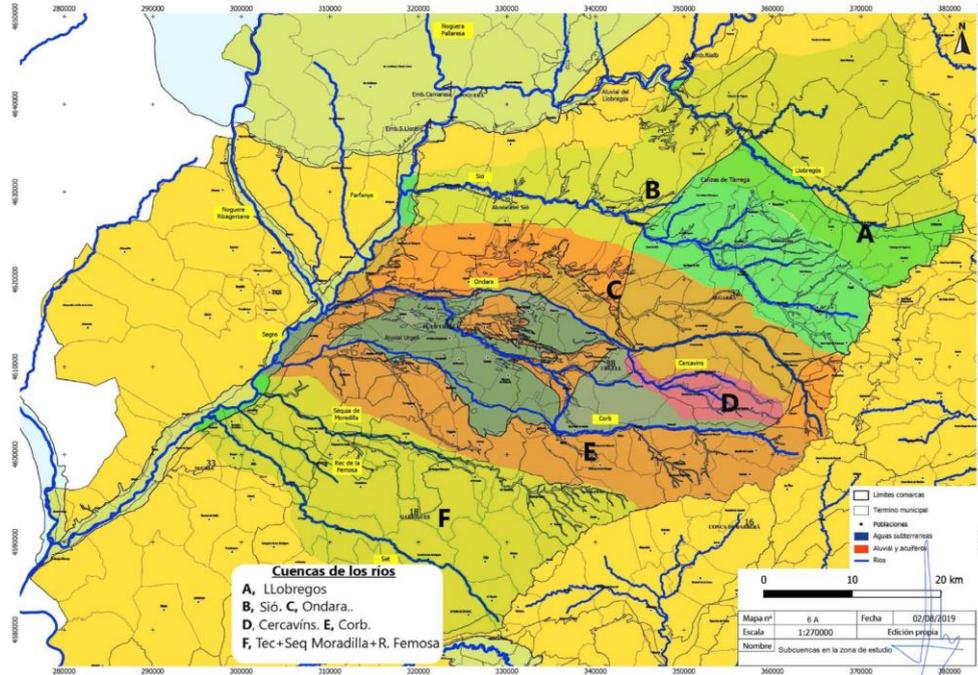


Imagen 14.4. Mapa 6 A. Subcuencas en la zona estudiada. (Fuente: Elaboración propia).

La determinación gráfica de las subcuencas se ha realizado con el mapa hidrológico completo en el que se detallan todos los cursos de agua incluyendo los de menos caudal, o efímeros. (Mapa 6A). Las líneas imaginarias de partición de aguas nos han servido de guía para determinar estas subcuencas. Las subcuencas están marcadas con diferente color, que se difumina en la coincidencia con la capa de masas de aguas subterráneas. Están identificadas con letras mayúsculas: A: subcuenca del Llobregós; B: subcuenca del Sió; C: subcuenca del Ondara; D: subcuenca del Cercavins; E: subcuenca del Corb; F: subcuenca del Sec, Sèquia de Moradilla y Reg de la Femosa.

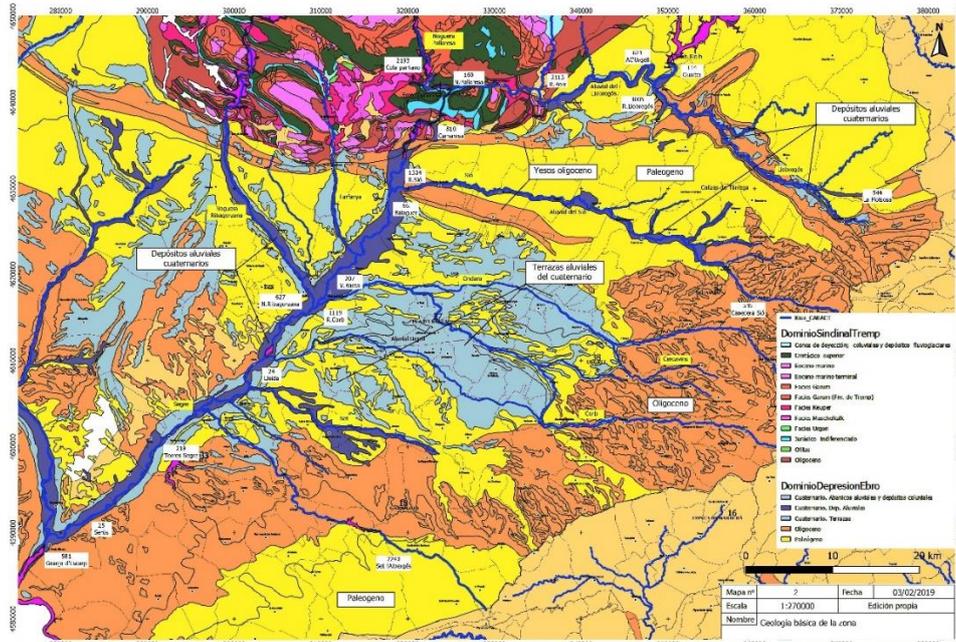


Imagen 15.4. Geología básica de la zona. (Fuente: Elaboración propia).

La imagen 15.4 representa el mapa nº 2 trazado sobre la capa geológica, Representa la geología superficial de los suelos en que se desarrolla la ZE⁹. Se debe destacar que, a la altura del Segre medio, desde Barbastro (situado en el vértice superior izquierdo) a Balaguer, y prosiguiendo hasta Sanaüja se encuentra el anticlinal del mismo nombre. Una buena parte del núcleo de ese anticlinal está formado por yesos (sulfato cálcico hidratado). También se puede observar la naturaleza geológica de las sierras marginales atravesadas por los ríos Noguera Pallaresa y Noguera Ribagorzana.

En este mapa se destacan los aluviales del terciario de los ríos Segre y ambas Nogueras, Llobregós y Sió. En el mapa se indican también las terrazas aluviales del cuaternario, en el centro de la depresión y en el margen izquierdo del Segre. Las sierras del sureste, donde nacen los ríos Cercavins, Ondara y Corb, corresponden al oligoceno, y los relieves del norte de les Garrigues se formaron en el paleógeno.

En la imagen 16.4 se indican los lugares donde se presenta la denominada relación río/acuífero: ríos que en alguno de sus tramos ceden parte o la totalidad de sus aguas y que pasan a su acuífero aluvial; o, al contrario: acuíferos surgentes que pasan agua al cauce del río.

En esta imagen, los tramos de ríos donde el río cede agua al acuífero se han marcado de color rojo. Cuando cesa el tramo del río que cede agua, el curso vuelve a marcarse de color azul, si es que no ha cedido todas sus aguas. Puede ocurrir que el curso del río desaparezca o quede seco. También se da el caso de que sea el aluvial o el acuífero el que, en algún tramo, ceda agua al río.

⁹ ZE. Zona de estudio de la investigación

Según la información de las masas de aguas superficiales y subterráneas del Segre bajo y su aluvial, según la información del IGME y de la CHEbro, se mantiene una comunicación continua en todo este tramo entre el río y su aluvial, siendo el río el que cede aguas al aluvial, y al final de su curso, antes de desembocar al Ebro, es el aluvial el que cede sus aguas al río.

Para los ríos Corb y Ondara se ha marcado de color rojo el tramo del cauce correspondiente a la relación río/acuífero. En esta zona los dos ríos ceden sus aguas al acuífero inferior,¹⁰ desaparecen visiblemente de sus cauces y al final, donde vuelve a indicarse el cauce del río en color azul, es la zona donde el acuífero cede al río¹¹ y nuevamente se restablece el curso fluvial. Se emplean los términos de *río perdedor* para referirse al que cede aguas al acuífero, y *río ganador* para aludir al río que recibe aguas del acuífero.

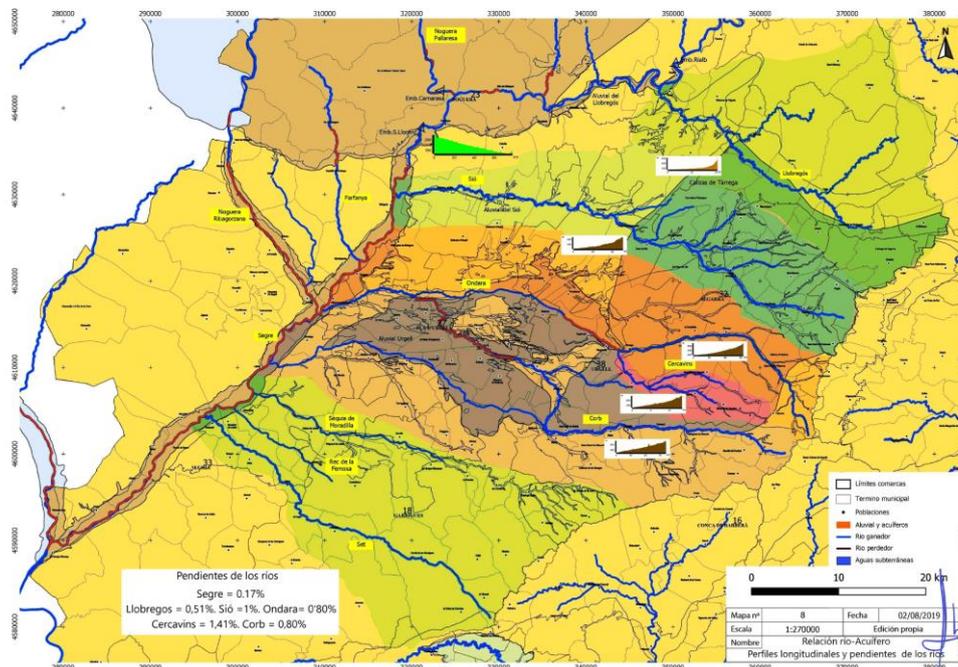


Imagen 16.4. Sobre una capa de hidrología superficial se marcan las zonas de relación río/acuífero. Los tramos de color rojo indican lo que calificamos como *río perdedor*, tramo de río que cede agua a su aluvial. Gráfico de la pendiente del curso del Segre y de sus afluentes por el margen izquierdo. (Fuente: Elaboración propia).

Las pendientes de los ríos se han calculado con la aplicación Instamap del ICGC. A modo de ejemplo, en las imágenes 17/4 a 19/4 tenemos algunos perfiles ampliados con la indicación de los recorridos considerados para el cálculo de las pendientes. Cuanto mayor es la pendiente y mayor el caudal, mayor es el grado de erosión del río.

¹⁰ Acuífero inferior, en este caso es su aluvial. El Aluvial está formado por una masa de agua subterránea, situada bajo el cauce del río.

¹¹ En la relación río/acuífero, cuando el río cede aguas al acuífero se denomina río perdedor. En caso contrario cuando el acuífero cede aguas al río se denomina río ganador.

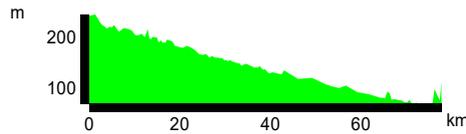


Imagen 17.4. Aproximación lineal de la pendiente del río Segre desde el embalse de Sant Llorenç de Montgai (240 msnm), Balaguer, Lleida y Seròs hasta la desembocadura al Ebro en Mequinzenza (94 msnm). Recorrido estimado en la obtención de la imagen: 77,01 Km. Pendiente general del Segre bajo 0.1895m%. Ya visto como el 8/4. (Fuente: Elaboración propia).

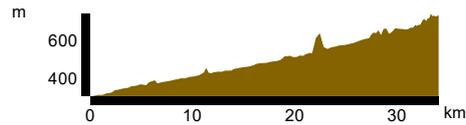


Imagen 18.4. Curso del río Corb. Línea quebrada por los vértices: Preixana, Belianes, Ciutadilla, Guimerà, Llorac y Rauric. Recorrido considerado de 34,28 Km. Pendiente del 0,8%. (Fuente: Elaboración propia).

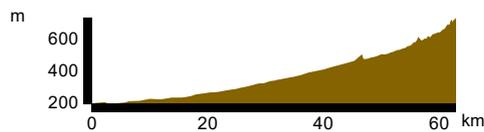


Imagen 19.4. Curso del río Ondara. Línea quebrada por los vértices: Vilanova de la Barca, Linyola, Ivars d'Urgell, Barbens, Anglesola, Tàrraga, Cervera, Sant Antolí i Vilanova, Civit y Montargull. Recorrido considerado de 63,07 km. Pendiente del 0,8%. (Fuente: Elaboración propia).

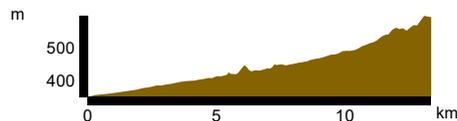


Imagen 20.4 Curso del río Cercavins. Línea quebrada por los vértices: Vilagrassa, Verdú, L'Ametlla de Segarra. Recorrido considerado de 13,38 Km. Pendiente del 1,41%. (Fuente: Elaboración propia).

La mayor pendiente se da en el río Cercavins. Su cauce hasta llegar al llano de Urgell transcurre sobre un terreno montañoso poco propicio para la erosión activa del río; algo que solo logra cuando entra en el llano de Urgell, donde su fuerza incisiva es mayor, y hace que su pendiente entre el nacimiento y el vertido en el Ondara sea mayor que en el resto de los ríos. En el capítulo séptimo, al abordar las aguas superficiales tratamos el fenómeno de la erosión y transporte de sólidos en suspensión y sólidos disueltos en las aguas de cada río.

- Secciones transversales de los ríos y perfiles lineales.

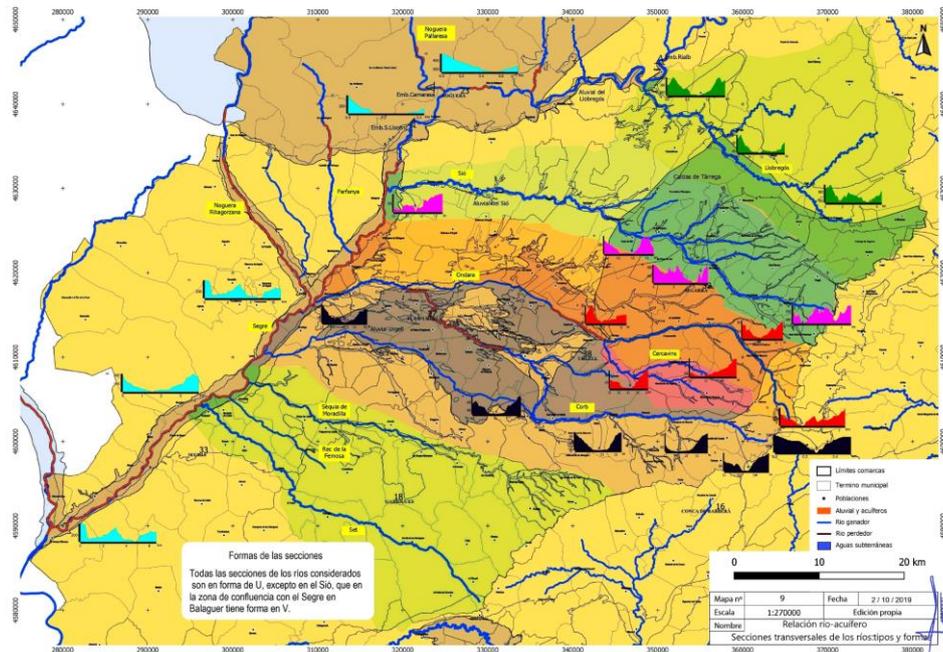


Imagen 21.4. Secciones de los ríos, en diferentes zonas de sus cauces. (Fuente: Elaboración propia).

Con la utilización de Instamap, abordamos las secciones de los ríos para intentar conocer sus perfiles lineales y acercarnos a la forma de su lecho. Todas las secciones se iniciaron por su margen derecho y abarcan ambas laderas, las terrazas fluviales y el lecho del río.

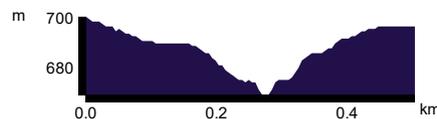


Imagen 22.4. Sección trasversal de río Corb, cerca de su afloramiento a 505 msnm. El margen derecho se sitúa a la altura de municipio de Llorac. A la izquierda, el perfil lineal de las Obagues del Corb. (4,8 km). (Fuente: Elaboración propia).

Se identifican bien las terrazas fluviales actuales Qt0 y la Qt1. Las restantes terrazas no es posible identificarlas con claridad. La vegetación en ambas laderas, por rodales, abunda en variedades de pinos y de roble valenciano, en las zonas más llanas. Siempre en pendiente, se dedican al cultivo del cereal de invierno, principalmente en las laderas bajas del margen izquierdo. Aguas abajo, pasado Guimerà, comienza el cultivo de vid en vaso, en la zona inundable de la terraza Qt1. Conforme nos adentramos en la comarca de Urgell y se ensancha el valle, aumentan las viñas, bastantes de ellas con espalderas.

Se han realizado 23 secciones, que se incluyen en el mapa nº 9 (Imagen 2/4). Cinco secciones en el Segre medio y bajo, tres en el Llobregós, cuatro en el Sió, tres en el Ondara, dos en el Cercavins y seis en el Corb.

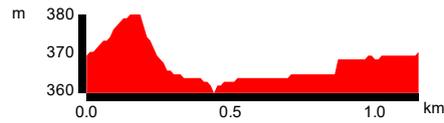


Imagen 23.4. Sección trasversal del río Ondara, un km antes de llegar a la ciudad de Tàrraga. En ambos márgenes, tierras de cultivo (principalmente, de cereal de invierno). 1,16 km. (Fuente: Elaboración propia).

Estas secciones ampliadas nos permiten ver la forma de los lechos de los ríos. Los lechos fluviales tienen todos forma en U. Como excepción, la del Sió al desembocar en el Segre, al norte de Balaguer, que presenta una sección en V.

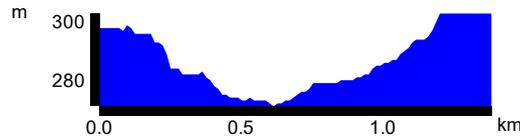


Imagen 24.4. Sección trasversal del río Sió cerca de desembocadura en el Segre, al norte de Balaguer. 1.39 Km. (Fuente: Elaboración propia).

Basándonos en los diversos mapas de pluviometría que diariamente publica la CHEbro, en la imagen 25/4 se han trazado los límites de la zona sobre donde se acumulan los episodios de mayor intensidad de lluvias, sobre todo aquellos que, por su intensidad, provocan inundaciones en las cotas inferiores de los ríos Sió, Corb y Ondara.

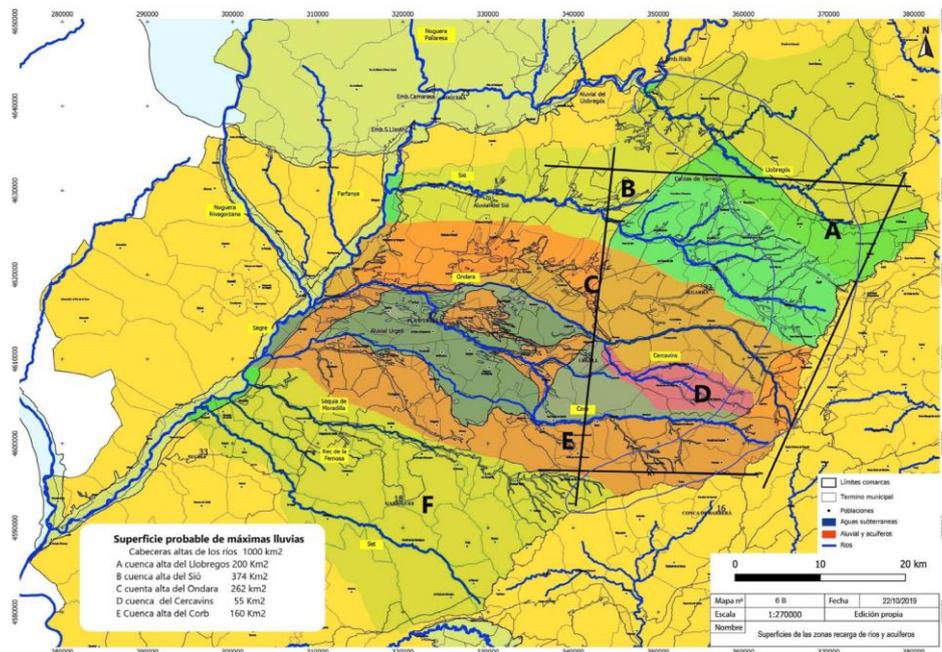


Imagen 25.4. Hidrología superficial, subcuencas y ríos. Enmarcando la zona, la estimación de máximas lluvias. (Fuente: Elaboración propia.)

Hemos estimado las superficies de las cuencas receptoras, y nos resulta que pueden llegar a los siguientes parámetros: 1.000 Km² entre todas las cuencas, y de forma parcial, la del Llobregós, 150 km², la del Sió, 374 Km², la del Ondara, 262 Km², la del Cercavins 55 Km² y la correspondiente al río Corb, 160 Km².



Imagen 26.4. El río Sió a su paso por Agramunt. (Fuente: Foto propia)

4.2. El subsuelo. Algunas consideraciones sobre las perforaciones del IGME. En la búsqueda de información de la zona a estudiar, recurrimos a la información del IGME¹ sobre los diarios de las perforaciones realizadas para la implantación de piezómetros en el área.

De estos diarios extrajimos los cortes geológicos, que hemos insertado en el mapa nº3, con su localización, se recoge en la imagen 27.4.

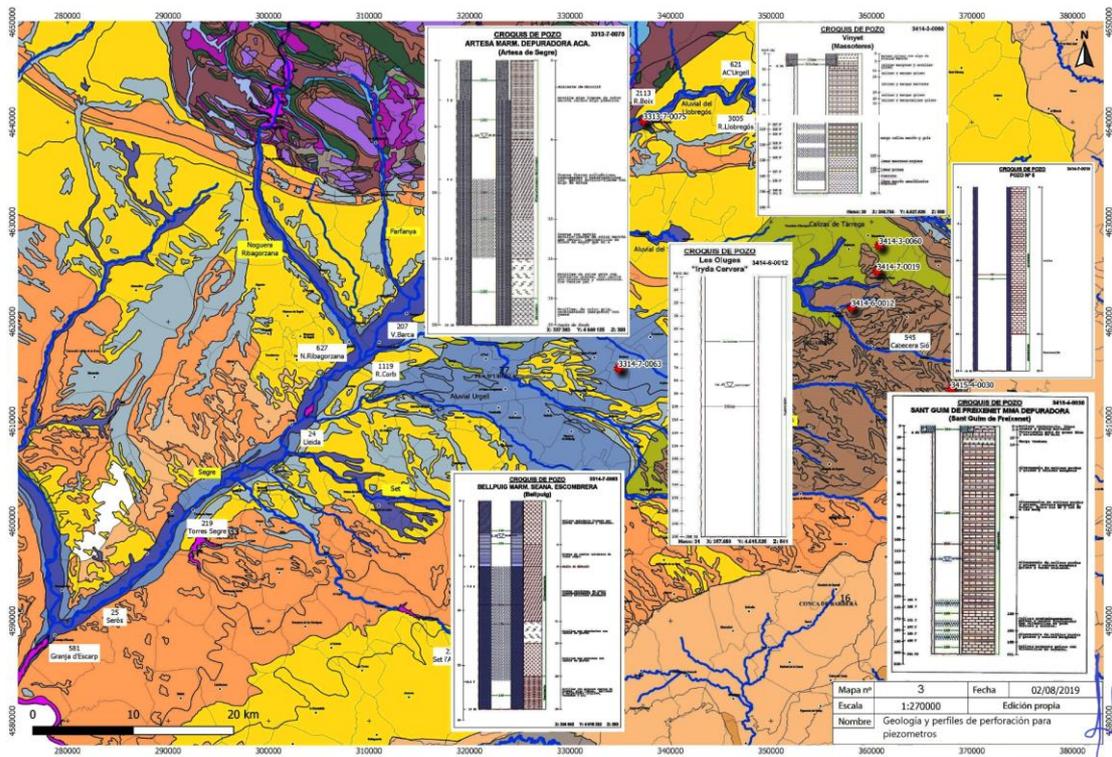


Imagen 27.4. Sobre una capa geológica, perfiles de IGME sobre las perforaciones para piezómetros. (Fuente: Elaboración propia).

La imagen 27.4 trazada sobre la capa geológica, con estrellas de color rojo, que identifican la localización de 6 piezómetros que tiene instalados el IGME en la zona.

Incluidos un detalle del resumen estratigráfico, que aparece en el diario de perforación a partir de los materiales extraídos conforme se profundiza en la perforación que se indica con una frecuencia de cada 5 m de avance.

Hemos incluidos solo dos de los perfiles, los situados en los extremos,

➤ **Perforaciones para los piezómetros**

Añadimos las explicaciones relativas a los tres pozos, dos de ellos situados en el límite este de la zona (Massoteres y Sant Guim de Freixenet), y el tercero en la zona central estudiada (Bellpuig).

¹ IGME, Instituto geológico y minero de España. Creado en 1849 organismo autónomo adscrito al Ministerio de Ciencia e Innovación.

- a) En el extremo NE, ya en la cuenca del Llobregós, sobre el límite de las Calizas de Tàrrega, el pozo de Massoteres se sitúa al norte de Guissona. La representación de su perfil la hemos seccionado, ya que tiene una profundidad de 151m, y presentaba dificultades para adaptarlo a las dimensiones del mapa. Cabe destacar que las calizas en capas con margas, alcanzan una profundidad desde los 5 a los 117 m. La transmisividad² tiene un valor muy bajo, lo que le confiere las características de una masa de agua confinada.
- b) El de Bellpuig sobre el Aluvial de Urgell, con un detalle de las capas de perforación hasta 19 m. Es destacable que, entre los 4 y 11 metros aparezcan las gravas de carácter calcáreo, en capas del mismo material, tal como se conoce por la historia geológica de la zona. Sobre estas gravas descansan las acumulaciones detríticas que cubre una buena parte del Aluvial de Urgell. Los valores de transmisividad del agua son elevados, típicos de un acuífero libre.

En el esquema del perfil de perforación se indican las coordenadas geográficas.

- **Piezómetro de Massoteres en Calizas de Tàrrega nº341430060³** El objetivo de esta perforación fue para valorar las características del acuífero formado por las calizas micríticas del Oligoceno Medio-Superior en zona de tránsito, dentro de la masa de agua subterránea con 090.064 Calizas de Tàrrega.
- **Columna litológica⁴.** Síntesis de la columna perforada.

En el detalle estratigráfico, a partir de los materiales extraídos conforme se profundiza en la perforación, se indica con una frecuencia de cada 5 m de avance.

Tabla 2.4. Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo).

COLUMNA LITOLÓGICA ATRAVESADA	
0-5 m.	Margas grises con algo de arcilla marrón.
6-11 m.	Calizas margosas y arcillas grises.
12-15 m.	Calizas y margas grises.
16-24 m.	Calizas y margas marrones.
24-29 m.	Calizas y margas grises.
29-32 m.	Calizas y margocalizas grises.

² La transmisividad, al referirse a las aguas subterráneas, mide el desplazamiento lateral de la masa de agua, si su valor es pequeño da a entender poca o nula movilidad que se interpreta como una masa de agua confinada. Los valores altos indican la movilidad de la masa de agua y se interpreta como una masa libre de movimiento.

³ Descripción adaptada del texto del diario de perforación.

⁴ Descripción adaptada del texto del diario de perforación.

32-39 m.	Margas rojizas-marrones.
39-54 m.	Calizas y margas rojizas-marrones.
54-71 m.	Calizas rojizas-marrones.
71-84 m.	Calizas y margocalizas rojizas-marrones.
84-90 m.	Caliza marrón y marga gris.
90-94 m.	Margas grises y algo de caliza marrón.
94-99 m.	Margo caliza marró y marga gris.
99-101 m.	Caliza gris, margo caliza marrón y algo de marga gris.
101-105 m.	Arcilla marrón.
105-127 m.	Margo caliza marrón y gris
127-135 m.	Limos marrones rojizos.
135-138 m.	Limos grises.
138-152 m.	Limos marrón amarillentos.

Testificación geofísica

Las más importantes se encuentran entre 139-140 m y entre 143,5 y 145,5 m, ambas en los limos marrón amarillentos.

- Litológicamente, se distinguen dos zonas, una de calizas margosas y margas hasta los 130 m y otra limosa en los últimos metros del sondeo.

Características hidrogeológicas

Los acuíferos principales perforados son de edad Oligoceno medio-superior, formados por calizas micríticas (Calizas de Tàrrega). La conductividad del agua es de: 3.820 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y se mide a nivel con sonda manual: 100 m. Transmisividad 0,08 m²/día⁵

- **Sant Guim de Freixenet 341540030**⁶. Aquí los principales acuíferos son de naturaleza detrítica con porosidad intergranular, en general se trata de formaciones aluviales. También aparecen algunos acuíferos en rocas carbonatadas recientes (Calizas de Tàrrega)

A su vez, se sitúa dentro de la unidad hidrogeológica 415 "Calizas de Tàrrega", correspondiente a la masa de agua subterránea con Código 090.064 denominada "Calizas de Tàrrega", y el acuífero a controlar son las calizas de Tàrrega.

⁵ Los acuíferos confinados se conocen, entre otras variables, por la poca, velocidad de su avance, si hubiera pozos, al extraer no se recuperaría el nivel, imposibilitando su extracción en continuo.

⁶ Descripción adaptada del diario de perforación.

El acuífero carbonatado de la masa de agua 090.064 es un acuífero predominantemente libre.

La recarga se produce mediante la infiltración de la precipitación, especialmente en la cuesta de Ivorra, dónde afloran los niveles de calizas que se hundan hacia el sur bajo los materiales lutíticos de la formación. La descarga se da hacia los ríos Sió y Ondara, y en menor medida hacia el río Corb.

- **Piezómetro de Bellpuig nº331470063⁷** El sondeo se sitúa sobre materiales aluviales de los ríos Corb y Ondara, que enlazan con los depósitos de pie de montaña que limitan la depresión de Urgell, en Bellpuig-Seana.

Estos materiales tienen entre 15 y 20 m de espesor máximo y se trata de gravas y arenas intercaladas con arcillas y limos que se disponen sobre los materiales del Oligoceno.

Estos materiales pertenecen a la Fm (formación) Areniscas de Urgell, de edad Oligoceno superior-Mioceno, están constituidos por limos y arenas, que reposan sobre los afloramientos del Eoceno-Oligoceno del anticlinal de Barbastro-Balaguer, situado hacia el norte noreste de esta zona.

Dentro de estos acuíferos aluviales se encuentran los que conforman el denominado acuífero del Aluvial de Urgell o Masa de Agua del Aluvial de Urgell (063). Este acuífero se corresponde con la Llanura del Urgell, ubicada en el margen izquierdo del Segre. Desde el punto de vista geológico, está definida por los depósitos aluviales de los ríos Corb y Ondara⁸.

Estos materiales cuaternarios se disponen sobre un sustrato de edad terciaria (Oligoceno) constituido por litologías detríticas correspondientes a los abanicos aluviales: arcillas, margas y arenas correspondientes a la Fm Areniscas de Urgell y situadas por encima de la Fm Calizas de Tàrrega,⁹ presentando una disposición estructural caracterizada por una ligera inclinación hacia el NO.

En esta masa de agua se reconoce un solo acuífero formado por las llanuras de inundación y terrazas bajas de los ríos Corb y Ondara.

Litológicamente se compone de gravas, arenas, limos y capas arcillosas, con un espesor total que oscila entre 15 m en la zona próxima, 10 m en la zona central y 5 m en la zona más distante. La litología más abundante son las gravas, entre una masa arenoso-limosa. La distribución de las diferentes granulometrías es la característica de los abanicos aluviales.

⁷ Transcripción literal del diario de perforación

⁸ Importante justificación sobre la base de formación del acuífero 090063 Aluvial de Urgell.

⁹ Importante descripción: las arenisca de Urgell reposan sobre la prolongación del manto de las calizas de Tàrrega.

El acuífero definido es de carácter libre, con permeabilidad por porosidad intergranular. En la zona proximal de los abanicos, ambos aluviales aparecen separados para, en la zona central, tender a unirse y constituir un solo acuífero.

El área de recarga la constituye toda la extensión del acuífero aluvial. Esta recarga está ligada, fundamentalmente, a los retornos de regadío del Canal de Urgell y a la transferencia de los conos de deyección laterales cuando entran en contacto con el acuífero, en el Plá d'Urgell.

La descarga natural se realiza hacia los ríos Corb y Ondara y, de forma esporádica, por bombeos. En el tramo alto y medio el aluvial recibe la recarga de las infiltraciones del Canal y las acequias y de los retornos de riego, por lo que su nivel piezométrico se sitúa por encima de la cota del cauce. Sin embargo, durante los periodos de crecida de los ríos y en las avenidas, estos se infiltran en sus respectivos abanicos aluviales que transfieren sus recursos al aluvial de Urgell.¹⁰

- **Columna litológica¹¹**

En el detalle estratigráfico, a partir de los materiales extraídos conforme se profundiza en la perforación, se indica según se observa los materiales extraídos

Tabla 3/4.- Síntesis de la columna litológica atravesada (descripción en campo). COLUMNA LITOLÓGICA

0-4 m	Relleno antrópico formado por gravas carbonatadas y cascotes
4-5 m	Mezcla de relleno y gravas .
5-6 m	Gravas de cantos calcáreos de color negro.
6-11 m	Gravas calcáreas, de color predominantemente gris con matriz arcillosa abundante.
13-16 m	Arcillas muy arenosas con cantos de gravas.
16-19 m	Arcillas con algunos cantos de gravas, algo limosas, de tonalidades marrones y abigarradas (rojizas, verdosas y grises).

¹⁰ Base de confirmación de la hipótesis relación Río-acuífero. En la etapa final el acuífero alimenta al río tomador, en este caso a los dos ríos que desembocan juntos: Corb y Ondara.

¹¹ Transcripción adaptada del contenido del diario de perforación.

4.3. La Noguera: visión de síntesis.

- **El relieve**

La Noguera¹ desde el punto de vista de su estructura y constitución, la comarca puede dividirse en dos grandes sectores: La Alta y la Baja Noguera, que marcan el contraste entre la montaña y el llano. La Alta Noguera, está coronada por estrechos desfiladeros, empieza en la cresta de la sierra del Montsec y acaba en la línea teórica formada por la Sierra Llarga y el Segre.

La sierra de Montsec, que es la más importante de las sierras Pre pirenaicas Exteriores, constituye el accidente y la referencia física más importante de la comarca, con la cumbre más alta (Mirapallars, 1.684 m, en el Montsec de Rúbies). La sierra de Montsec es una barrera formada por rocas calcáreas, atravesada por las dos Nogueras, por los dos boquetes del estrecho de Mont-rebei en la Ribagorçana, y por el paso de los Terradets en la Pallaresa, este último por el paso del ferrocarril y de la carretera que unen esta comarca con la del Pallars Jussà.

Por el escarpado de la sierra de Montsec (con algunos sectores de materiales margosos y arcillosos), se extiende la depresión de los valles de Arger y Meià, formada con materiales margosos con areniscas eocénicas que tienen una alineación de este a oeste, con una inclinación uniforme hacia el escarpado de la falla.

Estos valles, especialmente el de Ager son los mejores cultivados y poblados de la Alta Noguera, especialmente en las épocas históricas y ello gracias a las facilidades para los cultivos, el buen clima y la relativa abundancia de agua.

Entre el surco de estos valles y los llanos de la Depresión Central característicos de la Baja Noguera hay un continuo de pliegos formados por calcáreos mesozoicos (jurásicas y cretáceas) a menudo cortados o desgastados por la erosión. Los pliegos montañosos disminuyen progresivamente de altitud: de N a S se encuentran en la sierra de Sant Mamet (1.374 m) y la sierra de Montclús (1.037 m), y más al sur, la Sierra Carbonera (787 m), la de Mont-Roig (913 m) o las más meridionales de Llorenç de Montgai (621 m) y de Sant Salvador (545 m). Todavía más debajo de estas se encuentran la línea anticlinal formada sobre materiales geológicos característicos de la Depresión Central, que se corresponde con la Serra Llarga (450 m) y la sierra de Almenara (374 m), con una fuerte presencia de tiza. La naturaleza de las rocas y la configuración de

¹ El texto descriptivo inicial procede de la traducción realizada y adaptada por el doctorando del Atlas Comarcal y Municipal de Catalunya. (Giral i Redígales, J. 2006)

pequeños sectores son poco aptas para la vegetación hacen que este sector de la Noguera noroccidental tenga unos recursos escasos y poca población.

Diferente de la Alta Noguera, si bien también con relieve cebrado, es el sector NE de la comarca, con altitudes que van de los 1.000 m a los 500 m. Esta parte de la comarca presenta la configuración geológica característica de la Depresión Central, con estratos horizontales alternando margas y conglomerados. Es la parte alta del Segre Medio, el cual entra en contacto por la parte más noreste, con la morfología típica de esta zona del Solsonès. En conjunto, el Segre Medio se presenta como un sector de altiplanos de zonas entalladas por la erosión del Segre y de sus afluentes, con valles relativamente anchos, donde hay una variada cantidad de cultivos, que van desde las zonas hortícolas próximas al río, hasta grandes extensiones de tierra con olivos y hasta viñas. El extremo norte de este sector está ocupado principalmente por la baronía de Rialb, con altitudes comprendidas entre los 1.000 m y los 400 m, en los términos de la Serra y Gualter.

La Baja Noguera se caracteriza por el carácter llano, que forma parte de la depresión Central, el contacto entre la montaña y el llano lo forma una gran falla, que hace que después de los desfiladeros de Camarasa sigan los llanos entallados por valles del periodo terciario. En el extremo oeste destaca la sierra Llarga que continúan hacia Tamarit de Llitera. En el sector este, el paso de la montaña a la llanura es menos brusco que al inicio. Se encuentra con la llanura, con la Ribera de Sió que da paso, traspasada la sierra de Almenara, al llano de Urgell. En contraposición, el sector occidental de la Baja Noguera prolonga y recuerda al Segrià, a pesar de que la falta de regadíos le confiere un aspecto bien diferente. Es un sector que recibe el impulso de la ciudad de Balaguer, la capital colindante al Pla de Urgell, del Segrià y de las tierras altas en las cuales penetra.

- **Las aguas**

La Noguera, especialmente por lo que hace al sector SW, ha sido denominada la Mesopotamia catalana, porque se encuentra entre el Segre y las dos Nogueras, la Pallaresa, (confluye al Segre, entre Alòs de Balaguer y Camarasa), y la Ribagorçana. El nombre de la comarca es muy corriente en la toponímica medieval, en la que los nombres noguera y noguerola equivalen a un nombre genérico de corriente de agua.

Tres son los grandes ríos de la comarca: el Segre y las dos Nogueras, la Pallaresa y la Ribagorçana. Los caudales de estos ríos crecen por las aportaciones recibidas por diversos afluentes, muchos de los cuales durante los meses de verano acostumbran a estar casi secos.

El Segre atraviesa la comarca de NE a SW. En el pueblo de Ponts, el caudal medio es de 30 m³ /s La cuenca de recepción ya es en este sector de

3.320 Km² Este embalse afecta a las comarcas del Alt Urgell (municipios de Peramola, Oliana y Bassella), y de la Noguera (Tiurana y la Baranoia de Rialb). Se llenó, en el año 2.000 que se inauguró oficialmente. Su capacidad es de unos 403 hm³ y en su máxima extensión cubre unas 1.505 ha. Su construcción comportó sumergir una considerable extensión de tierras de cultivo y algunas poblaciones, como Tiurana, que fue construida de nuevo en una zona cercana.

Desaguan en el Segre por la banda derecha, entre otros afluentes, el Rialb, el Río Boix, el Noguera Pallaresa (aguas abajo del pantano de Camarasa, las aguas mezcladas del embalse se encalman a continuación en el pantano de Llorenç de Montgai), el río de Farfanya y la Noguera Ribagorzana (justo saliendo de la comarca). La Noguera Ribagorzana hace de límite por poniente, en trechos generales, de la comarca de la Noguera y la separa de la Llitera y de la Ribagorza. Dentro de su recorrido por el límite comarcal, se embalsa en los pantanos de Camelles y de Santa Ana. Por la izquierda, los principales afluentes del Segre en la comarca, son el Llobregós y el Sió.

En el año 1999 se inauguró el primer canal de Alguerri-Balaguer, que toma las aguas de la Noguera Ribagorçana. Respecto al canal Segarra-Garrigues, tiene su origen en el pantano de Rialb, una longitud de 80 km y cuarenta balsas de almacenaje y distribución, afecta unos 80 municipios de las comarcas de la Noguera, la Segarra, el Urgell, las Garrigues, el Segrià y el Pla de Urgell con una zona de regadío de más de 70.000 ha.



Imagen 29/4 el cauce del Segre en su tramo central (fotografía propia).

• **EL Clima en la Noguera**

Tabla 4/4. El clima en la Noguera. Parámetros básicos

	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep.	Oct	Nov	Dic	Total	Tempe media		Media	Máx.
														md.	Máx.	min.	absol
2000	0	0	50	69	83	109	1	7	68	45	68	111	611	15	21	9	38
2001	31	5	27	79	39	8	49	7	28	29	49	8	359	14	21	8	39
2002	8	5	9	38	27	15	4	37	75	45	45	28	335	14	20	9	37
2003	17	72	31	26	84	6	3	57	48	107	43	33	525	15	21	9	38
2004	5	44	40	77	44	9	32	15	6	23	4	35	334	13	19	8	36
2005	2	6	9	9	60	20	16	37	39	82	42	9	333	13	20	8	38
2006	50	5	7	13	12	17	5	10	59	39	10	14	240	15	20	9	38
2007	11	17	19	121	34	20	3	11	14	36	12	3	301	14	20	8	39
2008	20	9	4	70	110	34	27	2	39	77	61	33	487	14	20	8	37
2009	26	23	44	115	2	16	15	41	25	45	4	51	406	14	21	9	37
2010	66	22	48	32	57	36	3	22	52	63	20	15	436	13	19	8	37
2011	11	12	58	41	45	36	16	0	10	24	85	2	339	14	21	9	38
2012	3	2	63	47	18	18	8	23	43	86	32	9	351	14	21	8	39
2013	34	11	76	77	36	35	73	99	5	4	60	14	524	13	20	8	35
2014	42	14	17	53	25	28	26	49	62	9	101	7	428	15	21	9	35
2015	6	18	16	9	3	105	28	34	22	13	32	2	288	14	21	9	41
2016	8	69	22	57	48	8	4	15	90	51	39	5	414	14	21	8	38
media	20	20	32	55	43	31	18	27	40	46	42	22	395	14	20	8	38

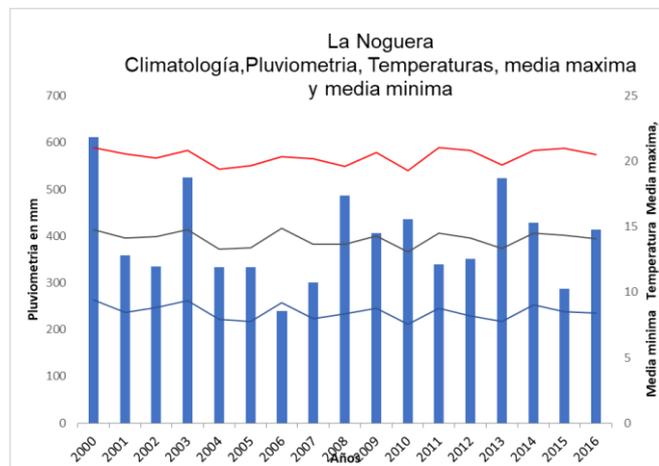


Imagen 30.4. Climatología de la Noguera. (Fuente: Elaboración propia).

Pluviometría promedio anual 395 mm /año. La temperatura media es de 14°C

Meses más lluviosos: marzo, abril, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre 247,42 mm, promedio 35,34 mm/mes, 62,63% del año.

• **La Noguera agro ganadería**

Superficie de uso agrícola (69.716 ha).

4. El marco territorial

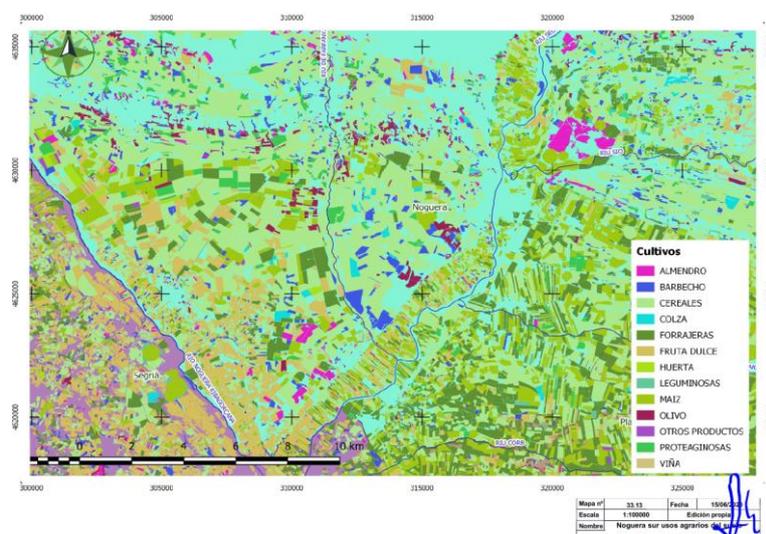


Imagen 31.4. La producción agraria de la Noguera en secano y regadío. (Fuente: Elaboración propia).

Tabla 5.4. Principales cultivos de la Noguera. Rendimientos en secano y regadío. (Fuente: Elaboración propia)

Noguera						
	Superf. Secano (Ha)	Superf. Regadío (Ha)	Rendimientos Kg/Ha Sec	Rendimientos Kg/Ha Reg	Produccion Total (Tn)	Relación REGADIO/SECANO
ALMENDRO	1.090,0	439,0	430,0	1.010,0	912,1	2,3
CEREALES	30.440,0	10.662,0	1.554,6	3.056,2	79.907,3	2,0
Colza	325,0	81,0	2.250,0	5.240,0	1.155,7	2,3
CULTIVOS INDUSTRIALES	97,0	35,0	233,9	485,3	39,7	2,1
FORRAJERAS	3.167,0	5.711,0	5.943,8	16.321,4	112.035,7	2,7
FRUTA DULCE	10,0	3.171,0	67,1	6.598,8	20.925,5	98,3
HUERTA	-	777,0		8.056,0	6.259,5	
LEGUMINOSAS	1.556,0	502,0	467,7	623,1	1.040,5	1,3
MAIZ	157,0	9.541,0	5.670,0	10.210,0	98.303,8	1,8
OLIVO	1.144,0	272,0	425,0	1.455,0	882,0	3,4
OTROS PRODUCTOS	151,0	25,0	1,3	2,8	0,3	2,2
TUBERCULOS CONSUMO HUMANO	1,0	38,0	2.236,0	5.820,0	223,4	2,6
VIÑA	132,0	192,0	2.370,0	13.410,0	2.887,6	5,7
Total Ha	38.270,0	31.446,0				

En la tabla anterior se dedica la primera columna para indicar los cultivos. En todas las comarcas se ha seguido el mismo criterio. Las columnas se citan de izquierda a derecha.

En la primera y segunda columna se indican las superficies dedicadas a cada cultivo en secanos y en regadíos.

Las dos siguientes columnas se dedican a las producciones obtenidas en los cultivos en secano y en los de regadío.

En la quinta columna se indica la producción conjunta entre secanos y regadíos y en la última columna la relación entre la producción de regadío respecto a la obtenida en secano. Los datos de esta columna son los que justifican las puestas

en regadío. Ya que como se puede observar los rendimientos prácticamente en todos los cultivos tienden a duplicarse.

Del cuadro anterior se puede deducir que los cultivos predominantes en los secanos de la noguera son: cereales de invierno con 30.440 ha que representan el 81% de la superficie.

Le siguen los forrajes con 3.167 ha (9%).

La leguminosas con 1556 ha (4%).

El olivo 1.114 ha (3%) y el almendro con 1090 ha (3%). El resto de producciones no son representativas.

En los regadíos las producciones se multiplican por valores comprendidos entre 1,3 y 3,4 veces, tal como se pueden observar.

Continúan destacando el cultivo de cereales: de invierno 10.662 ha y de verano con el maíz 9.541 ha, entre ambos 67% de la superficie regada.

Le siguen el cultivo de forrajes con 5.711 ha (19%).

La fruta dulce con 3.175 ha (11%), y las leguminosas 502 ha (2%).

El almendro con 439 ha (1%), los cultivos de huerta 777 ha (2,47 %). El resto como se puede observar en la tabla son menos importantes.

Es necesario resaltar las producciones de fruta dulce con un incremento fuera de lo normal, hay que tener en cuenta que comparamos los resultado de solo 10 ha de secanos y de 3.171 ha de regadío. Puede deberse a plantaciones antiguas de secano y modernas de regadío. No obstante el rendimiento se multiplica de un sistema al otro.



Imagen 32.4. La producción agrícola de la Noguera en secano. (Fuente: Elaboración propia).

El rendimiento en los herbáceos es 2 veces superior en los regadíos que en los secanos.

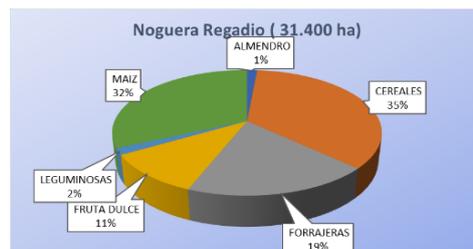


Imagen 33.4. La producción agrícola de la Noguera en secano. (Fuente: Elaboración propia).

- **La ganadería en la comarca** (fuente Idescat)

Explotaciones ganaderas 1.168

Porcino 919.000 (31,4% del valor en la zona estudiada)

Aviar 3.366.000 (24,28% del valor en la zona estudiada).

- **Resultados económicos comarcales²**

La Noguera ocupa una superficie de 1.784 km², su población censada es de 38.708 habitantes, representa una densidad de población de 21,7 h/Km².

El saldo migratorio se debe tener en cuenta si la población es la que proviene de los censados afincados en el país (crecimiento natural) o si proviene de movimientos migratorios: dan las cifras por cada mil habitantes y para el periodo 2016 a 2020.

El crecimiento inter censos 2001-2011, su valor natural 1,72, migratorio 15.

PIB y VAB millones euros por sectores:

El producto interior bruto a precios de mercado (PIB pm) mide el resultado final de la actividad económica de las unidades productoras en el territorio. Se calcula a precios de mercado para que el valor de la producción recoja la incidencia de los impuestos y de las subvenciones.

Desde el punto de vista de la oferta, el PIB permite evaluar la aportación de las diferentes ramas productivas del conjunto de la economía, según este criterio, comprende los valores añadidos brutos, valorados a precios básicos.

El ámbito geográfico de las estimaciones del PIB son las comarcas de Cataluña.

Respecto al VAB (valor añadido bruto) representa la riqueza generada en la economía durante el periodo considerado y se obtiene por la diferencia entre el valor de la producción y el valor de los consumos intermedios utilizados (materias primas, servicios y suministros exteriores etc.). Se calcula a precios básicos, lo que quiere decir se no se incluyen los impuestos ni subvenciones sobre los productos (IVA, impuestos especiales, etc.). Estos impuestos son aquellos soportados por las empresas como resultado de participaren la actividad de la producción, con independencia de la cantidad o del valor de lo producido y vendido.

Se presentan estos valores del VAB par grandes sectores de actividad económica (agricultura, industria, construcción y servicios.)

La operación estadística Renta familiar disponible bruta es la macromagnitud que mide los ingresos de los que disponen los residentes de un territorio para destinarlos al consumo o al ahorro. Esta renta depende de los ingresos de las familias directamente vinculados a la retribución por su aportación a la actividad productiva (remuneración de asalariados y excedente bruto de explotación), pero

² Definiciones y valores del Idescat 2018

también está influida por la actividad de la Administración pública mediante los impuestos y las prestaciones sociales.

RFDB³ base 2010/ 2016 RFDB en miles de euros 526.236,

RFDB/H⁴ 13,8. Esos 13,8 tomando como 100 Catalunya son 78,1

Noguera % VAB por sectores

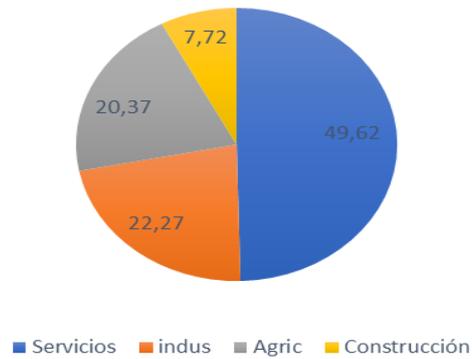


Imagen 34.4. VAB por sectores productivos. (Fuente: Elaboración propia).

³ RFDB renta familiar disponible bruta.

⁴ RFDB/h renta disponible bruta por persona

4.4. La Segarra: visión de síntesis

La Segarra¹ forma una unidad geográfica de forma alargada, que está en un altiplano que hace de partición de aguas directamente hacia el mediterráneo a través de las cuencas del Gaià el Francolí y el Llobregat, y por el occidente hacia la cuesca del Segre-Ebro. La Segarra constituye una especie de espina dorsal con el nombre de altiplano central, que separa las tierras marítimas de la Depresión Central Catalana y la tierras pirenaicas y prepirenaicas de las tierras de la Depresión del Ebro, esta cadena que forma la comarca está orientada de NE SW.

La composición estructural del terreno le da un aspecto morfológico caracterizada por su heterogeneidad interior. Tiene un aspecto bastante cortado donde las extensiones de terreno plano son pequeñas y abundan en cambio los montículos y elevaciones montañosas rodeadas de pequeños valles excavados por los ríos y arroyos. Las cotas inferiores situadas en el fondo de los valles del Llobregós y del Sió en los 400msnm, mientras que las más elevadas se extienden al SE limitando con las tierras de la Conca de Barbera superan los 800msnm.

La morfología del relieve Segarrens es muy peculiar. La Segarra parece una comarca diferente según se mire desde la Anoia o desde la tierras de poniente. Desde el Urgell se presenta como una comarca de relieve suave y poco accidentado, y en cambio vista desde la Anoia, aparece como una comarca elevada con cuevas y riscos. Este relieve Segarrens es determinado por la presencia de diferentes niveles de sedimentación.

Sabemos que la Depresión Central Catalana, con desagüe hacia el Segre-Ebro, fue ocupada en los primeros periodos de la historia geológica por un mar que cubría una gran parte de estas tierras. Durante el periodo Terciario en esta tierra al retirarse las aguas, se depositaron abundantes restos que constituyeron el primer subtramo. Al final del periodo Eoceno un levantamiento de los límites de esta cuenca marina hizo que las aguas marinas se retiraran hacia el suroeste, convirtiendo a la zona Segarrens en una cubeta lacustre aislada del brazo del mar.

Fue en el siguiente periodo el Oligoceno, que se fue estructurando la base fundamental del paisaje Segarrens por el efecto de la sedimentación de los materiales procedentes de la cuenca pirenaica y por la desecación natural del terreno. Así que cuando las capas de los materiales blandos (arcillas, margas, yesos) se depositaron en capas horizontales con materiales duros, (areniscas y calizas) mucho más resistentes a la erosión, se encuentra la formación de relieve

¹El texto descriptivo inicial procede de la traducción realizada y adaptada por el doctorando del Atlas Comarcal y Municipal de Catalunya. (Giral i Redigales, J. 2006)

tabular. La inclinación de estas capas de formación horizontal es escasa y los ríos y torrentes excavan valles un poco profundos, separados por colinas poco destacadas, por otra parte, cuando las capas de estos materiales se superponen de manera inclinada aparecen relieves en forma de cuestras. En estos lugares donde la inclinación es más pronunciada, la erosión ha actuado con mayor fuerza y manera más diferenciada con relación con el tipo de material. El resultado es un paisaje en forma escalonada.

Según los criterios de V. Masachs, se distinguen una serie de unidades morfológicas muy diferenciadas, la región que va de Cervera a Tàrraga se caracteriza por la presencia de estratos casi horizontales en forma tabular, por efecto de la erosión fluvial, que ha formado una serie de valles profundos y recortados en los alrededores de Cervera, y valles más pequeños y planos conforme nos acercamos a Tàrraga. La región hacia Santa Coloma de Queralt, es una zona de cuestras orientadas en ángulo, con una rama en dirección N-S y otra de E-O. En este sector los terrenos son muy accidentados con fuertes cuestras formadas por la erosión, muchas cortadas por los desfiladeros de los ríos que se extienden por los valles excavados por los últimos, la región septentrional de la Segarra, de Guissona hacia arriba, es una forma de erosión formada sobre los estratos de los contrafuertes del anticlinal Súria-Torà-Ponts que ha ido formando una serie de valles bastante amplios seguidos de valles con cuestras establecidas sobre los contrafuertes antes citados.

El paisaje geomorfológico Segarrens se presenta, sobre todo, como resultado de una fuerte sedimentación transformada por el efecto de la erosión de las aguas y el clima, los movimientos orogénicos tienen una escasa importancia a la hora de explicar la existencia de este altiplano que constituye la columna vertebral de la Segarra.

De hecho, la elevación de las tierras segarrens se explica, como se ha visto más bien por la erosión diferencial existente entre su vertiente oriental y occidental. Los movimientos orogénicos comenzados en el periodo Eoceno, y que más tarde acabarían elevando las tierras que hoy conocemos como Pirineos y Prepirineo hicieron que las tierras de la comarca se elevasen y que las tierras receptoras de aguas pasaran a ser tierra emisoras de aguas hacia el suroeste y se iniciara el proceso erosivo.

Las rocas que predominan en la comarca son las calizas del Secundario, que han quedado al descubierto por la erosión fluvial, y las margas y arcillas terciarias. Los sitios donde aparecen las primeras, como son compuestos por carbonatos cálcicos, que se disuelve fácilmente con agua de lluvia, la tierra se seca ya que el agua se filtra hacia las capas más profundas y cuando encuentra con una roca diferente y no puede disolverse se estanca en el subsuelo y se produce un embalsamiento, como por ejemplo ocurre en Les Oluges. En el caso

de las arcillas, margas y conglomerados, como son materiales no permeables el agua pasa por su superficie formando vertiente en cárcavas.

Las aguas de la Segarra se vierten en tres cuencas hidrográficas catalanas; la del Segre, la del Llobregat y la de Gaià, según los declives de los cursos hacia poniente, levante y mediodía, respectivamente. La red hidrográfica de la comarca es poco importante se basa fundamentalmente en tres pequeños ríos; el Ondara, el Sió y el Llobregós. Con la irregularidad de los pequeños caudales parece extraño denominar estos cursos cómo ríos, este hecho también queda reflejado en el propio hablar de los ribereños que les han dado otros nombres como torrente o riachuelos.

De cualquier manera, su importancia dentro de la comarca ha sido lo suficientemente importante en la configuración del relieve, y estos cursos han excavado amplios valles y torrenteras en las vertientes montañosas que han ayudado a configurar el actual paisaje Segarrens. No hay que olvidar que las aguas de lluvia producen la mencionada excavación de torrenteras en las vertientes montañosas ya que la composición del terreno casi impide la filtración. Estas aguas llegaban hasta los valles de los ríos que encontraban fácil para su acción corrosiva en el escaso suelo cuaternario que recubre la formación oligocena de la comarca y consigue en algunos lugares que aparezcan a plena superficie formaciones geológicas anteriores al Oligoceno.

- El río Ondara, también conocido a lo largo del tiempo como río de Cervera, Torrente Mayor o de Moret, nace cerca del pueblo de Civit (frente a Talavera) a 780 m de altitud, bajo la ermita de Santa Fe. Es en este lugar donde recibe las aguas de las fuentes del Bordell, Ondara y el Bullidor y las de las vertientes de las sierras de Talavera, Montargull y Montfred. Su caudal también es reducido y discurre hacia poniente pasando por Pallerols, Sant Antoni, los Hostalets, Sant Pere de los Arquelles, Vergós, Cervera, la Cucullada, Fonolleres, la Móra y entra al Urgell por Taradell. Tiene un curso total de 70 Km y alcanza a una cuenca de 484,5 Km cuadrados. Cerca de su lecho se encuentran una serie de pozos que son aprovechados para el riego de los cultivos cercanos.
- El Sió con una longitud de 77 Km, una cuenca de 501,9 Km cuadrados, es el río más importante de la comarca. Nace en los manantiales de Gaver, a 730 m de altitud, y recoge las aguas de Sant Guim de Freixenet, Estaràs, Sant Ramon de Portell, las Oluges, La Prenyanosa, Sant Guim de la Plana, Guissona, Torrefeta, les Pallargues, Florejacs y el Aranyó. Atraviesa toda la parte central de la comarca en dirección este-oeste, hasta que entra al Urgell cerca de Ossó de Sió.

4. El marco territorial.

- El Llobregós, con una cuenca de 609,7 Km cuadrados y una longitud de 41 Km, recoge en la Segarra las aguas de los términos de Ivorra, Torà, Biosca, Sanaüja y parte de las de Florejacs. Nace en los contrafuertes de los relieves de la Molsosa. Los únicos afluentes importantes son las rieras de Llanera y de Sanaüja, procedentes del Solsonès y la riera de Biosca. Toma dirección sureste-noroeste y drena el sector septentrional de la comarca.

Aparte de estos ríos, hay que añadir sus afluentes principales; los surcos de los Hostals, de Briançó, de los Monells, de los Argullols, Montpaó, el Torrente Salat, el Cercavins, el barranco Prat, la riera de Mas, el barranco de Fiterats, el torrente de Vilagrasseta y el Clot del Reguer en el caso del río Ondara, el torrente de Freixenet, el Clot de Claret, la riera del Passarell, la riera de Oro y la riera de Vergós en el caso de Sió y los ya mencionados por lo que respecta al Llobregós.

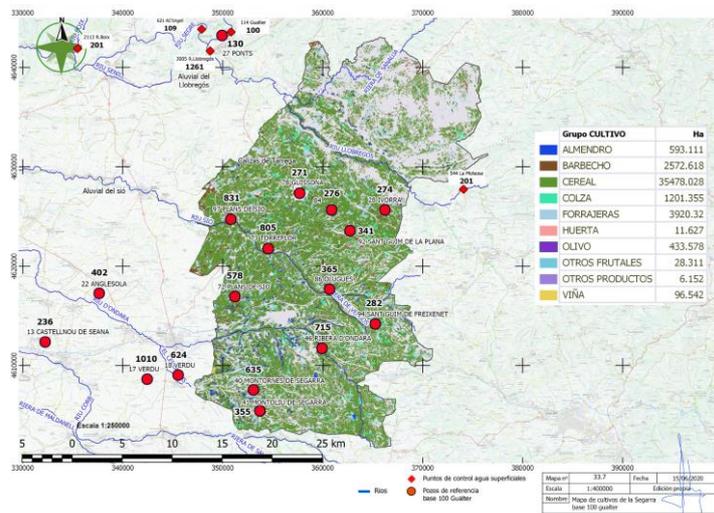


Imagen 3.4. Cultivos de la Segarra, visión general usos suelo agrícola, con IB100G. (Fuente: Elaboración propia).

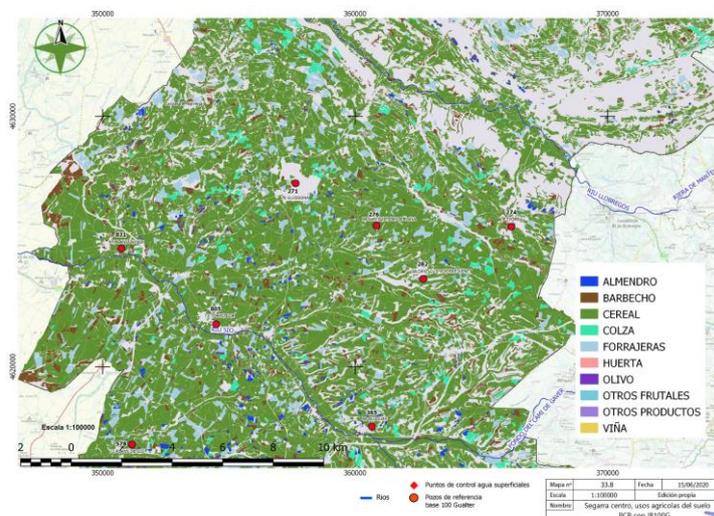


Imagen 37.4. La Segarra centro. Usos suelo agrícola IB100G. (Fuente: Elaboración propia).

4. El marco territorial.

Se pueden apreciar islas de cultivos arbóreos antiguos; la gran mayoría han sido sustituidos en las últimas décadas por cereales de invierno. En la zona sur, alrededor de Cervera y en la cuenca de Cercavins, continúa presente el almendro.



Imagen 38.4. La Segarra sur. Usos suelo agrícola y IB100G. (Fuente: Elaboración propia).

Clima en la Segarra

Tabla 7/4. El clima en la Segarra Parámetros básicos

													Tempe media		Media	Max	
	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep.	Oct	Nov	Dic	Total	m.a.	Máx.	min.	absol
2000	3	0	35	58	59	100	11	10	17	46	40	68	446	15	21	9	38
2001	12	15	29	34	51	5	68	3	29	29	60	19	355	14	21	8	39
2002	17	14	41	84	26	76	4	23	9	49	39	15	397	14	20	9	37
2003	16	85	23	15	74	12	3	77	85	93	38	38	558	15	21	9	38
2004	4	41	37	64	47	8	30	4	1	27	4	25	311	13	19	8	36
2005	2	1	12	12	50	12	1	31	86	51	55	7	321	13	20	8	38
2006	66	4	12	13	2	1	7	13	64	18	7	22	228	15	20	9	38
2007	10	16	30	127	69	5	3	5	1	24	3	1	294	14	20	8	39
2008	19	15	7	54	111	44	21	59	43	59	26	36	495	14	20	8	37
2009	47	8	52	114	3	20	21	2	38	30	5	52	392	14	21	9	37
2010	64	34	69	17	105	87	1	37	40	35	14	14	517	13	19	8	37
2011	6	14	61	31	76	44	18	3	2	16	74	0	345	14	21	9	38
2012	2	7	10	70	16	9	12	3	34	80	29	3	275	14	21	8	39
2013	32	17	58	94	76	25	17	14	4	20	97	10	464	13	20	8	35
2014	56	31	7	78	35	21	42	69	45	35	109	11	538	15	21	9	35
2015	12	15	22	27	4	41	37	31	50	11	78	0	328	14	21	9	41
2016	5	49	33	60	60	26	3	3	12	36	50	10	346	14	21	8	38
media	22	22	31	56	51	32	18	23	33	39	43	20	389	14	20	8	38

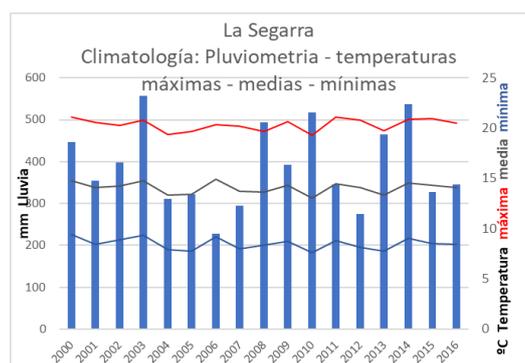


Imagen 39/4. Clima de la Segarra. (Fuente: Elaboración propia).

Pluviometría promedio anual 389 mm /año y la temperatura media 14 °C

Meses más lluviosos: marzo, abril, mayo, junio, septiembre, octubre y noviembre 285mm promedio, 40,71 mm/mes, 73,26% del año.

Todos los datos relativos a los cultivos y producciones que se aparecen en las tablas siguientes proviene de datos públicos que se derivan de las DUN (declaración única que los titulares de las explotaciones realizan anualmente de forma obligatoria para del DARP).

Los rendimientos proceden del mismo origen; el resto de datos son de elaboración propia. Además de una información actualizada de la agricultura de la zona, destacamos los que aparecen en la última columna, que representan las veces que un cultivo de regadío, por unidad de superficie, produce más que uno de secano.

La Segarra agroganadera

Tabla 8.4. Principales cultivos de la Segarra. Rendimientos en secano y regadío. (Fuente: Elaboración propia).

Segarra						
	Superf. Secano (Ha)	Superf. Regadío (Ha)	Rendimientos Kg/Ha Sec	Rendimientos Kg/Ha Reg	Produccion Total (Tn)	Relación REGADIO/SECANO
CEREALES	36.472,0	288,0	2.200,0	2.600,0	80.987,2	1,2
Colza	1.491,0	2,0	1.800,0	6.000,0	2.695,8	3,3
CULTIVOS INDUSTRIALES	12,0	9,0	416,7	137,3	6,2	0,3
FORRAJERAS	1.141,0	28,0	5.422,9	5.074,8	6.329,6	0,9
FRUTA DULCE	13,0	7,0	63,1	1.532,9	11,6	24,3
HUERTA	-	1,0		1.277,1	1,3	
LEGUMINOSAS	3.407,0	12,0	510,0	470,0	1.743,2	0,9
MAIZ	-	18,0		10.240,0	184,3	
OLIVO	409,0	22,0	435,0	1.490,0	210,7	3,4
OTROS PRODUCTOS	3,0	-	1,2		0,004	-
TUBERCULOS CONSUMO HUMANO	4,0	1,0	2.236,0	5.578,0	14,5	2,5
VIÑA	98,0	-	2.365,0		231,8	-
Total Ha	43.050,0	388,0				

En la tabla anterior se dedica la primera columna para indicar los cultivos. En todas las comarcas se ha seguido el mismo criterio. Las columnas se citan de izquierda a derecha. En la primera y segunda columna se indican las superficies

dedicadas a cada cultivo en secanos y en regadíos. Las dos siguientes columnas se dedican a las producciones obtenidas en los cultivos en secano y en los de regadío. En la quinta columna se indica la producción conjunta entre secanos y regadíos y en la última columna la relación entre las producción de regadío respecto a la obtenida en secan. Los datos de esta columna son los que justifican las puestas en regadío. Ya que como se puede observar los rendimientos prácticamente en todos los cultivos tienden a duplicarse.

Del cuadro anterior se puede deducir que los cultivos predominantes en los secanos de la noguera son: cereales de invierno con 36.472 ha (88%). Le siguen las leguminosas 3407 ha (8%), La colza con 1491 ha (3,3%), los forrajes con 1141 ha (3%). El olivo 409 ha (0,95%). El resto de producciones no son representativas.

En los regadíos las producciones se multiplican 3mtre 1,3 y 3,4 veces, tal como se pueden observar. Pero quizás no son representativos ya que solo se dedican 388 ha entre todos los cultivos. En los regadíos el cultivo mayoritario con 288 ha (785) se dedica al cereal de invierno que solo alcanza multiplicar la producción por 1,2. Este hecho nos da pie para comentar lo difícil que puede ser cambiar la producción, normalmente se hace lo que se sabe y no es fácil el cambio.

Superficie de uso agrícola comarcal 43.388 ha



Imagen 40/4. Clima de la Segarra. (Fuente: Elaboración propia).

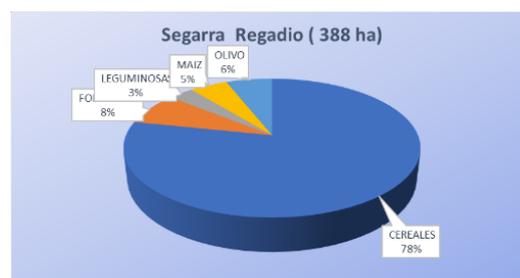


Imagen 41/4. La producción agraria de la Segarra en secanos y regadíos. (Fuente: Elaboración propia).

La ganadería en la comarca Idescat

Explotaciones ganaderas 474

Porcino 338.812 (31,4%)

Aviar 1.426.000 (24,28%)

c) Resultados económicos comarcales. ²

Ocupa una superficie de 722 km², con 22.822 habitantes lo que representa una densidad 31,6 h/Km². El crecimiento Inter censos 2001-2018, crecimiento natural 1,53%, migratorio 21%.

PIB ³y VAB⁴ M€ por sectores:

VAB por sectores M€: Agrícola 48,4. Industria 395,3. Construcción 31,9

Servicios 233,2. Total 708,9 millones €.

RFDB⁵ base 2010, 325.951miles €, 14,3 miles €/habitante,

Si Catalunya tiene el índice 100, en la Segarra representa 82,1

Segarra % VAB por sectores



Imagen 42/4. VAB por sectores productivos. (Fuente: Elaboración propia).

² Todas las definiciones se corresponden con las indicadas en la Comarca de la Noguera y provienen del Indescat

³ PIB valor monetario de la producción de bienes y servicios de la comarca en un año.

⁴ VAB valor añadido bruto, valores añadidos generado por el conjunto de productores que se agregan los bienes y servicios en las etapas del proceso.

⁵ RFDB, Renta familiar disponible bruta, en el ámbito comarcal

4.5. L'Urgell: visión de síntesis

- **El marco físico**

La comarca de Urgell¹ tiene una figura alargada que se extiende de norte a sur poco más de 40 Km y ocupa de este a oeste unos 20 Km. Se puede definir el relieve de la comarca como una superficie cóncava ligeramente inclinada al Segre. La inclinación se estima en unos 10 m por Km en la zona central, que se acentúa hacia levante y disminuye hacia poniente, a medida que se adentra en el llano. Pero a pesar de esta imagen general de un paisaje llano enmarcado por colinas poco destacadas, el desnivel de las tierras del Urgell es, entre su punto más elevado y el más bajo, de unos 500 m.

Un análisis más detallado permite distinguir un mínimo de tres unidades fisiográficas. La parte central de la comarca es la formada, de este a oeste, por el sector de poniente de la Cuenca del río de Ondara y la parte oriental del sector del Pla d'Urgell. Se trata de un territorio sin relieves importantes que desciende con suavidad al llano, limitando al norte por la sierra de Almenara y al sur por las pequeñas ondulaciones que lo separan del valle del río Corb. Al otro lado de la sierra de Almenara, el tramo central de la Ribera de Sió constituye la parte más septentrional de la comarca, y el sector meridional, por el valle del río Corb.

En el interior de la comarca sobresale la sierra de Almenara (459 m) y abundan las colinas redondeadas y las sierras alargadas generalmente en dirección este-oeste, como la sierra de Bellmunt. En la periferia del norte encontramos la sierra de Montclar (470 m) y por el límite del S está la sierra del Tallat (787 m), con el santuario del mismo nombre: el lugar más prominente de este conjunto montañoso es el Tossal Gros (803 m) en el término de Vallbona de les Monges. Cerca del pueblo de Guimerà resalta la Bovera (589 m), la sierra de Espígol baja de la Segarra hasta la altura de Sant Eloi, que es un mirador sobre Tàrrrega.

¹ El texto descriptivo inicial procede de la traducción realizada y adaptada por el doctorando del Atlas Comarcal y Municipal de Catalunya. (Giral i Redigales, J. 2006)

Desde el punto de vista geológico, hay un predominio de materiales sedimentarios muy recientes. Los materiales más antiguos son los pertenecientes al período oligoceno. Principalmente se trata de evaporitas calcáreas, margas, areniscas y arcillas que se fueron depositando en un medio marino o en medios continentales o lacustres. Estos sedimentos no han experimentado ninguna deformación tectónica, y se disponen en capas horizontales con una ligera inclinación hacia el noreste-sureste. Únicamente en el sector septentrional, de la comarca se rompe esta disposición de materiales con la aparición de dos anticlinales diapíricos, como son la sierra de Almenara y la de Montclar. En los sectores más llanos y en los valles de los principales ríos y sus afluentes, se localizan sedimentos cuaternarios del pleistoceno y del holoceno, que forman unos extensos depósitos aluviales, principalmente de gravas y arenas intercaladas con arcillas y limos.

Tres son los ríos, el Sió, el río de Ondara y el río Corb que recorren la comarca en dirección hacia poniente, con la particularidad de que el Sió llega hasta el Segre y los otros dos se difunden desaparecen y vuelve a parecer por efecto de la relación río-acuífero antes de su confluencia con el Segre. Todos ellos son ríos de escaso caudal, y tanto estos como sus afluentes están muy condicionados por la pluviometría.

El Sió atraviesa el sector septentrional de la comarca extendiéndose por el amplio valle que se abre entre las sierras de Montclar y de Almenara. Drena 12 Km del Urgell y recibe las aguas de la riera de los Salats, el barranco de Esmarcades y del Joncar, el río de Escampa, el del Pou y el hoyo del Reguer. El río de Ondara drena el sector central. Su recorrido dentro de la comarca es de unos 22 Km y desembocan el Cercavins, el río de Claravalls y el barranco de Canós. El río Corb surca el sector meridional y tiene un curso de 33 Km dentro de la comarca del Urgell. Desembocan sus aguas, parcialmente en la riera de Boixerons, el barranco de Sanadella, la riera de Maldanell y la de la Coma.

El sector más occidental de la comarca es drenado por el canal de Urgell que atraviesa la comarca de norte a sur zigzagueando entre las tierras de Agramunt, Costellserà, Tornabous, Puigverd de Agramunt, Tàrrega, Anglesola, Vilagrassa, Preixana y Bellpuig. Este canal riega una cuarta parte de las tierras

del a comarca. Aparte del agua superficial, la comarca también cuenta con una importante reserva de agua subterránea. Y lo cruza de norte a sur el canal Segarra-Garrigues, que cuenta en Tàrrega la sede del canal Segarra-Garrigues.

➤ **Las subcomarcas**

La cuenca del río Ondara

La cuenca del río Ondara ocupa la parte central de la comarca del Urgell. Esta subcomarca se extiende a uno y otro lado del río Ondara, desde la sierra de Almenara, que los separa de la Ribera de Sió hasta los altiplanos rotos y ondulados de los términos de Montornés, el hoyo del Morer o el reguero de Santa María, el barranco de San Gil en Claravalls y el reguero del Altet en el río Ondara por la derecha, pero actualmente todos, con excepción del último se pierden sin llegar a su destinación originaria. A la izquierda, el más importante es el Cercavins, que baja de la Segarra por el valle del Montornès, el Mas de Bondia y el Verdú y, después de haber recogido las aguas del torrente de Vilagrasseta, se une al río Ondara entre Tàrrega y Vilagrassa.

El aspecto geológico de la Cuenca del río Ondara corresponde a una zona intermedia entre los suaves contrafuertes de la sierra segarrena y los llanos de los aluviales del Urgell. Tiene una longitud aproximada de 14 Km de N a S y su relieve pasa de unas tierras rotas y barrancosas en el levante, a unos terrenos suavemente ondulados que se van desdibujando hasta convertirse en llanos en el poniente.

Comprende los municipios de Tàrrega, Anglesola, Vilagrassa, Verdú y Montornès de Segarra. El clima y la vegetación son los de la comarca del Urgell, con la particularidad de que aquí se localiza el límite del pino blanco, tan abundante en el valle del río Corb. Los cultivos más generalizados han sido los olivos, los almendros, la vid y los cereales.

La Ribera de Sió

La Ribera de Sió es una región natural que se sitúa en el punto de confluencia de la Segarra, la Noguera y el Urgell. La Ribera de Sió es una tira de terreno que se inclina en dirección este oeste a lo largo de unos 40 Km. El Sió es el eje que

vertebra y le da nombre a la Ribera de Sió, como definitoria de la subcomarca tradicional, comienza en Tàrrega, cuando el río deja las sierras y los barrancos de la Segarra y comienza discurrir por un altiplano de amplios horizontes y relieves de poca altura. Más adelante las sierras y las colinas que flanquean al río adquieren entidad y, hasta aquí la Ribera tiene unos límites imprecisos, a partir de Agramunt se encuentra bien delimitada por las sierras de Montclar y de Almenara paralelas al curso del río, al norte y al sur, respectivamente. Al llegar a lo Sentiu de Sió, la Ribera pierde progresivamente sus características propias y se integra en el conjunto del valle del Segre.

La comarca del Urgell desde la parte central de la Ribera de Sió, que comprende los municipios de Ossó de Sió, de Puigverd de Agramunt los tres términos marcan los límites geográficos de la Ribera por el lado sur. Los relieves más importantes son las sierras de Montclar (470 m) y de Almenara (459 m). Esta última a pesar de no ser tan elevada, tiene mucha más personalidad por su situación dando vista al Pla d'Urgell y por su pronunciada pendiente en la cara del mediodía. Todas las otras colinas y sierras esparcidas por el territorio son puntos resistentes a la erosión que vacía y configura el valle a lo largo de milenios.

Clima en el Urgell.

Tabla 9/4 El clima en el Urgell. Parámetros básicos

	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep.	Oct	Nov	Dic	Total	Tempe media			
														md.	Máx.	Mín.	
2000	1	0	29	62	48	73	11	6	12	36	43	50	373	15	21	9	38
2001	18	14	24	35	34	7	52	2	31	37	51	18	325	14	21	8	39
2002	18	9	34	86	23	40	2	33	16	45	29	18	343	14	20	9	37
2003	17	95	20	18	68	6	7	45	51	112	30	30	498	15	21	9	38
2004	2	41	42	65	80	4	41	34	5	24	2	48	399	13	19	8	36
2005	2	0	10	12	48	26	4	17	29	52	66	6	273	13	20	8	38
2006	12	1	9	3	1	3	1	17	119	23	5	18	212	15	20	9	38
2007	11	14	34	94	46	13	5	12	4	32	6	2	272	14	20	8	39
2008	24	14	8	85	162	37	27	26	73	60	29	32	598	14	20	8	37
2009	38	10	46	122	3	16	27	3	21	37	4	52	380	14	21	9	37
2010	72	28	59	16	65	54	0	7	33	40	14	12	398	13	19	8	37
2011	5	12	47	29	44	34	19	29	2	22	82	2	327	14	21	9	38
2012	4	2	5	62	19	12	68	3	38	90	34	5	341	14	21	8	39
2013	42	17	59	93	56	25	23	14	3	15	90	11	449	13	20	8	35
2014	53	26	10	73	17	20	24	31	30	32	88	13	418	15	21	9	35
2015	11	13	21	23	4	36	35	29	26	9	26	3	236	14	21	9	41
2016	5	59	29	57	68	26	3	2	12	36	50	10	346	14	20	8	38
media	18	21	29	55	46	25	21	19	30	41	39	20	364	14	20	8	38

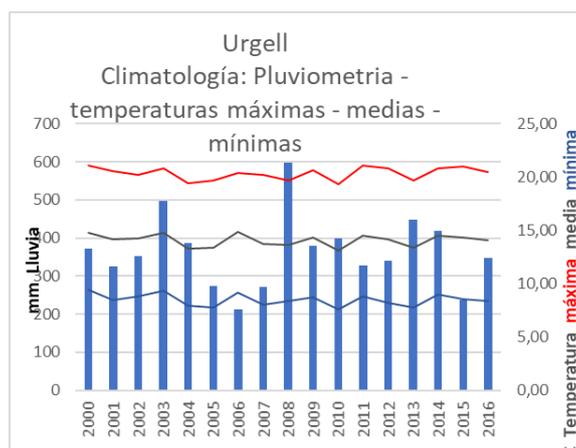


Imagen 46.4. Climatología del Urgell. (Fuente: Elaboración propia).

Pluviometría promedio anual 363,9 mm /año, $363,9/12 = 30,325\text{mm/mes}$

4. El marco territorial

Meses más lluviosos marzo, abril, mayo, octubre y noviembre 234mm, promedio 46,8 mm/mes, 61,25% del año.

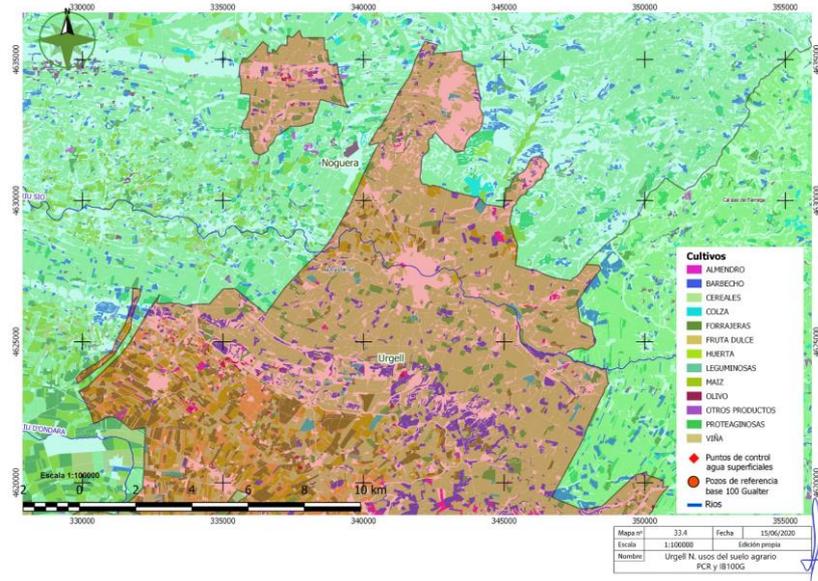


Imagen 43.4. El Urgell, sector norte. Usos del suelo agrícola y IB100G. (Fuente: Elaboración propia).

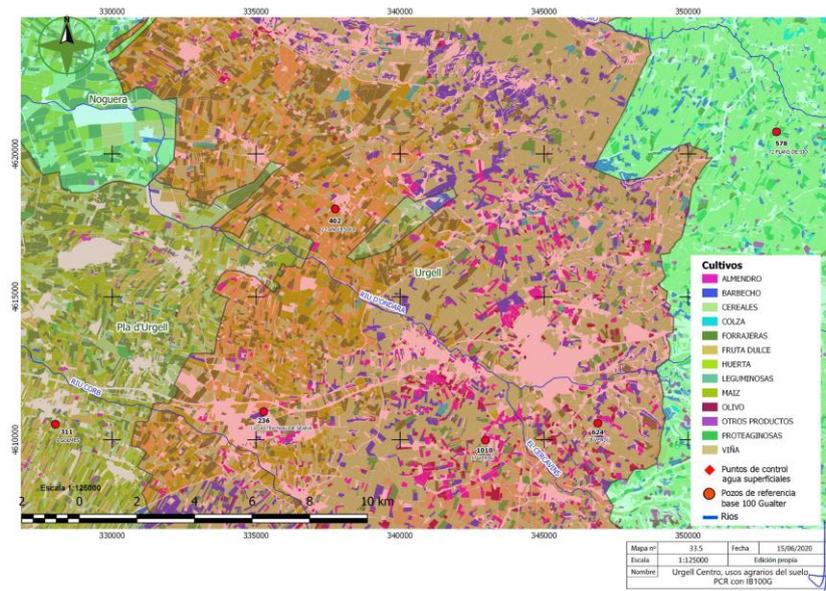


Imagen 44/4. El Urgell, sector central. Usos del suelo agrícola y IB100G. (Fuente: Elaboración propia).

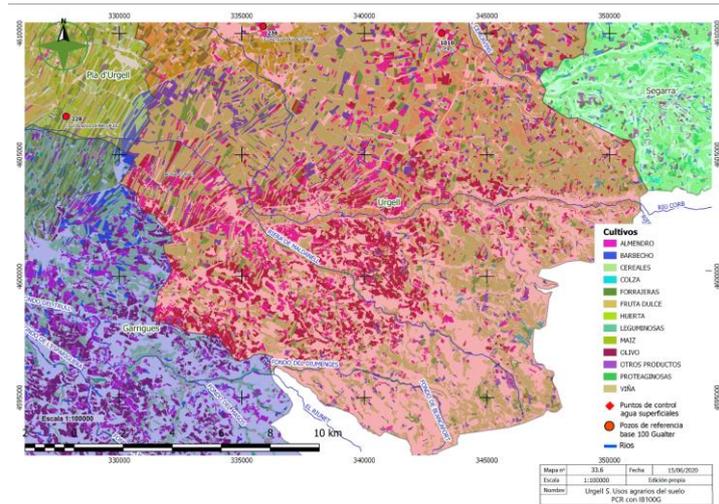


Imagen 45.4. El Urgell, sector sur. Usos del suelo agrícola y IB100G. (Fuente: Elaboración propia).

Agroganadería del Urgell

Superficie de uso agrícola (37.805 ha)

Tabla 10/4. Principales cultivos del Urgell. Rendimientos en secano y regadío. (Fuente: Elaboración propia).

Urgell						
	Superf. Secano (Ha)	Superf. Regadío (Ha)	Rendimientos Kg/Ha Sec	Rendimientos Kg/Ha Reg	Produccion Total (Tn)	Relación REGADIO/SECANO
CEREALES	16.995,0	6.187,0	1.543,5	2.594,5	42.284,8	1,7
Colza	200,0	28,0	2.280,0	5.240,0	602,7	2,3
CULTIVOS INDUSTRIALES	72,0	19,0	247,2	503,3	27,4	2,0
FORRAJERAS	1.118,0	2.677,0	5.323,3	16.495,2	50.109,2	3,1
FRUTA DULCE	18,0	1.878,0	84,8	4.799,5	9.015,0	56,6
HUERTA	-	262,0		8.392,0	2.198,7	
LEGUMINOSAS	1.288,0	323,0	533,1	509,2	851,1	1,0
MAIZ	10,0	2.673,0	5.320,0	10.010,0	26.809,9	1,9
OLIVO	2.398,0	345,0	420,0	1.605,0	1.560,9	3,8
OTROS PRODUCTOS	5,0	48,0	1,2	3.555,7	170,7	3.039,1
TUBERCULOS CONSUMO HUMANO	5,0	50,0	2.228,0	11.730,0	597,6	5,3
VIÑA	957,0	249,0	3.615,0	14.260,0	7.010,3	3,9
Total Ha	23.066,0	14.739,0				

El 61 % se dedica a cultivos de secano, entre los que destacan:

Cereal de invierno 16.995 ha (75 %), le sigue en importancia el cultivo del olivo con 2.398ha (10%), las leguminosas 1.288ha (6%) y los cultivos forrajeros 1118ha (5%), la viña con 957 ha (4%) y la colza con 200 ha (0,86%),

En el regadío con el 38,98% entre los herbáceos predomina el cereal de invierno 16,36% maíz y forrajes 7% cada uno, fruta dulce 4,96%. Los rendimientos más destacados la fruta dulce 56,6 veces mayor en regadío que secano. El resto de cultivos oscila entre 5,3 y 1,7 veces mayor en regadío.

Urgell Cultivos.



Imagen 47/4. Cultivos en seco. (Fuente: Elaboración propia).

En los cultivos de regadío, los rendimientos como en las comarcas anteriores, se incrementan con valores destacados, como es el caso el olivo, que alcanza el valor de 3,8 veces el del seco. Como en casos de otras comarcas, puede ser el resultado de comparar plantaciones antiguas con otras modernas y con casi superficies 9 veces mayores. Continua la tónica de dedicar los regadíos al cultivo de cereal de invierno con 6.187 ha (43%), le siguen los forrajes con 2.677 ha (18%), y el maíz con 2.673 ha (18%), la fruta dulce con 1.878 ha (13%), el olivo con 345 ha (2%), las leguminosas con 323 ha (2%) y la viña con 249 ha (2%), también los cultivos de huerta con 262 ha (2%)

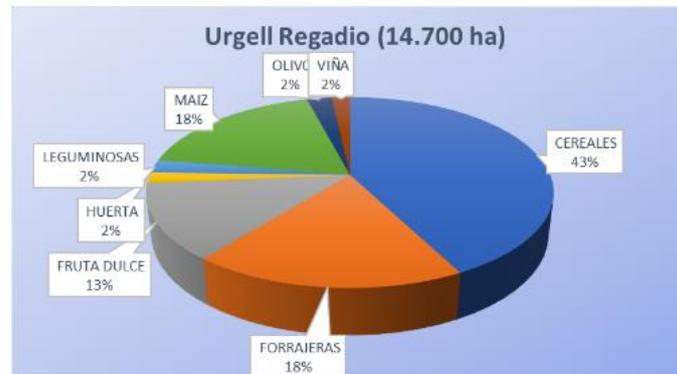


Imagen 48.4. Cultivos en regadío. (Fuente: Elaboración propia)

- **La ganadería en la comarca según el Idescat**

Explotaciones ganaderas 498

Porcino 366.000 (31,4%)

Aviar 2.046.000(24,28%)

Resultados económicos de las actividades comarcales. Ocupa una superficie de 579 km², con 36.243 habitantes, lo que representa una densidad de 42,5 h/Km². El crecimiento Inter censos 2001-2011: 0,18% el natural y el migratorio un 16.91%.

VAB por sectores y M€: Agrícola 81, 7 Industria 240, Construcción 55,7, Servicios 412 Total 790

RFDB 519.404 por habitante 14,3m€/h sobre Catalunya 100, en L'Urgell 81,4

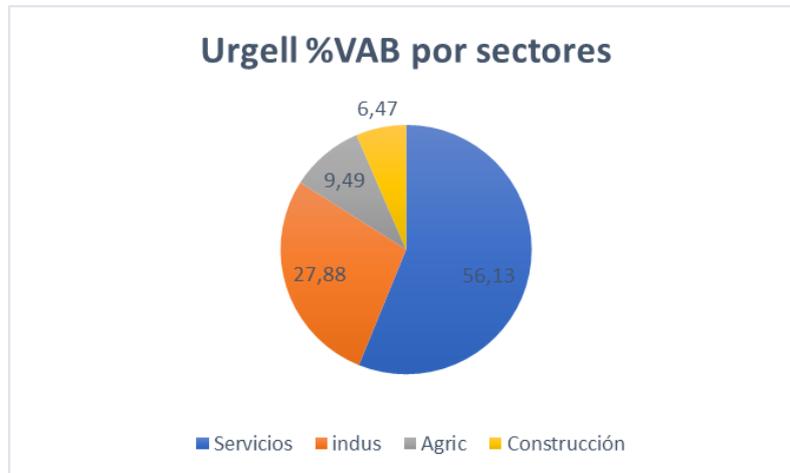


Imagen 49/4. VAB por sectores productivos. (Fuente: Elaboración propia.)

4.6. El Pla d'Urgell: visión de síntesis

- **El relieve**

El Pla d'Urgell¹ se presenta básicamente como una plataforma ligeramente inclinada al poniente y hacia el Segre. La horizontalidad de la superficie es uno de los hechos más característicos. No hay ningún lugar en el territorio con una pendiente superior al 2%, a excepción de una; pequeña área situada entre los términos de Torregrossa y Miralcamp (las colinas de Torregrossa)

Este hecho tiene una gran trascendencia socioeconómica, ya que desde el S.XIV, se planteaba posibilidad de poder regar las tierras del Urgell. Por lo tanto, y debido a la altitud, así como a sus pendientes, las tierras son aptas para cualquier uso urbano o industrial y de cualquier cultivo, a pesar de que se pueden dar algunos problemas de drenaje. Hay destacar que el endorreísmo, como una singularidad geomorfológica vinculada a la escasa pendiente de la plana.

Dentro de esta estructura esencialmente llana se descubren unos desniveles que no superan los 50 m. El caso más destacado es el de las dos plataformas estructurales que se prologan desde las Garrigues: los llanos de Belfort, o Miralcamp, y el llano de Margalef. Otro accidente que hay que remarcar es el Tossal Roig. Estos puntos destacados del relieve se caracterizan por ser lugares en los que no se ha podido implantar el regadío.

Esta llanura responde en definitiva a condiciones geológicas. Una primera apreciación demuestra la relativa juventud y la uniformidad de los materiales que configuran la comarca. La simplicidad del relieve se materializa, estructuralmente en un continuo de depósitos blandos de arenas, margas y arcillas frágiles del oligoceno. Sobre los materiales depositados por el mar terciario actuaron diversos procesos erosivos. La erosión de los materiales blandos deja al descubierto los depósitos de areniscas, que constituyen las colinas antes comentadas. Estos materiales forman capas horizontales y estratos encubiertos por una extensa cubierta superficial de gravas planas calcáreas del Cuaternario. Estos depósitos de gravas están constituidos por pequeñas piedras dentelladas provenientes de los territorios más altos que limitan con la plana, y constituyen uno de los fenómenos geomorfológicos más singulares del Pla de Urgell. El gran escampado de estas gravas se extiende por todo el Plá y sus características se interpretan como resultado de las riadas fuerte procedentes de los ríos Segarrens.

¹ El texto descriptivo inicial procede de la traducción realizada y adaptada por el doctorando del Atlas Comarcal y Municipal de Catalunya. (Giral i Redigales, J. 2006)

- **Las aguas**

Las corrientes de agua más importantes son los canales y las acequias. La existencia de estos cursos artificiales ha hecho que los ríos que atraviesan estas tierras, se contengan en algunos sectores de su recorrido con tramos de riego. Aún y así, antes de la construcción de esta red de riego y suministro de agua, la plana era drenada por los cursos de los ríos Corb y el río de Ondara.

El río Corb nace en el extremo septentrional de la Conca de Barberà y recorre el sector meridional del Urgell. Su curso por el paso de la comarca del Pla de Urgell ha estado transformado totalmente y se pierde y reaparece junto al Ondara por la relación río acuífero², entre los canales de drenaje y desagüe. Desemboca en el Segre, cerca del núcleo de Vilanova de la Barca.

La horizontalidad del terreno y los materiales que conforman la plana han tenido un papel importante en la configuración de las corrientes fluviales en la comarca. Bien es cierto que los cursos de los ríos se desvanecen, aunque cabe decir que antes de la existencia de la red de canales, las aguas naturales que surcaban las tierras del Pla se perdían en parte retenidas en los humedales. La existencia de lagos y humedales está documentada desde la antigüedad. Estos lagos son del tipo denominados arreico, es decir, propios de climas áridos en las aguas corrientes, faltas de continuidad a causa de la evaporación rápida y su mínimo caudal, no tienen fuerza erosiva suficiente para excavar el lecho y se acumulan temporalmente formando fondos.

La zona endorreica más importante se encuentra entre los municipios de Ivars d'Urgell y Utxafava. En este lugar existía el lago de Ivars o de Utxafava, que fue desecado en torno a 1950 para transformar su lecho en campos de cultivo. El lago tenía cerca de 2.500 m de largo y 800 m de ancho con una profundidad máxima de 4 m, si bien en épocas de sequía estaba completamente seco. A causa de la insalubridad del agua cuando se secaba, se formaba una corteza endurecida e impregnada de sal, que en algunas épocas se había aprovechado por el vecindario. La formación de este lago se vio favorecida por la construcción del canal, ya que este sector fue utilizado como escombraría de los desechos de un sector del canal. En los inicios del siglo XX el lago había sido un refugio importante de numerosas aves acuáticas. En 2005 se inició la inundación del lago y en 2006 se iniciaron las visitas al lago.

- **El canal d'Urgell.**

- El canal d'Urgell si bien no riega exclusivamente las tierras del Pla, administrativamente tiene su centro en la población de Mollerussa, sede de la Sociedad Explotadora del Canal de Urgell y el Síndico General de

² Ver mapa nº8.

Regantes y donde está la Comunidad General de Regantes de los Canales de Urgell.

El canal cruza el Sió mediante un acueducto, llega al valle de Santa María y después entra en el municipio de Anglesola, donde hay un segundo acueducto, poco antes de la primera Acequia. A la altura del curso del río Corb se inicia la segunda Acequia; la tercera Acequia se inicia cerca de Arbeca y la cuarta a la altura de Artesa de Lleida. Finalmente, el canal recibe las aguas del Canal Auxiliar de Urgell, que transcurren por tierras del Segrià y desemboca en el Segre por debajo de Montoliu de Lleida después de recorrer 144 Km.

• **Clima en Pla d'Urgell**

Tabla 11/4. El clima en Pla d'Urgell. Parámetros básicos

													Tempe media		Media		Max
	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep.	Oct	Nov	Dic	Total	Máx.	min.	absol	
2000	1	0	65	51	44	37	3	12	21	37	49	36	356	15	21	9	38
2001	13	6	16	43	30	8	38	13	29	23	53	13	283	14	21	8	39
2002	22	6	27	75	46	17	2	34	15	24	26	15	309	14	20	9	37
2003	9	62	12	19	52	6	11	20	68	66	40	21	386	15	21	9	38
2004	3	35	38	57	6	43	72	61	3	18	2	29	268	13	19	8	36
2005	1	7	12	5	52	24	4	13	29	57	69	7	280	13	20	8	38
2006	49	1	6	13	2	15	7	3	77	25	5	18	221	15	20	9	38
2007	13		18	100	22	17	0	0	21	29	10	1	231	14	20	8	39
2008	17	11	6	51	165	49	28	6	38	86	46	25	527	14	20	8	37
2009	23	18	42	124	2	16	18	14	20	31	3	50	361	14	21	9	37
2010	71	25	51	18	54	49	3	15	39	46	11	13	395	13	19	8	37
2011	5	10	65	26	31	18	13	1	14	24	88	1	294	14	21	9	38
2012	3	1	54	60	21	14	26	5	26	75	27	6	318	14	21	8	39
2013	37	22	63	67	26	35	22	42	11	29	71	11	435	13	20	8	35
2014	36	18	29	59	33	34	19	21	60	25	82	11	426	15	21	9	35
2015	10	20	22	5	5	15	46	22	22	5	25	3	200	14	21	9	41
2016	7	66	26	59	47	8	4	4	19	40	67	8	353	14	21	8	38
media	19	19	32	49	41	23	16	14	30	38	40	16	332	14	20	8	38

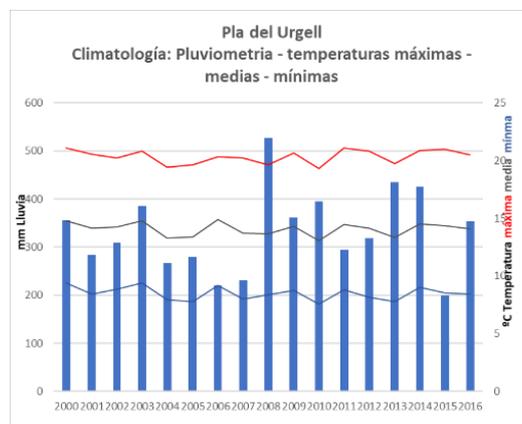


Imagen 52.4. Clima del Pla d'Urgell. (Fuente: Elaboración propia).

4. El marco territorial

Pluviometría promedio anual 332 mm /año. Y la temperatura media 14°C

Meses más lluviosos: marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre con 230 mm de promedio, 38,33 mm/mes, el 69,27% del año.

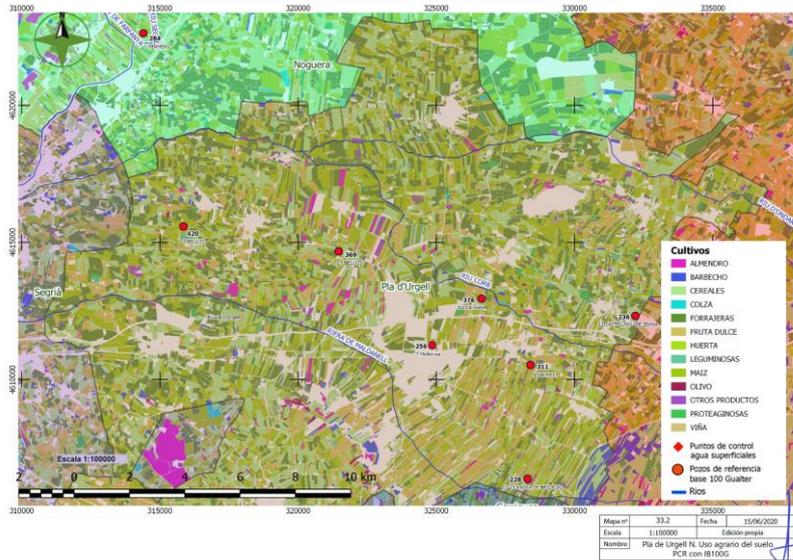


Imagen 50/4. Pla del Urgell, sector norte. Usos del suelo agrícola. Imagen. (Fuente: Elaboración propia)

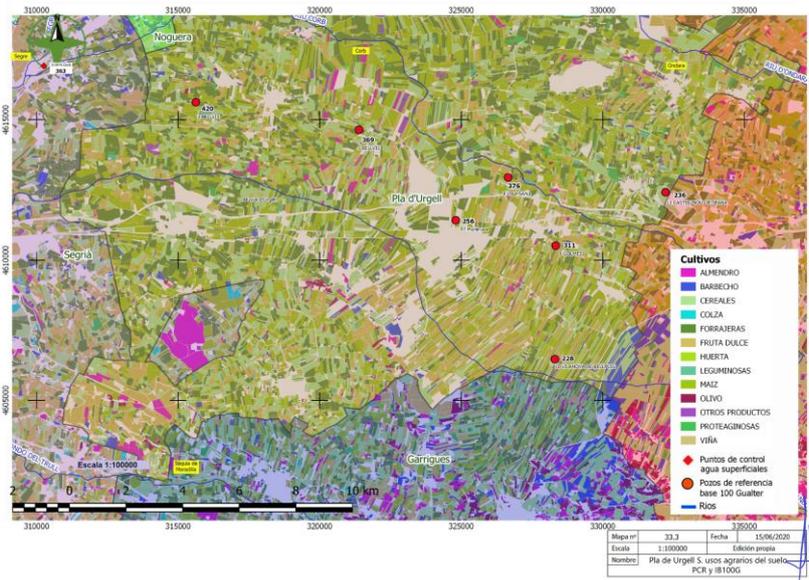


Imagen 51/4. Pla del Urgell, sector sur. Usos del suelo agrícola. (Fuente: Elaboración propia).

Agroganadería de la comarca

Superficie de uso agrícola (26.557ha).

Tabla 12/4. Principales cultivos del Pla del Urgell. Rendimientos en secano y regadío. (Fuente: Elaboración propia).

Pla d'Urgell						
	Superf. Secano (Ha)	Superf. Regadío (Ha)	Rendimientos Kg/Ha Sec	Rendimientos Kg/Ha Reg	Produccion Total (Tn)	Relación REGADIO/SECANO
CEREALES	173,0	5.345,0	1.193,9	2.918,5	15.805,7	2,4
	-	9,0		6.050,0	54,5	
CULTIVOS INDUSTRIALES	1,0	71,0	123,3	274,0	19,6	2,2
FORRAJERAS	98,0	9.092,0	4.861,9	16.471,4	150.234,7	3,4
FRUTA DULCE	4,0	3.989,0	49,1	8.854,8	35.321,8	180,5
HUERTA	-	260,0		6.291,4	1.635,8	
LEGUMINOSAS	19,0	229,0	255,4	510,0	121,6	2,0
MAIZ	9,0	7.168,0	5.320,0	10.450,0	74.953,5	2,0
OLIVO	28,0	57,0	435,0	1.525,0	99,1	3,5
OTROS PRODUCTOS	-	4,0		4.777,5	19,1	
TUBERCULOS CONSUMO HUMANO	-	1,0		5.822,0	5,8	
VIÑA	-	-				
Total Ha	332,0	26.225,0				

En el Pla de Urgell los cultivos en secano solo representan 332 ha 1,25% de la superficie. Que como en las otras comarcas se dedica al cultivo de cereales de invierno en 173 ha (88%). A los forrajes se les dedica 98 ha (3%), y al olivo 28 ha (1%). Y 4 ha a la fruta dulce (1,2%)



Imagen 53/4. Cultivos de secano. (Fuente: Elaboración propia)

En el regadío continúan los incrementos de producción con mayores valores que en las otras comarcas. A Los cultivos forrajeros se les dedican 9.092 ha (35%), Le sigue en importancia el cultivo del maíz con 7.168 ha (27%), continua la tradición del cereal de invierno con 5.345 ha (21%) al que le sigue la superficie dedicada a la fruta dulce con 3.989ha (15%), los cultivos de huerta con 260ha (2,62%) y las leguminosas con 229ha (2,3%)

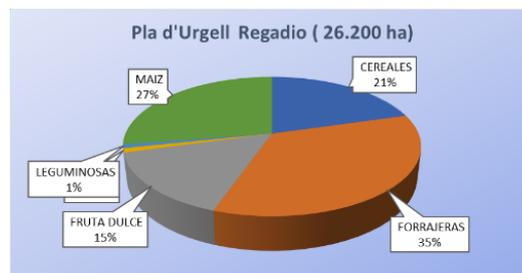


Imagen 54/4. La producción agraria del Pla del Urgell regadíos. (Fuente: Elaboración propia).

La ganadería en la comarca según el Idescat

Explotaciones ganaderas 421

Porcino 357.965 (12,23%)

Aviar 3.398.000 (24,52%)



Imagen 55/4. Canal Principal de Urgell a su paso por Agramunt. (Fuente: Elaboración propia).

c) Resultados económicos de las actividades en la comarca.³

Ocupa una superficie de 305 km², con 36.740 habitantes lo que representa una densidad 120,4 h/Km². El crecimiento Inter censos 2001-2011, crecimiento natural 1,91, migratorio 20,16.

PIB Y VAB en M€ por sectores:

VAB por sectores M€: Agrícola 85,4, Industria 249, Construcción 60,7, Servicios 490, total 885,1

RFDB base 2010, la renta familiar bruta son 532.805m€, 14,4 M€, respecto al índice 100 de Catalunya, en el Pla d'Urgell es 81,2.

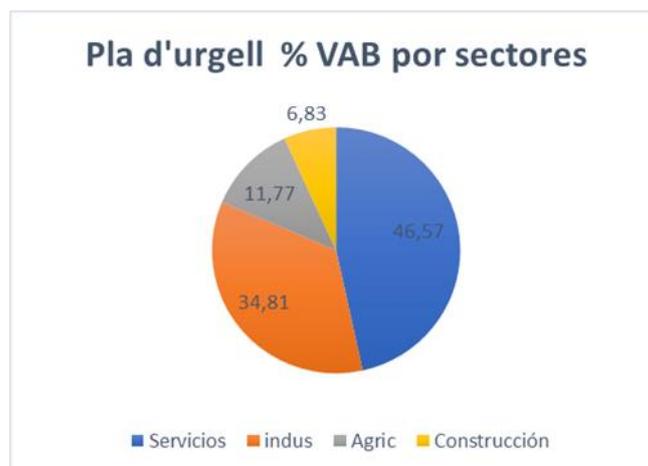


Imagen 56/4. 10 VAB por sectores productivos. (Fuente: Elaboración propia).

³Definiciones y valores correspondientes al año 2018. Proceden del Idescat son semejantes a las definiciones y conceptos indicadas en la comarca de la Noguera.

4.7. El Segrià: visión de síntesis

- **Marco físico**

Tal y como apuntaba R. Perrin (*Geografía General de Catalunya*), la comarca del Segrià¹ aparece físicamente como un espacio simétrico trazado sobre la charnela central del Segre, como una especie de libro abierto sobre este mismo río. Es una configuración bien visible en el relieve, que tiene el origen en la geología y que se refleja, incluso en las actividades humanas.

Toda la comarca tiene un mismo origen geológico, que el tiempo ha ido modelando. En la Depresión del Ebro, en su origen una tierra llana, se fueron añadiendo estratos, fruto de la sedimentación del período oligoceno. Estos estratos, donde se alternan capas relativamente gruesas de arcilla con otras más estrechas y duras de areniscas, han estado seccionados por una erosión fluvial de fuerza difusa y trayectoria errática, y en menor grado también por la erosión eólica. Esto ha dado como resultado unas zona (la noroeste y suroeste) donde los materiales sedimentarios más duros han resistido la erosión formando las típicas colinas redondeadas segriánens. En el noroeste esto ha generado una serie de elevaciones de escasa altitud que no llegan a superar los 380 m. como algunas colinas características: la del Coscollar (280 m) o la Sierra Pedregosa (380 m). En el sector sureste, o zona de Garrigues, la evolución ha sido similar, es un terreno que es mucho más accidentado al noroeste por la proximidad del de la cadena prelitoral. Esto hace que aparezcan los relieves rotos característicos de las Garrigues. La colina de Monteneu, incluido en este sector es, con sus 494 m, el punto más alto del Segrià.

Dividiendo estas dos zonas, donde se encuentra el plano del aluvial, formado principalmente por la acción a la vez sedimentaria y erosiva del Segre. La actividad fluvial crece principalmente en función de las glaciaciones cuaternarias, en diversas terrazas que el río irá desgastando el terreno llevándose los materiales arrancados los cuales según Solé i Sabaris, dieron lugar a las mencionadas plataformas de terrazas que siguen las orillas del Segre. Esta disposición geológica ha dado fisonomía de las huertas del Pla de Lleida, por riveras que aumentan en la zona garriguenca. En estos llanos de tierra blanda y fértil de los márgenes es donde se desarrollado la esencial actividad humana comarcal. El paso del río está marcado de colinas, que según Solé i Sabaris surgen en el nivel superior de las terrazas aluviales: el río, fuertemente compactado por los materiales calcáreos que incorpora, ha ayudado a secar estas elevaciones.

¹ El texto descriptivo inicial procede de la traducción realizad y adaptada por el doctorando del Atlas Comarcal y Municipal de Catalunya. (Giral i Redígales, J. 2006)

La erosión de los grandes ríos pirenaicos ha creado un surco relativamente estrecho de tierras aluviales fértiles que únicamente se ensancha en los alrededores de Lleida. El llano del Segrià propiamente dicho no es otro que un ensanchamiento que aprovecha los materiales más blandos, resultado de una antigua orientación de los ríos. A banda y banda del surco central relleno de materiales cuaternarios aparecen los grandes llanos oligocenos ya mencionadas, profusamente invadidas de capas de gravas, fruto del arrastre de piedras de gran tamaño y barros del Prepirineo o barrancos erráticos locales. En el llano oeste aumenta la pujanza de los estratos calcáreos y la plataforma de la Sardera² situada a cien metros por encima del surco central del río.

Las aguas

El Segrià es una tierra árida y seca, que se ha beneficiado del Segre, el río más importante, que ha permitido convertir tierras que tradicionalmente eran de secano en huertas de regadío, aunque las áridas colinas que se alzan sobre el llano a los cuales no ha llegado la irrigación desmienten totalmente que sean una tierra natural de regadío. El llano aluvial fértil que ya se ha referido anteriormente transcurre de lado a lado del Segre y se ensancha en la zona de Lleida. En el Segre vierten sus aguas torrentes y rieras, o bien cursos fluviales más importantes como la Noguera Ribagorçana (que tiene la confluencia al N de la comarca, entre, entre Corbins y Vilanova de la Barca), los cuales reciben a la vez cursos más pequeños, torrentes y rieras. Muchos de estos cursos fluviales se han canalizado a lo largo del tiempo y constituyen las acequias y canales actuales, que han permitido convertir en regadíos amplias zonas de secano.

Si nos limitamos a la hidrografía específica de los riegos del Bajo Segre, tenemos que referirnos al canal de Seròs (de uso principal hidroeléctrico), que se inicia en las compuertas de La Canadiense (Lleida), alzado en 1914. El canal que toma el agua del Segre, pasa por los términos de Lleida, Albatàrrec, Sudanell, Torres de Segre y Aitona. Forma diversos pantanos, como los de Utxesa y el de Burgebut, y una mínima parte de su caudal es utilizado mediante la acequia de los Llanos para regar los huertos inmediatos al río en esta zona, donde también está la acequia de Remolins y la de Aitona, que toma el agua del Segre delante de Torres del Segre, y que después de regar una parte de este término y el de Soses y Aitona vierten en el barranco de la Vall de Grau.

El año 1951 se constituyó la Junta Central de Regantes que comprende la totalidad de los riegos del actual Segrià, con la imposición de cánones, limpieza reparaciones y vigilancia de acequias, forma de riego, etc., en esta además están incluidas las antiguas acequias de Corbins y de Picabaix, con un régimen diferente de los riegos de Pinyana y Fontanet; los regueros o clamores que forman el torrente de la Femosa que baja del altiplanos de las Borges y riegan las tierras de las Borges Blancas, Juneda, Puigverd, Artesa, Albatàrrec y

² Sardera, trozo de tierra que no se cultiva, de sarda: Turó Pla.

Sudadell, y el Reg Nou de Vilanova de Alpicat. Es verdad, ya que el riego es el factor diferenciador más importante de la comarca y que determina las características de las zonas en las que algunos la dividen.

- **Clima en el Segrià**

Tabla 13/4. El clima en el Segrià. Parámetros básicos														Tempe media		Media	Max
	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ag	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	md.	Máx.	min.	absol
2000	2	0	23	37	10	51	0	7	4	74	43	30	282	15	21	9	38
2001	22	3	27	74	43	9	68	5	30	20	48	3	354	14	21	8	39
2002	26	4	15	44	46	35	21	18	33	50	24	24	340	14	20	9	37
2003	21	77	40	26	67	21	6	47	108	85	74	34	606	15	21	9	38
2004	8	58	39	65	50	1	24	28	37	38	5	132	799	13	19	8	36
2005	2	7	8	8	63	14	11	12	7	105	52	6	292	13	20	8	38
2006	30	4	11	3	1	3	3	2	76	33	9	35	208	15	20	9	38
2007	19	19	13	77	22	24	2	1	11	11	5	9	212	14	20	8	39
2008	19	11	7	46	96	35	11	28	35	60	25	38	412	14	20	8	37
2009	25	14	35	113	7	16	31	41	53	30	5	42	413	14	21	9	37
2010	63	27	38	19	26	36	0	1	18	44	19	8	300	13	19	8	37
2011	9	9	82	25	47	25	7	1	16	15	54	2	29	114	21	9	38
2012	3	1	21	63	19	31	18	36	31	97	30	6	355	14	21	8	39
2013	34	15	58	74	15	38	38	22	7	5	65	11	383	13	20	8	35
2014	32	17	13	44	23	10	6	41	119	21	108	11	445	15	21	9	35
2015	16	20	30	9	2	41	360	19	13	9	65	5	257	14	21	9	41
2016	14	72	29	63	41	8	2	3	5	30	72	7	346	14	21	8	38
media	20	21	29	46	34	23	16	18	35	43	41	24	370	14	20	8	38

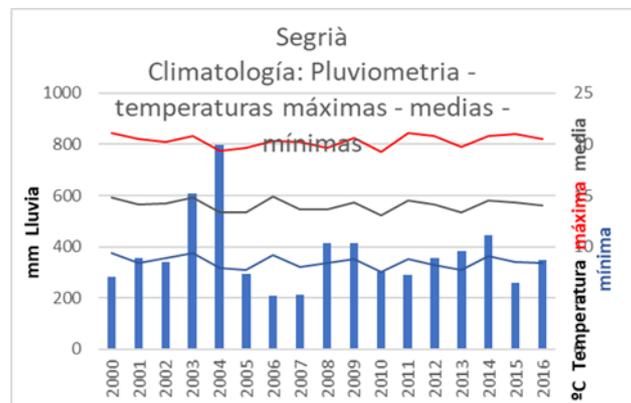


Imagen 57.4. Climatología del Segrià. (Fuente: Elaboración propia).

Pluviometría promedio anual 370 mm /año la temperatura media 14°C

Meses más lluviosos: marzo, abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre, 228 mm, promedio 45 mm, 6mm/mes, el 61,62% del año.

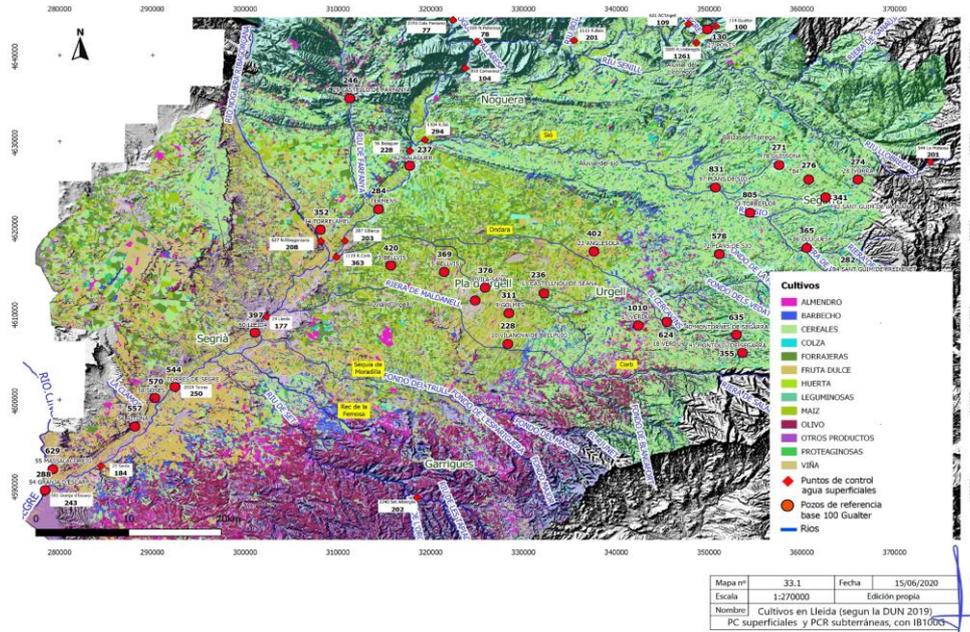


Imagen 58.4. El Segrià zona oeste de mapa. Usos suelo agrícola con los PCR e IB100G (Fuente: Elaboración propia).

Agroganadería

Superficie de uso agrícola (83.472 ha)

Tabla 14.4 Principales cultivos del Segrià. Rendimientos en secano y en regadío. (Fuente: Elaboración propia).

Segrià						
	Superf. Secano (Ha)	Superf. Regadío (Ha)	Rendimientos Kg/Ha Sec	Rendimientos Kg/Ha Reg	Produccion Total (Tn)	Relación REGADIO/SECANO
CEREALES	7.984,0	13.909,0	1.646,9	4.228,5	71.962,7	2,6
Colza	54,0	104,0	2.100,0	6.060,0	743,6	2,9
CULTIVOS INDUSTRIALES	30,0	411,0	345,3	630,7	269,6	1,8
FORRAJERAS	467,0	10.931,0	5.478,6	17.894,3	198.161,0	3,3
FRUTA DULCE	133,0	25.006,0	354,1	9.830,0	245.856,1	27,8
HUERTA	-	626,0		8.413,1	5.266,6	
LEGUMINOSAS	185,0	794,0	326,2	643,9	571,6	2,0
MAIZ	7,0	9.955,0	5.440,0	10.350,0	103.072,3	1,9
OLIVO	7.941,0	2.053,0	395,0	1.625,0	6.472,8	4,1
OTROS PRODUCTOS	6,0	67,0	92,0	4.588,5	308,0	49,9
TUBÉRCULOS CONSUMO HUMANO	-	2,0		5.820,0	11,6	
VIÑA	15,0	1.792,0	3.570,0	14.650,0	26.306,4	4,1
Total Ha	16.822,0	65.650,0				

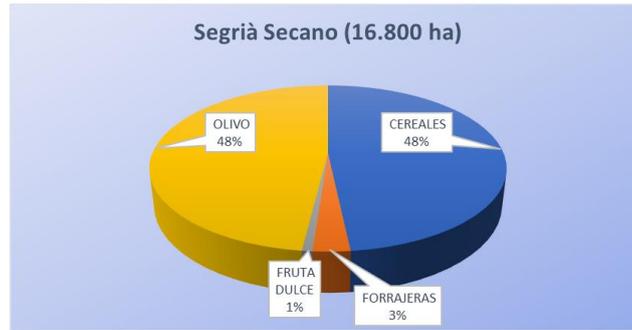


Imagen 59.4. Cultivos en secano. (Fuente: Elaboración propia).

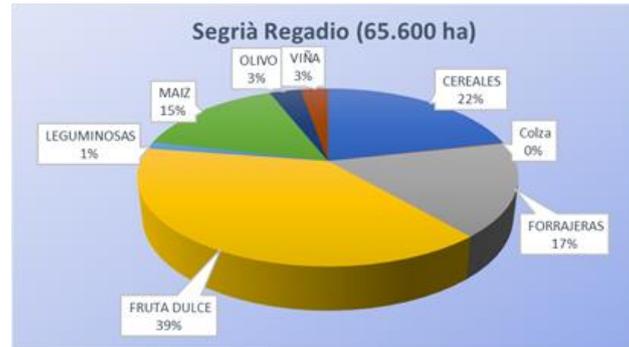


Imagen 60.4. Cultivos en regadío. (Fuente: Elaboración propia).

En los secanos se continua el mantenimiento histórico de la agricultura mediterránea de mantener los cultivos dominantes e el cereal y el olivo, aunque la trilogía con el vino, en esta comarca ha pasado este último a los regadíos.

7.984 ha dedicadas al cereal de invierno (48%). Al olivo 7.941 ha (48%) continuar las forrajeras con 467 ha (3%) al cultivo de leguminosas 185ha (1%) y a la fruta dulce 133 ha (0,79%)

En los regadíos continua el incremento de producción respecto a los obtenidos en los secanos con valores en algún cultivo como es el olivo con 4.1 veces superior y en este caso comparando grandes superficies superiores a las dos mil ha.

En el Segrià a la fruta dulce se le dedica la mayor superficie de cultivo, 25,006 ha (39%), Le sigue el cereal de invierno con 13.909 ha (22%), a los cultivos forrajeros 10.931 ha (17%), a los que continua el cultivo del maíz en 9.955 ha (15%). Al olivo 2053 ha(3%) a la viña 1.792 ha(3%), a las leguminosas 794 ha (1,2%) a los cultivos de huerta 626 ha(0,95%)

- **La ganadería en la comarca y productos destacados Idescat**

Explotaciones ganaderas 1.675

Porcino 943.000(32,24%)

Aviar 3.570.000 (2576%)

- **Resultados económicos comarcales³**. Ocupa una superficie de 1.396 km², con 208.638 habitantes lo que representa una densidad 149,4 h/Km². El crecimiento Inter censos 2001-2018, crecimiento natural 2,29, migratorio 19,64.

VAB por sectores M€: Agrícola, 368,4. Industria 550,3. Construcción 325. Servicios 4.237,2. Total 5.481.

Renta familiar disponible bruta (base 2010/2016) la renta familiar bruta se da en miles de euros y en el Segrià asciende a 3.232.756.

RFDB/por habitante son 15,7 m€. Tomando Catalunya como índice 100 este índice del Segrià representa el 89,3%.

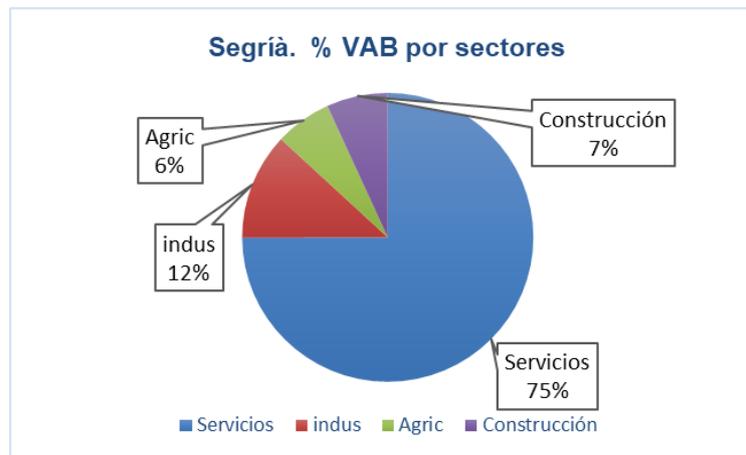


Imagen 61.4. VAB por sectores productivos. (Fuente: Elaboración propia.)

³Definiciones como en la comarca de La Noguera. Datos 2018 Idescat

4.8. Comentario sobre la producción agraria y los resultados económicos de las cinco comarcas

a) Comentario a la producción de las cinco comarcas

Tabla 15.4. Superficies comarcales de suelo agrícola especificando los secanos y regadíos por comarcas. (Fuente: Elaboración propia.)

Comarca	Secano ha	Regadío ha	Total, ha	%Reg/Total comarca	% del total	% del Secano	% del Regadío
Segarra	43.050	388	43.438	0,89	16,70	35,42	0,28
Urgell	23.066	14.739	37.805	38,98	14,54	18,97	10,64
P. Urgell	332	26.225	26.557	98,74	10,08	0,27	18,94
Segrià	16.822	65.650	82.472	79,60	31,72	13,84	47,41
Noguera	38.270	31.946	68.712	46,49	26,42	31,48	23,07
Total, ha	121.540	138.448	259.988	53,25	100	100	100

Respecto a la superficie agraria en regadío de cada una de las comarcas estudiadas, pueden ver el porcentaje en la tabla 15/4 columna 5ª (negrita). En el Pla d'Urgell, es el sistema de cultivo predominante, alcanza el 98,74%, de la superficie cultivada, le sigue el Segrià con el 79,6%. En la Segarra es el sistema menos empleado, afectando solo al 0,89% de la superficie cultivada. En las comarcas de la Noguera y en el Urgell, se utiliza en menos del 50% de la superficie agraria.

En las tablas de distribución de cultivos que hemos visto en cada una de las comarcas: (tablas: 5.4, 8.4, 10.4, 12.4 y 14.4), en las columnas 4ª y 5ª se indican para cada cultivo, los rendimientos en Kg/ha, en seco y en regadío. En columna 6ª la producción total conjunta de ambos métodos. En la última columna la relación numérica entre las producciones (kg/ha en regadío / seco).

En la tabla 15/4, pueden verse al mismo tiempo los valores de las producciones de cada comarca y la suma lograda entre las cinco comarcas. Está ordenada por cultivos y estos, de mayor a menor valor, de forma que se pueda apreciar la importancia que tiene cada uno y el valor porcentual que representan respecto a la totalidad, destacando con negrita los seis más importantes.

Tabla 16.4. Rendimientos medios por cultivo y comarca (Fuente: (DARP DUN 2019. Elaboración propia).

Cultivos / Comarca	Noguera	Pla d'Urgell	Segarra	Segrià	Urgell	Total	% sobre tota
	Produccion Total Tm)					Tm	
FORRAJERAS	112.035,73	150.234,71	6.329,58	198.160,98	50.109,24	516.870,23	34,91
FRUTA DULCE	20.925,50	35.321,83	11,55	245.856,07	9.015,02	311.129,97	21,01
MAIZ	98.303,80	74.953,48	184,32	103.072,33	26.809,93	303.323,86	20,49
CEREALES	79.907,30	15.805,70	67.080,88	71.962,66	42.284,76	277.041,30	18,71
VIÑA	2.887,56	0,00	231,77	26.306,35	7.010,30	36.435,98	2,46
HUERTA	6.259,51	1.635,77	1,28	5.266,63	2.198,70	15.361,88	1,04
OLIVO	881,96	99,11	210,70	6.472,82	1.560,89	9.225,47	0,62
Colza	1.155,69	54,45	2.695,80	743,64	602,72	5.252,30	0,35
LEGUMINOSAS	1.040,51	121,64	1.743,21	571,55	851,09	4.328,01	0,29
ALMENDRO	912,09					912,09	0,06
TUBÉRCULOS CONSUMO HUMANO	223,40	5,82	14,52	11,64	597,64	853,02	0,06
OTROS PRODUCTOS	0,26	19,11	0,00	307,98	170,68	498,03	0,03
CULTIVOS INDUSTRIALES	39,67	19,58	6,24	269,57	27,36	362,41	0,02
Total Tm	324.572,98	278.271,20	78.509,84	659.002,21	141.238,32	1.480.682,46	100,00
% Tm comarca	21,92	18,79	5,30	44,51	9,54	100	
ha	69716	26557	43438	82472	37805	259988	
Rendimiento ha	4,66	10,48	1,81	7,99	3,74	5,70	

Entre las cinco comarcas la producción anual fue de 1.480.682,46 toneladas. Las producciones mayores son: forrajes 34,91%, fruta dulce 21,01%, maíz 20,49%, cereales 18,17%, viña 2,46% y huerta 1,04%. Estos seis cultivos representan el 98,08% de la producción total.

Las comarcas donde, mayoritariamente, se concentra el 85,33% de la producción son: Segrià con 44,51%, la Noguera con 21,92% y el Pla d'Urgell con 18,79%.

El rendimiento productivo por ha cultivada (secano más regadío), varía desde 10,48 toneladas/ha, en el Pla d'Urgell, hasta 1,81 toneladas /ha en la Segarra.

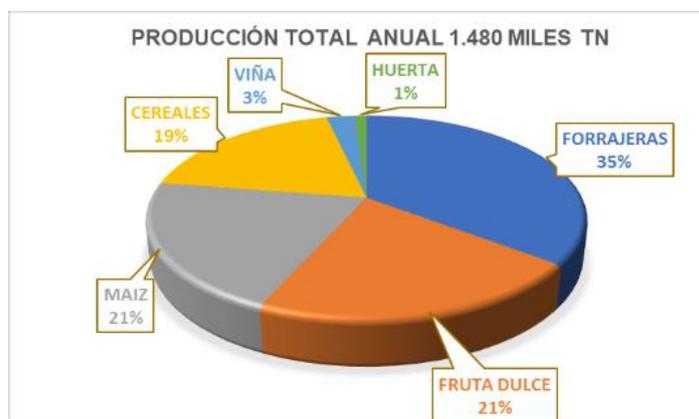


Imagen 62.4. Distribución del 98% de la producción. (Fuente: Elaboración propia a partir de la DUN 2019 del DARP)

Partiendo de la tabla 16/4 se ha editado la tabla 17/4, añadido una columna de precios pagados a los productores. Para conocer estos precios, recurrimos a las oficiales que publica el Ministerio de Agricultura (MAPA) que comparamos con las actuales de los mercados de Lleida. Las publicadas por el MAPA, tienen una visión general de toda la Península y un cierto retraso estacional. En cambio, las de Lleida las publica el Área de Guissona, son las de compra actual y cita los muelles de descarga y las localidades de compra, en Lleida y Aragón. Nos hemos inclinado por esta última.

Tabla 17.4. Valoración de la producción a precios de compra según el MAPA y para el Área de Guissona
(Fuente: Elaboración propia)

Cultivo principal	€/tm	€uros	% economic	Noguera	P.Urgell	Segarra	Segrià	Urgell	Total
				€	€	€	€	€	€
FORRAJERAS	166	85.800.459	6,94	18.597.931,7	24.938.961,5	1.050.709,7	32.894.722,0	8.318.133,9	85.800.458,8
FRUTA DULCE	1300	404.468.967	32,71	27.203.147,3	45.918.384,0	15.015,4	319.612.889,2	11.719.531,5	404.468.967,4
MAIZ	255	77.347.584	6,26	25.067.469,0	19.113.137,4	47.001,6	26.283.444,2	6.836.532,2	77.347.584,3
CEREALES	130	36.015.369	2,91	10.387.949,5	2.054.741,6	8.720.514,0	9.355.145,7	5.497.018,5	36.015.369,3
VIÑA	120	4.372.317	0,35	346.507,2	0,0	27.812,4	3.156.762,0	841.235,4	4.372.317,0
HUERTA	669	10.277.096	0,83	4.187.613,5	1.094.327,9	854,4	3.523.372,6	1.470.927,7	10.277.096,0
Total		618.281.793	50	85.790.618	93.119.552	9.861.907	394.826.336	34.683.379	618.281.793
%				13,9	15,06102127	1,6	63,9	5,6	
ha				69716	26557	43438	82472	37805	259988
€/ha				1.230,6	3.506,4	227,0	4.787,4	917,4	2.378,1

El valor del mercado de los seis productos agrícolas principales supera los 618 millones de euros. La fruta dulce contribuye con 404, los forrajes en verde (con 12% de humedad) con 85, el maíz con 77, los cereales de invierno con 36, los productos hortícolas con 10 y la viña con 4 millones de euros.

Puede observarse que los forrajes siendo en cultivo de mayor producción, 34,91% de la totalidad, desde la vertiente económica solo representa 6,94 del valor total de los seis principales. En cambio, la fruta dulce que representa el 21,01% de la producción, representa 32,71% del valor de los seis productos mayoritarios.

Le sigue en importancia el maíz que se mantiene tanto en valor productivo como el generador del ingresos en el tercer lugar con el 20,49% de productos y 6,26 % del valor económico. Los cereales que representan el 18,71 % de los productos obtenidos solo representa 2,91% de los económicos. Le siguen los productos hortícolas, que en cuanto a producción son 1,04% y su valor económico es el 0,83% de los ingresos totales.

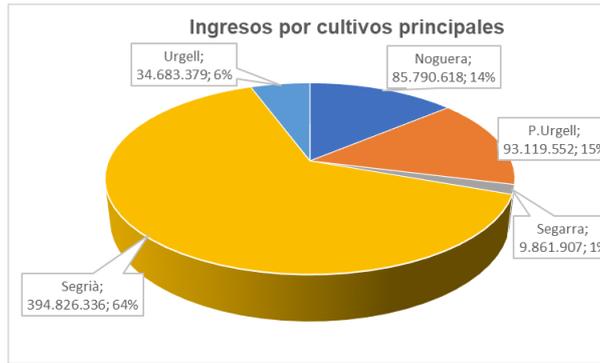


Imagen 63.4. Ingresos comarcales por producción agraria. (Fuente: Elaboración propia a partir de la DUN 2019 del DARP)

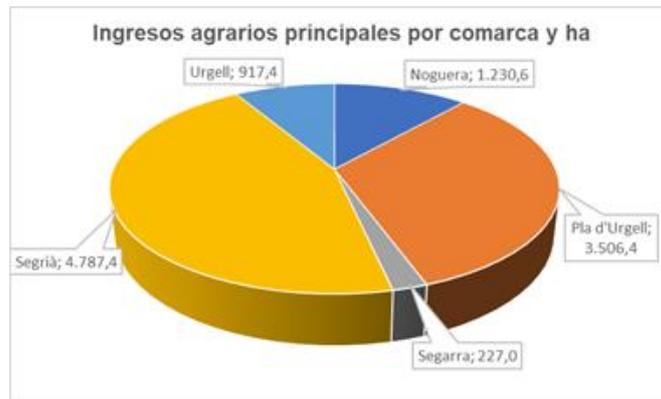


Imagen 64.4. Distribución del 98% de la producción. (Fuente: Elaboración propia a partir de la DUN 2019 del DARP)

b) Comentario sobre los resultados económicos de las cinco comarcas

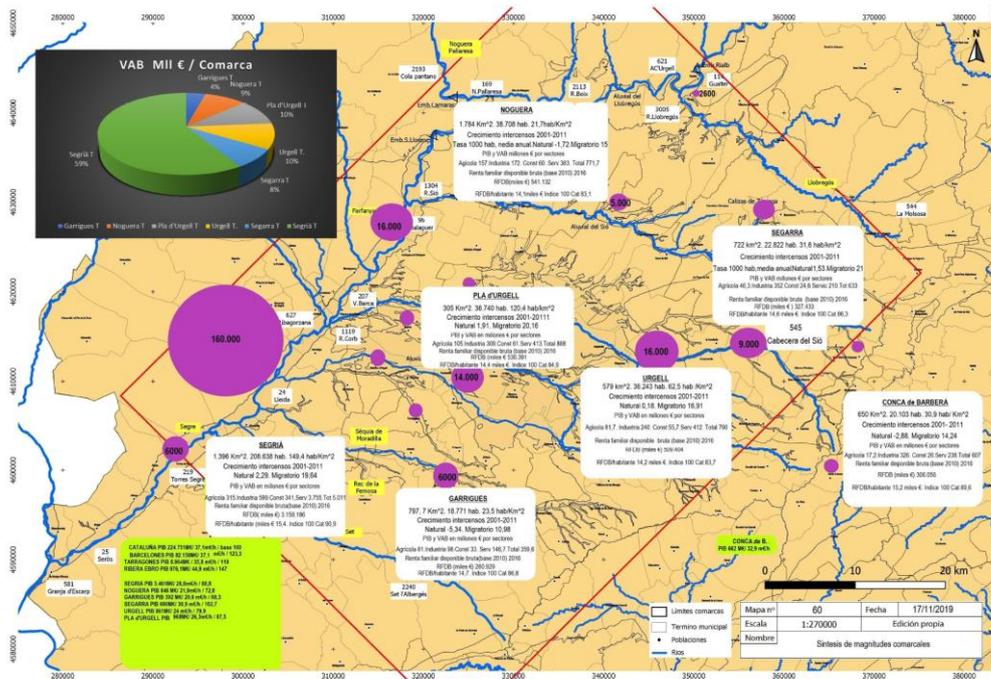


Imagen 65.4. Economía comarcal. (Fuente: Elaboración propia.)

Tabla 18.4. Magnitudes económicas comarcales (2018) (Fuente: Idescat. Elaboración propia).

Comarca	Km ²	Habitantes	Densidad Hab/km ²	Crecimiento Natural %	Crecimiento Migratorio%	PIB ¹	PIB Cataluña 100
Segarra	722	22.822	31,6	1,53	21	774,2	107,9
Urgell	579	36.243	42,5	0,18	16,91	967,3	83,7
Pla d'Urgell	305	36.740	120,4	1,91	20,16	1.006,3	85,3
Segriá	1.396	208.368	149,4	2,29	19,64	5.990	91,5
Noguera	1.783	38.708	21,7	1,72	15	935,3	76,8
Total	4.783	343.151	71,74	1,526 (promedio)	18,542(promedio)	9.672,8	-

Sobre la tabla 16.4. destacar que el crecimiento de la población promedio de las cinco comarcas es 12,150 veces superior el de origen migratorio que al de origen natural. Cifras que ponen de manifiesto la problemática del origen, y seguramente de culturas, que representa este hecho en el desarrollo de estas comarcas en un futuro muy cercano.

Tabla 19.4. Magnitudes económicas comarcales (2018) a partir los de datos de Idescat. (Fuente Elaboración propia).

Comarca	VAB ² Total X10 ⁶	VAB Agricultura X10 ⁶	VAB Industria X10 ⁶	VAB Construcción X10 ⁶	VAB Servicios. X10 ⁶	RFBD Familias X 10 ³	RFBD Persona X10 ³	RFDF Cataluña 100
Segarra	708,9	48,4	395,3	31,9	233,2	325.951	14,5	82,1
Urgell	790	81,7	240	55,2	412	519.867	14,3	81,4
Pla d'Urgell	885,1	85,4	249	60,7	490	532.805	14,4	81,7
Segriá	5.481	368,4	550,3	325	4.257,82	3.232.756	15,7	89,3
Noguera	855,8	165,8	164,2	66,3	460,3	526.236	13,8	78,1
Total	8.720,2	749,7	1.538,8	539,1	432.377,5	4.292.642,36	12,5	

Tabla 20.4. Valores del VAB de la tabla 17/4, ordenados de mayor a menor respecto al VAB total. (Fuente: Elaboración propia).

Segriá	5.481	368,4	550,3	325	4.257,82	3.232.756	15,7	89,3
Pla d'Urgell	885,1	85,4	249	60,7	490	532.805	14,4	81,7
Noguera	855,8	165,8	164,2	66,3	460,3	526.236	13,8	78,1
Urgell	790	81,7	240	55,2	412	519.867	14,3	81,4
Segarra	708,9	48,4	395,3	31,9	233,2	325.951	14,5	82,1

La comarca con menor RFBD, es la Segarra, en cambio, es la segunda mayor por persona (comarca con menor población, 22.822 personas). En cambio, la comarca con mayor RFBD es el Segriá con un valor 9,91 veces superior al de la Segarra, al distribirse entre una población 9,13 veces superior a la segriana, el resultado para el Segriá solo es un 8,2% superior al que se percibe en la Segarra (15,7 miles de € en el Segriá, en comparación con los 14,5 miles € de la Segarra).

¹ PIB Producto interior bruto, es el conjunto de los bienes y servicios producidos en un año, en este caso, por una comarca.

² VAB, mide el valor añadido, a los bienes y servicios por el conjunto de productores.

Hemos realizado un acercamiento al resumen comarcal agrario con los contenidos de la tabla 15/4, y en las tablas 16/4 a 18/4 se ha intentado clarificar las rentas que perciben por las familias y personas en cada comarca, indicando la procedencia del sector que las genera.

De una forma muy sencilla, destacar que el RFBD (Renta familiar bruta disponible) en una comarca, es el resultado del valor de la producción comarcal menos los gastos en que se incurren para obtenerla, repartido entre las familias existentes en la comarca que los genera. Cuanto menor es la dedicación de las personas para obtener una producción determinada, mayor puede ser el PIB/persona, y mayor repercusión puede tener en la renta familiar bruta.