



UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE
ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA
PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS Y
TECNOLOGÍAS AGRARIAS,
AGROAMBIENTALES Y ALIMENTARIAS

**DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN DE RECURSOS
EMPRESARIALES (ERP) PARA LA GESTIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE
PARCELAS AGRARIAS PARA LA TOMA DE DECISIONES BASADA EN
DATOS OBJETIVOS. APLICACIÓN PRÁCTICA AL CASO DE LA
DENOMINACIÓN DE ORIGEN PROTEGIDA GRANADA MOLLAR DE
ELCHE.**

TESIS DOCTORAL
DAMIÁN ANTONIO AGUILAR MORALES
2020

Directora
Dra. MARGARITA BRUGARO-
LAS MOLLÁ-BAUZÁ

Codirector
Dr. DAVID BERNARDO LÓPEZ
LLUCH

Esta Tesis Doctoral titulada “**Diseño de un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) para la gestión y optimización de parcelas agrarias para la toma de decisiones basada en datos objetivos. Aplicación práctica al caso de la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche**”, se presenta bajo la modalidad de tesis convencional y como indicio de calidad se presenta el siguiente artículo publicado:

Título	Designing of an Enterprise Resource Planning for the Optimal Management of Agricultural Plots Regarding Quality and Environmental Requirements.
Autores	<u>Damián Aguilar Morales</u> , Paola Sánchez-Bravo, Leontina Lipan, Marina Cano-Lamadrid, Hanán Issa-Issa, Francisco J. del Campo-Gomis y David B. López Lluch.
Revista	Agronomy
DOI	10.3390/agronomy10091352
Editor	MDPI AG
ISSN	2073-4395
Ámbito de la publicación (categoría JCR)	Agronomy and Crop Science
Cuartil	Q1 (año 2019)
Rango	18/91 (año 2019)
Factor de impacto	2.603 (año 2019)

En Orihuela, a 29 de Septiembre de 2020.

Esta memoria ha sido presentada por D. **Damián Antonio Aguilar Morales**, Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y Agroambiental y Máster en Ingeniería Ambiental, para la obtención del título de doctor.

Fdo. D. Damián Antonio Aguilar Morales

La presente Tesis Doctoral "**Diseño de un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) para la gestión y optimización de parcelas agrarias para la toma de decisiones basada en datos objetivos. Aplicación práctica al caso de la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche**", ha sido realizada bajo la dirección y codirección respectivamente de la Dra. **Margarita Brugarolas Mollá-Bauzá**, Catedrática de Escuela Universitaria de la Universidad Miguel Hernández de Elche y el Dr. **David Bernardo López Lluch**, Profesor Contratado Doctor de la Universidad Miguel Hernández de Elche, los cuales autorizan su presentación bajo la modalidad de tesis convencional.

Fdo. Dra. Margarita Brugarolas Mollá-Bauzá

Fdo. Dr. David Bernardo López Lluch



Dra. Juana Fernández López, Catedrática de Universidad y Coordinadora del Programa de Doctorado Recursos y Tecnologías Agrarias, Agroambientales y Alimentarias (ReTos-AAA) de la Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH),

CERTIFICA:

Que la presente Tesis Doctoral titulada “**Diseño de un sistema de planificación de recursos empresariales (ERP) para la gestión y optimización de parcelas agrarias para la toma de decisiones basada en datos objetivos. Aplicación práctica al caso de la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche**” de la que es autor el Graduado en Ingeniería Agroalimentaria y Agroambiental D. Damián Antonio Aguilar Morales ha sido realizada bajo la dirección del **Dra. Margarita Brugarolas Molla-Bauza** (UMH) y de la codirección del **Dr. David Bernardo López Lluch** (UMH), actuando como tutor de esta **Dr. Fernando Vidal Giménez** (UMH). Considero que la tesis es conforme en cuanto a forma y contenido a los requerimientos del Programa de Doctorado ReTos-AAA por tanto, es apta para su exposición y defensa pública.

Y para que conste a los efectos oportunos firmo el presente certificado en Orihuela, a 29 de Septiembre de 2020.

Dra. Juana Fernández López

Financiación

Esta tesis doctoral ha sido posible gracias al Convenio de colaboración entre la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de la Generalitat Valenciana y la Universidad Miguel Hernández de Elche para la ejecución de un proyecto de investigación dirigido a impulsar la caracterización y zonificación de los productos de calidad agroalimentaria diferenciada de la Comunitat Valenciana.

Agradecimientos

Quiero agradecer a la directora de mi tesis Margarita Brugarolas Molla-Bauza y al codirector David Bernardo López Lluch su apoyo incondicional en el desarrollo de esta.

Al departamento de Economía Agroambiental, Ing. Cartográfica y Expresión Gráfica en la Ingeniería.

A la gente del departamento de Tecnología Agroalimentaria que me han ayudado a llegar al final. Muchas gracias sin vosotros no lo hubiera conseguido.

A Ángel Carbonell por estar ahí cada vez que he tenido un problema a lo largo de estos años de pelea con la tesis.

A David López que, aunque ya le he agradecido su trabajo como codirector, merece un agradecimiento a título personal por su implicación en este proyecto. Tanto él como Maricen Molina han peleado por que AGROEPSO saliera adelante, y solo puedo estarles enormemente agradecido.

A Ramón y Javier que empezamos con el doctorado hace cinco años y poco a poco se va viendo la luz al final del camino.

Alejandro, por compartir todo su conocimiento estadístico desde Tejas.

A mi familia: mis padres Jose Luís y Mari Carmen, mi hermana Paula, a mi tía Juanita, mi prima Ana y mi primo Pedro. Y en especial a mi tía Dina, se te echa de menos.

Gracias!

Índice

1. Introducción.....	32
1.1. Fuentes de datos.....	35
1.1.1. Tecnologías de gestión de datos geolocalizados.....	40
1.1.2. Application Programming Interface (API).....	48
1.1.3. Fuentes directas de datos.....	51
1.2. Legislación española.....	52
1.2.1 Legislación de la Comunidad Valenciana.....	54
1.3. Enterprise Resource Planning (ERP).....	56
1.4. Big data.....	62
1.4.1. Gestión de datos.....	64
1.4.2. Almacenamiento de los datos.....	65
1.4.3. Análisis y gestión de los datos.....	67
1.5. Toma de decisiones basadas en los datos.....	68
1.6. La Denominación De Origen Protegida Granada Mollar de Elche.....	69
1.6.1. Origen y distribución del cultivo.....	70
1.6.2. Clima.....	71
1.6.3. Suelo.....	72
1.6.4. El cultivo.....	73
1.6.5. Situación actual de la DOPGME.....	76
2. Objetivos.....	79
3. Material y métodos.....	81

3.1. Determinación de la necesidad de un sistema ERP en la agricultura española: encuesta a Agricultores y entrevista a Técnicos y gestores.....	81
3.1.1. recogida de información	81
3.1.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	82
3.1.2.1. Chi cuadrado de Pearson (χ^2).....	82
3.1.5.2. Prueba U de Mann-Whitney.	83
3.1.5.3. Prueba de Kruskal-Wallis.....	83
3.1.5.3. Cálculo de la interpolación lineal.....	84
3.2. Diseño de una aplicación ERP para la gestión agrícola.....	85
3.2.1. Software y equipo utilizado para la programación.....	86
3.2.2. Diseño de la arquitectura del sistema.....	87
3.2.2.1. Lenguajes del lado del servidor y del lado del cliente.	88
3.2.2.2. Programación orientada a objetos (POO).....	89
3.2.2.3. El lenguaje de programación PHP.	92
3.2.2.4. El lenguaje de programación JavaScript.....	94
3.2.2.5. El Framework Laravel.....	96
3.2.2.6. Packages para Laravel.....	100
3.2.2.7. Otros componentes.....	104
3.2.2.8. Diseño de la API de conexión.	104
3.2.2.9. Diseño de la base de datos.....	107
3.3. Alojamiento en la nube.....	119
3.3.1. Instalación y administración del servidor.	120
4. Resultados y Discusión.....	124
4.1. Resultados de la encuesta y las entrevistas.....	124

4.1.1. Resultados del primer bloque.....	124
4.1.2. Resultados del segundo bloque.....	129
4.1.3. Resultados del tercer bloque.....	133
4.1.4. Resultados del cuarto bloque.....	137
4.2. Funcionamiento de una plataforma ERP para la gestión agrícola.....	139
4.2.1. Gestión de usuarios.....	141
4.2.1.1. Roles y permisos.	141
4.2.1.2. Registro, acceso y modificación de usuarios.	143
4.2.2. El sistema CRUD. Ejemplo de administración de usuarios.	149
4.2.3. Búsqueda y filtrado de recursos.....	151
4.2.4. Cuaderno de campo o explotación.	153
4.2.4.1. CRUD de un cuaderno de campo.....	154
4.2.4.2. Gestión de parcelas.....	160
4.2.4.3. Gestión de Almacenes, maquinaria y vehículos.	169
4.2.4.4. Gestión de masas de agua.	173
4.2.4.5. Análisis de Parcela y Cosecha.....	175
4.2.4.6. tratamientos de parcela.....	177
4.2.4.7. tratamientos en postcosechas, semillas, vehículos y almacenes.	183
4.2.4.8. Gestión de operaciones.	186
4.2.4.9. Gestión de trabajadores	193
4.2.5. Gestión general	195
4.2.5.1 Facturación.	196
4.2.5.2. Clientes y proveedores.....	199
4.2.5.3. Cultivos.	201

4.2.5.4. Listado de productos fitosanitarios.....	202
4.2.6. Inspecciones.	203
4.2.7. Datos climáticos.....	206
4.2.8. Otras secciones.....	211
4.2.8.1. Localizaciones.	211
4.2.8.2. Gestión de plagas y enfermedades.....	212
4.2.8.3. Agrupación de parcelas.	215
4.2.8.4. Exportación de datos climáticos.	217
4.2.8.5. Gestión de registros del sistema.	218
4.2.9. Documentación.....	218
4.3. Sistema de datos compartidos.....	220
4.4. Plataforma ERP para la DOPGME.....	220
5. Conclusiones.....	227
6. Referencias.....	231
7. Anexos.....	251
Anexo I: Cuestionarios de preguntas para las encuestas a agricultores y entrevistas a técnicos y directivos.....	251
Anexo II: Designing of an Enterprise Resource Planning for the Optimal Management of Agricultural Plots Regarding Quality and Environmental Requirements	254

LISTADO DE ABREVIATURAS

‰: Porcentaje

°Bx: Grados Brix.

a. C.: Antes de Cristo.

AEMET: Agencia Estatal de Meteorología Española.

AFB: *American Farm Bureau.*

API: *Application Programming Interface.*

B2B: *Bussines to Bussines.*

B2C: *Business to Consumer.*

BNLI: Barra de navegación lateral izquierda.

CADRECTE: Conselleria de Agricultura Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica.

CBPACV: Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Comunitat Valenciana.

CE: Comisión Europea.

C.I.F.: Código de Identificación Fiscal.

CPU: *Central Processing Unit.*

CRS: *Coordinate Reference Systems.*

CRUD: *Create, Read, Update and Delete.*

CSS: *Cascading Style Sheets.*

CSV: *Comma-Separated Values.*

DOP: Denominación de Origen Protegida.

DOPGME: Denominación de Origen Protegida de la Granada Mollar de Elche.

DDR: *Double Data Rate.*

EPSG: *European Petroleum Survey Group.*

ERP: *Enterprise Resource Planning.*

FAO: *Food and Agriculture Organization of the United Nations.*

FEGA: Fondo Español de Garantía Agraria.

FCD: Figuras de Calidad Diferenciada.

GB: *Gigabyte*.

GIP: Gestión Integrada de Plagas.

GPS: *Global Positioning System*.

IGP: Indicación Geográfica Protegida.

HTML: *HyperText Markup Language*.

HTTP: *Hypertext Transfer Protocol*.

IaaS: *Infrastructure-as-a-Service*.

IoT: *Internet of the Things*.

JSON: *JavaScript Object Notation*.

LAMP: Acrónimo para describir una infraestructura basada en Linux, Apache, MariaDB y PHP.

MAPA: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

MIME: *Multipurpose Internet Mail Extensions*.

mm: milímetro.

MVC: Modelo-Vista-Controlador.

NDVI: *Normalized Difference Vegetation Index*.

N.I.F.: Número de Identificación Fiscal.

NoSQL: Bases de datos no relacionales (*no-relational*).

OGC: *Open Geospatial Consortium*.

OIT: Oficina Internacional del Trabajo.

ORM: *Object Relational Mapper*.

PaaS: *Platform-as-a-Service*.

PAC: Política Agraria Comun.

RAM: *Random Access Memory*.

REST: *Representational State Transfer*.

PDF: *Portable Document Format.*

PHP: *Hypertext Preprocessor.*

POO: Programación Orientada a Objetos.

RGB: *Red Green Blue.*

RGSEAA: Registro General Sanitario de Empresas Alimentarias y Alimentos.

ROMA: Registro Oficial de Maquinaria Agrícola.

ROPO: Registro Oficial de Productores y Operadores de medios de defensa fitosanitaria.

RSS: *Really Simple Syndication.*

SaaS: *Software-as-a-Service.*

SD: *Standard Deviation* (Desviación estándar o típica).

SDK: *Software Development Kit.*

SIG: Sistema de Información Geográfica.

SIGPAC: Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas.

SIPA: Sistema de Identificación de Parcelas Agrícolas.

SQL: *Structured Query Language.*

SRID: *Spatial Reference System Identifier.*

SRS: *Spatial Reference System.*

SSD: *Solid-State Drive.*

SSH: *Secure SHell.*

TB: Terabyte.

TI: Tecnologías de la información.

UE: Unión Europea.

UTM: *Universal Transverse Mercator.*

WCS: *Web Coverage Service.*

WFS: *Web Feature Server.*

WIFI: *Wireless Fidelity.*

WMS: *Web Map Service.*

WMTS: *Web Map Tile Service.*

WPS: *Web Processing Service.*

WWW: World Wide Web.

XML: *Extensible Markup Language.*

YALM: *YAML Ain't Markup Language.*

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Software gvSIG para la gestión de Sistemas de Información Geográfica. Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/GvSIG_-_GIS.jpg , último acceso [07/08/2020]	38
Figura 2: Ejemplo de imagen NDVI. Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Biosphere_CZCS_NDVI.jpg , último acceso [07/08/2020]	39
Figura 3: Tractor autónomo Case IH con tecnología “follow me”. Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Driverless_tractor#/media/File:Case_IH_745_XL,_Claas-M%C3%A4hdrescher.jpg , último acceso [07/08/2020]	39
Figura 4: Utilización de drones en agricultura. Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:4X-UHJ_Agridrones_d.jpg , último acceso [07/08/2020].....	40
Figura 5: Resultado obtenido en pantalla tras acceder a la dirección web de la respuesta GetCapabilities. Fuente: http://wms.mapama.es/wms/wms.aspx?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.0&REQUEST=GetCapabilities	42
Figura 6: Ejemplo de imagen generada a través de un servicio WMS. Fuente: software AGROEPSO versión 9.1, desarrollado en la presente tesis	48
Figura 7: Ciclo de funcionamiento de un API. Fuente: https://www.seobility.net/en/wiki/REST_API	49
Figura 8: Diagrama de un sistema ERP donde todas las capas de negocio están intercomunicadas. Fuente: https://www.goyasoluciones.com/que-es-un-erp/	59
Figura 9: Sello de calidad de la DOPGME. Fuente: http://granadaselche.com/ , último acceso [23/08/2020]	70
Figura 10: Cultivo de granada (Punica Granatum L.) de la variedad mollar. Fuente: http://granadaselche.com/ , último acceso [23/08/2020]	71
Figura 11: Datos medios climáticos de Elche de los últimos 30 años. Fuente: https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/elche_espa%3fb1a_2518559 , último acceso [14/09/2020].....	72

Figura 12: Niveles de salinidad del suelo en el sur de Alicante. Fuente: http://www.agrosal.ivia.es/imagenes/b_mapa_sal_Guardamar , último acceso [23/08/2020].....	73
Figura 13: Detalle fruto del fruto de una granada de la variedad Mollar. Fuente: http://granadaselche.com/ , último acceso [23/08/2020].....	75
Figura 14: Diagrama explicativo de las interconexiones entre la PAC, las FCD, el ERP, Big Data y la toma de decisiones.....	86
Figura 15: Diagrama de un modelo cliente-servidor	92
Figura 16: Test de velocidad de sobre diferentes versiones de PHP. Fuente: ExchangeCore (s. f.)	94
Figura 17: Diagrama de funcionamiento de un patrón de diseño MVC. Fuente: Inspirado en https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo%20%80%93vista%20%80%93controlador	97
Figura 18: Diagrama resumido del funcionamiento de un patrón de diseño utilizado por Laravel. Fuente: Inspirado en https://dev.to/patelparixit07/laravel-request-lifecycle-195e	98
Figura 19: Ejemplo de utilización de los breadcrumbs. Fuente: http://umh0958.edu.umh.es/evaluacion/	101
Figura 20: Captura de pantalla del package de gestión Laravel Nova. Fuente: https://nova.laravel.com	102
Figura 21: Estructura de columnas y filas de la tabla “users”. Fuente: Se ha realizado una captura de pantalla del software Sequel Ace (2020).....	107
Figura 22: Estructura de las tablas “users”, “notebooks” y “plots” y sus vinculaciones. Fuente: Diagrama generado con https://drawsql.app	115
Figura 23: Estructura de las tablas relacionadas con la tabla “plots”, situada en el centro. Fuente: Diagrama generado con https://drawsql.app	116
Figura 24: Estructura de las tablas relacionadas con la tabla “notebooks”, situada en el centro. Fuente: Diagrama generado con https://drawsql.app	117
Figura 25: Estructura de las tablas centrada en los datos climáticos y sus vinculaciones. Fuente: Diagrama generado con https://drawsql.app	118

Figura 26: Estructura de la tabla de inspecciones, vinculándola con la tabla de parcelas y usuarios, remarcando que un usuario con el nivel “engineer” es un inspector. La tabla “users” ha sido solo mencionada y no se han incluido los campos que la forman, salvo los necesarios para las vinculaciones: “id” y “user_id”. Fuente: Diagrama generado con https://drawsql.app	119
Figura 27: Resultados para la pregunta B1P1 (todos los grupos).....	124
Figura 28: Resultados para la pregunta B1P2 en porcentaje mediante interpolación lineal (todos los grupos)	126
Figura 29: Resultados afirmativos para las preguntas de la tabla 25 (todos los grupos)...	127
Figura 30: Resultados afirmativos para la pregunta B2P1 (todos los grupos)	129
Figura 31: Resultados afirmativos para la pregunta B2P2 (todos los grupos)	130
Figura 32: Resultados afirmativos para las preguntas de la tabla 29 (todos los grupos)...	132
Figura 33: Resultados afirmativos para las preguntas a agricultores del bloque 3	135
Figura 34: Resultados afirmativos para las preguntas a técnicos y directivos del bloque .	136
Figura 35: Resultados afirmativos para las preguntas del bloque 3 (todos los grupos)	137
Figura 36: Diagrama completo del proceso de investigación, desarrollo y puesta en marcha. La línea discontinua señala las futuras líneas de investigación y desarrollo.	140
Figura 37: Campos de “Información general” del formulario de registro de usuarios	144
Figura 38: Campos para asignar permisos en el registro de usuarios	145
Figura 39: Campos para asignar módulos en el registro de usuarios.....	146
Figura 40: Formulario de acceso a AGROEPSO.....	146
Figura 41: Menú navegación superior de AGROEPSO. En él podemos encontrar el perfil de usuario, los datos de facturación y el cierre de sesión. El nombre de usuario es ficticio	147
Figura 42: Formulario de modificación de datos de usuario desde el punto de vista de un super-administrador	148

Figura 43: Listado de usuarios para mostrar el sistema CRUD. Los datos han sido generados de forma aleatoria mediante Laravel para evitar mostrar datos reales.....	149
Figura 44: Detalle de la Figura 43 con la ubicación de las funcionalidades CRUD. Los datos han sido generados de forma aleatoria mediante Laravel para evitar mostrar datos reales	150
Figura 45: Confirmación de eliminación de recurso del sistema	151
Figura 46: Utilización del buscador de recursos de AGROEPSO.....	151
Figura 47: Detalle de la ubicación del buscador y los filtros en la Figura 45.....	152
Figura 48: Detalle de la utilización de filtros en la Figura 47	152
Figura 49: Filtro jerárquico para la sección “usuarios” de AGROEPSO.....	153
Figura 50: Captura de pantalla de la sección “cuaderno de explotación”. Con el mensaje de que no hay ningún cuaderno asociado a este usuario	154
Figura 51: Formulario de creación de un “cuaderno de campo”	154
Figura 52: Visualización de un “cuaderno de campo” vinculado a un usuario. Algunos datos han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad.....	155
Figura 53: Visualización de las diferentes pestañas y opciones de un “cuaderno de campo” vinculado a un usuario. Algunos datos han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad	156
Figura 54: Visualización de las diferentes pestañas y opciones de un “cuaderno de campo” vinculado a un usuario. Se muestra la pestaña de “Parcelas”, en este caso, sin ninguna añadida hasta el momento	157
Figura 55: Proceso de creación de nueva parcela agrícola	158
Figura 56: Detalle de la pestaña “Información general” donde se muestra la información básica de la parcela	161
Figura 57: Detalle de la pestaña “Características” donde se muestra la información básica de la parcela.....	162
Figura 58: Detalle de la pestaña “SIGPAC” donde se muestra la visualización de la parcela	162

Figura 59: Detalle de la pestaña “Geolocalización” donde se muestra la información de geolocalización de la parcela. Algunos datos han sido censurados para evitar problemas de privacidad.....	163
Figura 60: Detalle de la pestaña “Cultivo” donde se muestra la información del cultivo de la parcela. Algunos datos son ficticios, la idea es la de mostrar el potencial de la plataforma	164
Figura 61: Detalle de la pestaña “Ref. Catastral” donde se muestra la información catastral de la parcela. Algunos datos han sido censurados para evitar problemas de privacidad..	165
Figura 62: Detalle de la pestaña “Opciones” donde se muestra la información adicional de la parcela	165
Figura 63: Detalle de la pestaña “Riegos” donde se muestra las características del sistema de riego de la parcela	166
Figura 64: Detalle de la pestaña “Producciones” donde se muestra un histórico de las producciones y el precio de comercialización de la parcela.....	167
Figura 65: Detalle de la pestaña “Dispositivos” donde se muestran los dispositivos de la parcela	168
Figura 66: Detalle de la pestaña “Dispositivos” donde se muestran los dispositivos de la parcela	168
Figura 67: Detalle de la barra de navegación lateral donde se puede ver el grupo “Explotación”	170
Figura 68: Formulario de alta de nuevo vehículo.....	170
Figura 69: Listado de vehículos y las opciones CRUD de la sección. Los datos del vehículo son ficticios	171
Figura 70: Descripción de masa de agua situada cerca una parcela agrícola. Los datos han sido parcialmente censurados o modificados para evitar problemas de privacidad	174
Figura 71: Formulario para añadir nuevo boletín de análisis.....	177
Figura 72: Información general para añadir una aplicación fitosanitaria	178
Figura 73: Selección del producto fitosanitario aplicado.....	180
Figura 74: Detalle de los campos de producto fitosanitario desplegados.....	180

Figura 75: Buscador de productos fitosanitarios	181
Figura 76:: Autocompletado de productos fitosanitarios por parte de AGROEPSO	181
Figura 77: Alternativa a la utilización de productos fitosanitarios	182
Figura 78: Determinación de quién es la persona responsable en la aplicación de fitosanitarios	183
Figura 79: Aplicación de fitosanitarios en postcosecha	184
Figura 80: Campos obligatorios de la comercialización de cosecha	187
Figura 81: Campos de “Información general” para la creación de un registro de fertilización	189
Figura 82: Campos de la pestaña “Fertilización” para la creación de un registro de fertilización	190
Figura 83: Campos de la pestaña “Información general” del registro de riegos	192
Figura 84: Campos de la pestaña “Costes” del registro de riegos.....	192
Figura 85: Campos obligatorios para crear un nuevo “Aplicador” (ya sea trabajador o empresa).....	194
Figura 86: Campos optativos para crear un nuevo “Aplicador” (ya sea trabajador o empresa).....	194
Figura 87: Barra de navegación lateral en la que se muestra la sección de “GESTIÓN”. A la izquierda las opciones de un super-administrador, a la derecha del resto de usuarios	196
Figura 88: Listado de facturas generadas por un usuario del sistema, junto con los ingresos y gastos del último año (2019). Los datos han sido generados de forma aleatoria para evitar problemas de privacidad.....	197
Figura 89: Métrica con filtro de resultados por días. Podemos mostrar los gastos del último año o los últimos siete días.....	197
Figura 90: Formulario para añadir factura al sistema.....	198
Figura 91: Formulario para añadir clientes o proveedores al sistema. Campos obligatorios	199

Figura 92: Formulario para añadir clientes o proveedores al sistema. Campos optativos.	200
Figura 93: Formulario para añadir nuevos cultivos	201
Figura 94: Listado de productos fitosanitarios, donde se observa el panel de “Actualizar fitosanitarios” en la parte superior izquierda.....	202
Figura 95: Crear producto fitosanitario.....	203
Figura 96: Detalle de la barra de navegación lateral izquierda en la que se puede ver el acceso a las inspecciones. Todo ello, visto desde la perspectiva de un usuario con nivel de acceso superior a “Agricultor”	203
Figura 97: Información de contacto del socio a inspeccionar por parte de la FCD	204
Figura 98: Detalle de la búsqueda de socios en el formulario de inspecciones.....	204
Figura 99: Detalle de los campos de formulario necesarios para realizar una inspección .	205
Figura 100: Vinculación con estación meteorológica de proximidad perteneciente a otro usuario.....	207
Figura 101: Detalle de la barra de navegación lateral izquierda donde se pueden ver los datos climáticos.....	208
Figura 102: Listado de estaciones meteorológicas de AEMET	208
Figura 103: Estación meteorológica de AEMET 8008Y, con detalle de los datos	209
Figura 104: Detalle del buscador de datos en base a intervalos de tiempo. En este caso nos indica la fecha de inicio (DESDE) y la fecha de final (HASTA).....	210
Figura 105: Gráfica con la temperatura media y máxima en la estación de AEMET en Villena durante el año 2019	210
Figura 106: Detalle de la integración de los datos climáticos la parcela, a través de la pestaña “Climáticos”	211
Figura 107: Detalle del listado de provincias y municipios	212
Figura 108: Gestión de plagas y enfermedades en parcela	213
Figura 109: Se puede apreciar el listado de aplicaciones fitosanitarias a la parcela, mostrándose por orden de más reciente	214

Figura 110: Sistema de alerta de plagas y enfermedades	215
Figura 111: Detalle de una alerta de plagas o enfermedades.....	215
Figura 112: Procedimiento para agrupar parcelas. Nota: Algunos datos han sido censurados por motivos de privacidad	216
Figura 113: Parcelas agrupadas. Nota: Algunos datos han sido censurados por motivos de privacidad.....	217
Figura 114: Nuevas secciones para super-administradore: Datos climáticos y Registros del sistema.....	217
Figura 115: Registro de errores del sistema. Algunos datos han sido censurados por motivos de privacidad	218
Figura 116: Proceso de descarga de documentos desde AGROEPSO. En este caso se trata del “cuaderno de explotación”	218
Figura 117: Confirmación de descarga de archivo, en este caso, el “cuaderno de explotación”	219
Figura 118: Captura de pantalla del documento del “cuaderno de explotación”. Los datos han sido generados de forma aleatoria por temas de privacidad	219
Figura 119: Informe de distribución de parcelas por municipios. Nota: los datos que se muestran han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad, aunque se ha intentado que se encuentren dentro de un rango lógico	222
Figura 120: Determinación de las zonas de la DOPGME más productivas. Nota: los datos que se muestran han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad, aunque se ha intentado que se encuentren dentro de un rango lógico	223
Figura 121: Informe de consumos de agua por años. Nota: los datos que se muestran han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad, aunque se ha intentado que se encuentren dentro de un rango lógico	224
Figura 122: Informe de plagas y enfermedades. Nota: los datos que se muestran han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad, aunque se ha intentado que se encuentren dentro de un rango lógico	225

Figura 123: Detalle de plagas para el municipio "Dolores" en el año 2020. **Nota:** los datos que se muestran han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad, aunque se ha intentado que se encuentren dentro de un rango lógico226

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Parámetros soportados por una petición GetCapabilities. Fuente: IDEE, 2018.....	42
Tabla 2: Parámetros soportados por una petición GetMap. Fuente: IDEE, 2018.....	44
Tabla 3: Parámetros soportados por una petición GetFeatureInfo. Fuente: IDEE, 2018.....	45
Tabla 4: Resultado devuelto por una petición GetFeatureInfo en formato HTML	45
Tabla 5: desglose de la información facilitada por el SIGPAC (Mirón, 2005).....	47
Tabla 6: Valores del SIGPAC. Los valores no corresponden con ninguna parcela ya que han sido añadidos de forma aleatoria a modo de ejemplo	50
Tabla 7: Taxonomía del granado (<i>Punica granatum</i> L.). Fuente: Dodero et al. (2019).....	74
Tabla 8: Análisis del zumo de granada de la variedad Mollar. Fuente: Cambayas, COOP V. (s. f.)	76
Tabla 9: Ranking de lenguajes de programación según GitHub. GitHub es una forja (plataforma de desarrollo colaborativo) para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones Git; actualmente es utilizado por 31 millones de programadores de todo el mundo y que desde 2018 es propiedad de Microsoft («GitHub», 2020). Gracias a la gran cantidad de programadores que utilizan sus servicios, todos los años publica un informe sobre las tendencias en el sector de la programación, incluyendo la lista de los lenguajes de programación más utilizados en 2019. Fuente: Zapponi (2019).....	88
Tabla 10: Listado de lenguajes de programación clasificados en base al lugar de ejecución: Fuentes: Jaiswal (2020) y Zapponi (2019);	89
Tabla 11: Descripción de las funcionalidades de la API desarrollada para AGROEPSO. El símbolo * significa que por cuestiones de seguridad se ha indicado el acceso a la API a través del servidor local.....	106
Tabla 12: Explicación de los valores de una petición HTTP de la API	107
Tabla 13: Distribución de tablas en función de su utilización	108
Tabla 14: Distribución y estructura de la tabla “users” de AGROADMIN	110
Tabla 15: Listado de las tablas que componen la base de datos de AGROADMIN	114

Tabla 16: Resultados para la pregunta B1P1	125
Tabla 17: Análisis de las variables cualitativas dicotómicas de la pregunta B1P1. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$	125
Tabla 18: Resultados para la pregunta B1P2. Donde SD es la desviación estándar	126
Tabla 19: Resultados para las interacciones entre grupos mediante el programa SPSS para la tabla 23. A: agricultores, T: técnicos y D: directivos. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión.	126
Tabla 20: Resultados para el resto de las preguntas del bloque 1	127
Tabla 21: Resultados para las interacciones entre grupos mediante el programa SPSS para la tabla 25. A: agricultores, T: técnicos y D: directivos. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$	128
Tabla 22: Resultados para la pregunta B2P1 y B2P2 del bloque 2.....	129
Tabla 23: Análisis de las variables cualitativas dicotómicas de las preguntas B2P1 y B2P2. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$	130
Tabla 24: Resultados para el resto de las preguntas del bloque 2	131
Tabla 25: Resultados para las interacciones entre grupos mediante el programa SPSS para la tabla 29. A: agricultores, T: técnicos y D: directivos. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$	132
Tabla 26: Resultados para las preguntas del bloque 3. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$	133
Tabla 27: Resultados para las interacciones entre grupos mediante el programa SPSS para la tabla 31. A: agricultores, T: técnicos y D: directivos. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$	134
Tabla 28: Resultados para las preguntas del bloque 3. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en	

cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$	137
Tabla 29: Resultados para las interacciones entre grupos mediante el programa SPSS para la tabla 32. A: agricultores, T: técnicos y D: directivos. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$	138
Tabla 30: Campos mínimos para crear un “cuaderno de explotación”	155
Tabla 31: Campos manuales y automáticos de la sección “Información general”	160
Tabla 32: Campos manuales y automáticos de la sección “Características”	161
Tabla 33: Campos manuales y automáticos de la sección “Dispositivos”	169
Tabla 34: Campos obligatorios y optativos para el inventario de maquinaria.....	172
Tabla 35: Campos obligatorios y optativos para el inventario de almacenes.....	173
Tabla 36: Campos obligatorios y optativos para el inventario de masas de agua	175
Tabla 37: Campos obligatorios y optativos para los boletines de análisis	176
Tabla 38: Campos obligatorios y optativos para la pestaña “Información general” de los tratamientos fitosanitarios de parcela	179
Tabla 39: Campos obligatorios y optativos para la pestaña “Información general” de los tratamientos fitosanitarios de postcosecha	184
Tabla 40: Campos obligatorios y optativos para la pestaña “Información general” de los tratamientos fitosanitarios en semillas	185
Tabla 41: Campos obligatorios y optativos para la pestaña “Información general” de los tratamientos fitosanitarios en vehículos	186
Tabla 42: Campo que sustituye al campo “Vehículo” en la Tabla 41	186
Tabla 43: Campos para la comercialización de producciones. Nota: El símbolo * significa que, aunque en los modelos propuestos por las diferentes administraciones este campo es optativo, las FCD que han colaborado en el desarrollo de este proyecto han pedido que el campo sea obligatorio para mejorar la trazabilidad del producto	188
Tabla 44: Campos necesarios para crear un registro de fertilización.....	189

Tabla 45: Campos para definir la operación de fertilización	191
Tabla 46: Campos obligatorios y optativos para el registro de riegos.....	193
Tabla 47: Campos obligatorios y optativos para el registro de aplicadores	195
Tabla 48: Secciones del módulo de “GESTIÓN” y los niveles de acceso necesarios para acceder a ellas.....	196
Tabla 49: Campos obligatorios y optativos para el registro de clientes y proveedores	201
Tabla 50: Campos obligatorios y optativos para el registro de inspecciones	206

Resumen

En un planeta en que la población mundial está en continuo crecimiento y ante una demanda creciente de alimento, la agricultura es una actividad clave para poder afrontar con éxito el problema, sin embargo, la agricultura se enfrenta a grandes retos como son el cambio climático o la falta de recursos hídricos. Ante esta situación, la Unión Europea (UE) establece una nueva Política Agraria Común (PAC) en la que establece prioridades como, entre otras, la de garantizar una renta justa al agricultor, aumentar la competitividad y proteger el medio ambiente y la cadena alimentaria y sanitaria.

Ante estos retos marcados por la UE, el Gobierno de España ha establecido una serie de objetivos para conseguir un sector agrícola más inteligente y tecnológico, proteger el medio ambiente y fortalecer las zonas rurales y la seguridad de la cadena alimentaria. La diferenciación de los productos y la implantación de nuevas tecnologías en el sector agroalimentario, son factores clave para poder alcanzarlos. Las Figuras de Calidad Diferenciadas (FCD) como las Denominaciones de Origen Protegidas o las Indicaciones Geográficas protegidas, son herramientas de diferenciación que ofrecen productos de alimentarios y de calidad vinculados a los territorios y contribuyen a crear valor en el mundo rural.

En esta tesis doctoral, se realizó una encuesta en las FCD de la Comunidad Valenciana para conocer la situación actual del sector desde dos puntos de vista: el primero en cuanto a la utilización de nuevas tecnologías y *software* de gestión, y el segundo sobre la posible implementación de estos sistemas en el día a día de su gestión. Los resultados fueron satisfactorios y varias FCD se adhirieron al proyecto. A partir de aquí, se empezó a desarrollar un Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) pensado para el sector agrícola, desarrollado junto con las FCD y diseñado considerando sus necesidades específicas.

La idea fue la de desarrollar una plataforma que aportara un conocimiento profundo de las parcelas agrícolas, facilitase la gestión documental de la explotación y permitiera la trazabilidad exigida por la normativa vigente. Además, con la ayuda de la agricultura de precisión se daría pie a la compilación de una enorme base de datos de conocimiento agronómico, climático y edafológico que permitiría a los agricultores la toma de decisiones basadas en datos objetivos, gracias a tecnologías como el *Machine Learning* o el *Big Data* que, gracias a los desarrollos actuales, pueden integrarse en los sistemas ERP.

Las pruebas de la plataforma se realizaron en estrecha colaboración con la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche, permitiendo añadir más de 1.500 parcelas y proporcionando acceso a sus socios para que pudieran utilizar la plataforma y testarla. Los resultados sobre el funcionamiento de la plataforma fueron prometedores,

principalmente debido a su capacidad para recopilar datos geolocalizados de las parcelas, los cuales son indispensables para impulsar el desarrollo de modelos matemáticos y algoritmos capaces de optimizar y desarrollar el sector agrario, todo ello, de forma sostenible y cumpliendo con los objetivos de la PAC.

Abstract

In a planet where the world population is continuously growing and facing a food demand increase, agriculture is the only activity capable of successfully tackling the problem. However, agriculture faces great challenges such as climate change or the lack of water resources. To deal with this, the European Union (EU) establishes a new Common Agricultural Policy (CAP) in which it establishes priorities such as, among others, guaranteeing a fair income to the farmer, increasing competitiveness, protecting the environment and the food and sanitary chain.

Faced with these challenges set by the EU, the Government of Spain has established a series of objectives to achieve a smarter and more technological agricultural sector, protect the environment, strengthen rural areas and food chain safety. These challenges can be tackled on two fronts, on the one hand, through Differentiated Quality Figures (DQF) such as Protected Designations of Origin or Protected Geographical Indications that offer food and quality products linked to the territories and, on the other hand, implementing new technologies in the agri-food sector.

In this PhD thesis, a survey was carried out in the DQF of the Valencian Community to know the current situation of the sector from two points of view: the first in terms of the use of new technologies and management software, and the second on the possible implementation of these systems in their day-to-day management. The results were satisfactory and several DQF joined the project. So, the development of an Enterprise Resource Planning System (ERP) was carried out for the agricultural sector, developed together with the DQF and designed with their specific needs in mind.

The idea was to develop a platform that would provide in-depth knowledge of agricultural plots, facilitate the documentary management of the farm and allow the traceability required by current regulations. In addition, with the help of precision agriculture, it would lead to the compilation of a huge database of agronomic, climatic and edaphological knowledge that would allow farmers to make decisions based on objective data, thanks to technologies such as Machine Learning or Big Data that, due to developments current, can be integrated into ERP systems.

The platform test was carried out in the Protected Denomination of Origin Granada Mollar de Elche, that allow us to add more than 1,500 plots and to provide access to its

partners so that they could use the platform and test it. The results on the operation of the platform were promising, mainly due to its ability to collect geolocated data from the plots, which are essential to promote the development of mathematical models and algorithms capable of optimizing and developing the agricultural sector, all of this, in sustainably and complying with the objectives of the CAP.

1. INTRODUCCIÓN

La población mundial supera los 7.700 millones de personas (Fondo de Población de las Naciones Unidas, 2020) y se estima que en los próximos 30 años se encuentre en torno a los 10.000 millones (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2013; Islam *et al.*, 2019;). Este aumento demográfico, junto con las consecuencias del Cambio Climático y la falta de recursos hídricos, afectan gravemente a la agricultura (Liu *et al.*, 2020). Como resultado, la humanidad se enfrenta a dos nuevos retos: por un lado (i) ser capaz de abastecer de alimentos a la creciente población mundial y por otro (ii) hacerlo de una forma sostenible con el medioambiente. Estos retos deben de ser liderados por el sector agrícola, que es un motor básico de la economía española y perfectamente capaz de cumplir con los objetivos planteados: alimentar a la población y hacerlo de un modo respetuoso con el medioambiente.

Desde Europa, a través de la nueva Política Agraria Común (PAC), se han establecido 9 objetivos clave (Comisión Europea [CE], 2018):

- Garantizar una renta justa a los agricultores.
- Aumentar la competitividad.
- Reequilibrar el poder en la cadena alimentaria.
- Actuar contra el cambio climático.
- Proteger el medio ambiente.
- Preservar los paisajes y la biodiversidad.
- Apoyar el relevo generacional.
- Mantener zonas rurales dinámicas.
- Proteger la calidad alimentaria y sanitaria.

Estos objetivos definidos por la CE han obligado a los Estados miembros a justificar como sus políticas agrícolas están contribuyendo a la consecución de los objetivos medioambientales de la Unión Europea (UE) (CE, 2018).

El gobierno de España, a través del Plan Estratégico de España para la PAC post 2020 (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación [MAPA], s. f.-a) y como desarrollo de las políticas agrarias europeas, ha establecido un plan estratégico general basado que tiene por

objetivos: conseguir un sector agrícola mas inteligente, resistente y diversificado; ii) cuidar el medioambiente contribuyendo a alcanzar los objetivos de la UE; y iii) fortalecer las zonas rurales.

Pero el medioambiente y la capacidad de producir alimentos no son los únicos retos a los que se enfrenta la agricultura española. Esta debe de ser un motor de generación de riqueza y de empleo (Oficina Internacional del Trabajo [OIT], 2008) y no solo de forma directa, sino también de forma indirecta. Para ello, es necesario que la industria agrícola sea competitiva y con capacidad de crecimiento. Esta situación empuja a promover un cambio en el modelo productivo agrícola. Un modelo tradicionalmente basado en el incremento del uso de la tierra, el aumento de los regadíos y el excesivo uso de agroquímicos que en su momento produjeron un aumento en las producciones, pero hoy en día, han tenido una serie de efectos negativos en el entorno como: el deterioro del suelo, la salinización de acuíferos, resistencia de las plagas, eliminación de la biodiversidad, emisión de gases de efecto invernadero y deforestación (FAO, 2017).

Aun así, se dispone de diversos recursos para afrontar los retos impuestos por la PAC:

a) Modernización del sector agrícola: el MAPA (s. f.-a) ha establecido como objetivo específico transversal la modernización del sector agrícola a través del fomento y la puesta en común del conocimiento, la innovación y la digitalización en las zonas agrícolas y rurales y promover su adopción.

Para conseguir este objetivo, se debe fomentar el uso de nuevas tecnologías a partir de las cuales se implementan las técnicas y procedimientos de la agricultura de precisión. La agricultura de precisión son un compendio de tecnologías y principios pensados para gestionar la variabilidad asociada a todos los aspectos de la producción agrícola, y todo ello, con la intención de mejorar el rendimiento de los cultivos y la calidad medioambiental (Joint Research Centre (JRC) of the European Commission *et al.*, 2014; Pierce y Nowak, 1999).

En cuanto a la situación de la innovación tecnológica en España, no es especialmente buena como se refleja en el informe del cuadro europeo de indicadores de la innovación de 2019 (“European Innovation Scoreboard”) publicado por la CE, donde España está calificada como “Innovador moderado”, por debajo de la media de la UE (Secretaría General de Agricultura y Alimentación, 2018).

Hay que partir de la base de que la adopción de nuevas tecnologías no siempre es sencilla y a veces encuentra reticencias. No se puede olvidar que una situación similar ocurrió a principio de los años noventa cuando se produjo un avance tecnológico reseñable

en la agricultura española: la incorporación del cultivo bajo plástico, cuya consecuencia fue un aumento considerable en el rendimiento por hectárea cultivada (Ben-Kaabia y Gil, 2011).

El objetivo es conducir a la agricultura tradicional hacia una agricultura inteligente. Un concepto que pretende conseguir la recolección de datos edafológicos, ambientales y agronómicos en tiempo real, de forma que nos permitan tomar decisiones futuras en base a modelos predictivos (Islam Sarker *et al.*, 2019).

Por tanto, la utilización de las nuevas tecnologías debe de convertirse una realidad que impulse la modernización del campo español, y sobre todo, se posicione como una ayuda indispensable para cumplir los objetivos (i) y (ii) de la PAC.

b) Implementación de las Figuras de Calidad Diferenciada (FDC) para fortalecer las zonas rurales. La implementación de FDC como la Denominación de Origen Protegida (DOP) o la Indicación Geográfica Protegida (IGP) ayudan a fortalecer las zonas rurales, tal y como se indicaba en el objetivo (iii) de la PAC, ya que vinculan los atributos de calidad al origen geográfico de los alimentos, esto hace que se resalte la diversidad de la producción agrícola como una de sus principales fortalezas. Esta situación aporta una ventaja competitiva a los productores, realizando a su vez una importante contribución al patrimonio cultural y gastronómico de las regiones.

Este tipo de figuras surgió en el sur de Europa a partir de la segunda década del siglo XX, con el objetivo de salvaguardar las especificidades que poseían los vinos producidos en determinadas zonas frente a copias e imitaciones (Lozano Cabedo y Aguilar Criado, 2010). Estos productos son asociados por el consumidor con productos de mayor calidad, aportando una importante ventaja competitiva en el mercado al vincular la calidad del producto con la región (Lopes *et al.*, 2018; Martínez Ruiz y Jiménez Zarco, 2006; Menival y Charters, 2014; Rodrigo *et al.*, 2015; van Ittersum *et al.*, 2003).

La calidad de un producto agrícola (independientemente de si está ligado o no a una DOP o IGP) va a depender de la combinación de cinco factores principales: el clima, la topografía, el suelo, la variedad del cultivo y de como combinan entre sí todos estos aspectos (Jones *et al.*, 2004). Lo que en viticultura se denomina *terroir* (Van Leeuwen y Seguin, 2006) y que, para ser efectivo, necesita disponer de datos fiables, comparables y los más actualizados posibles.

La situación ideal en lo referente a los datos sería la existencia de un registro histórico de estos, el cual permitiría realizar un análisis de: la relación entre el cultivo y el clima, la capacidad productiva de la parcela o el cambio en el uso de la tierra (Iizumi y Sakai, 2020), algo que ya hace 800 años los monjes franceses empezaron a hacer en Borgoña (Wilson, 1998), ya que durante siglos recopilaban información sobre los viñedos y tras años de

observación, fueron los primeros en determinar las causas que influían en la diferenciación entre parcelas utilizando para ello la técnica de ensayo y error (McGovern, 2009; Sanchoyarto, 2015; Wilson, 1998).

1.1. FUENTES DE DATOS

La agricultura es una actividad tradicionalmente sujeta a la inestabilidad y la imprecisión, ya que depende de factores biológicos y climáticos, que añaden cierta incertidumbre al sistema. Una forma de subsanar este problema es mediante el incremento de los puntos y fuentes de datos. Al hacer esto, se aportan grandes cantidades de información que pueden mermar la incertidumbre creada (Pierce y Nowak, 1999).

En base a esta situación y para poder hacer frente al reto que supone la nueva PAC, se va a necesitar una importante cantidad de datos. Datos que deben abarcar los aspectos que afectan a los cultivos: (i) climáticos, (ii) edafológicos y (iii) agronómicos. En definitiva, una información que permita conocer con precisión cada una de las diferentes parcelas agrícolas.

En cuanto a los datos climáticos (i), se pueden obtener a partir de tres métodos diferentes:

- 1 **Fuentes de datos propias**, por ejemplo, a través de estaciones meteorológicas ubicadas a nivel de parcela las cuales proporcionarán datos climáticos *in situ*. El avance de las nuevas tecnologías ha propiciado el desarrollo de estaciones meteorológicas de bajo coste, capaces de medir, en tiempo real, parámetros como temperatura, humedad, velocidad del viento y su dirección, pluviometría, etc., además de permitir la interconexión con otros dispositivos (Brito *et al.*, 2017; Singh *et al.*, 2020).
- 2 **Datos provenientes de terceros**, como pueden ser los datos climáticos proporcionados por la Agencia Estatal de Meteorología Española (AEMET), que dispone de un sistema de descarga de datos climáticos (AEMET Datos Abiertos, s. f.). Estos datos se obtienen a partir de su amplia red de estaciones meteorológicas. Este método, es sin duda, menos preciso que el anterior, ya que es poco probable que la estación meteorológica de AEMET se encuentre lo suficientemente cerca de la parcela objeto de análisis como para que la información pueda considerarse como propia. En cualquier caso, la información climática provendrá de la estación meteorológica más cercana a cada parcela y por tanto, puede ser relevante. Información similar a la proporcionada por AEMET, también es comercializada a través de diversas empresas que proporcionan servicios comerciales similares.

- 3 Empresas suministradoras de datos climáticos que obtienen a partir de una **aproximación estadística mediante modelos matemáticos** (Suparta y Rahman, 2016). Estas empresas ofrecen una estimación de datos a partir de unas coordenadas basadas en el *Global Positioning System* (GPS). Por ejemplo, y volviendo al tema de los datos climáticos, se puede solicitar un histórico de datos climáticos para cada parcela, a partir de su ubicación GPS y en base a una estimación matemática.

De los tres métodos descritos anteriormente, el más efectivo a la hora de proporcionar datos objetivos a los agricultores es la utilización de dispositivos de recopilación de datos *in situ* (Tenzin *et al.*, 2017), ya que proporcionan información específica de la parcela y, además, lo pueden hacer en tiempo real.

Los siguientes grandes retos son los de obtener la información edafológica (ii) y agronómica de parcelas (iii). Esto es quizás el proceso complejo, ya que no existen bases de datos con la información necesaria. La principal herramienta disponible para ello es el Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC) que permite identificar geográficamente las parcelas declaradas por los agricultores. El sistema consta de un mosaico de ortofotografías digitales de todo el territorio nacional, sobre las que se superponen los planos parcelarios del catastro (rústico), mostrando la imagen geolocalizada de la parcela (Millán *et al.*, 2008).

El origen del SIGPAC se encuentra en el Reglamento Comunitario 1593/2000 en el que se ordenaba para 2005 la puesta en funcionamiento de un Sistema de Identificación de Parcelas Agrícolas (SIPA) mediante SIG, basado en ortofotografías y con una precisión mínima de 1/10.000 (Martín Navarro, 2017). Pero la realidad es que los datos proporcionados por el SIGPAC se limitan a la cartografía de la parcela y a los datos relativos al cultivo presente en ella, por lo que no permite obtener ni los datos edafológicos ni los agronómicos.

La obtención de estos datos (edafológicos y agronómicos) solo es posible mediante la cesión de estos por parte de los dueños de las parcelas, ya que solo la persona que gestiona una parcela puede conocer las labores culturales que se realizan en la misma, los riegos que se aplican, los costos de producción o la cantidad de materia orgánica que tiene el suelo.

La obtención de estos datos se ha realizado tradicionalmente mediante la utilización de encuestas agrarias o de campo (Martín *et al.*, 2014). Estas encuestas consisten en la realización de entrevistas a nivel de parcela, recabando los datos a través de los agricultores o dueños de las parcelas. Además, es importante mencionar en este punto que, en octubre de 2014, el *American Farm Bureau* (AFB), llevo a cabo una encuesta a un grupo de agricultores estadounidenses, entre los cuales, un 77.5% respondió que les preocupaba que la administración pública pudiera acceder a los datos que estaban facilitando (Carbonell,

2016). Este miedo por parte de los dueños de los datos obliga a pensar en el desarrollo de un sistema de recopilación de datos que sea respetuoso con la privacidad, de forma que la cesión de los datos no suponga un problema y, por tanto, estén dispuestos a cooperar y facilitar la información.

El sistema de las encuestas de campo solo se presenta como útil cuando se utiliza para recopilar información de pequeñas demarcaciones. Esto es debido a que la logística y el personal necesario para abarcar grandes áreas geográficas es considerable y más costoso (Johansen y Wedderkopp, 2010; López-Roldán y Fachelli, 2015), ya que en una explotación agraria los datos fluyen de manera constante (Wolfert *et al.*, 2017) y sería imposible disponer de los datos actualizados. Por ejemplo, una vez que se han realizado las encuestas y los datos han sido recopilados y procesados (el momento justo en que pueden empezar a usarse), nos encontraremos con una información desfasada. Esto es debido a que las parcelas encuestadas ya dispondrán de nuevos datos y, por tanto, se deberá reiniciar de nuevo el ciclo de recopilación y procesado, entrando en un continuo ciclo infinito de encuestas. Ante esta situación, es en este punto donde se debe empezar a plantear alternativas para la recopilación de información, y pueden ser las nuevas tecnologías las que deban proporcionar la solución.

Las nuevas tecnologías en la agricultura, dentro del contexto de las FCD, se plantean como la mejor opción para solucionar el problema de los datos y pueden hacerlo utilizando diversas tecnologías, como pueden ser:

- **Sistemas de información geográfica.** Se han usado durante décadas para la gestión territorial y medioambiental (Pucha-Cofrep *et al.*, 2017), y pueden proveer de información separada por capas, de forma que la información pueda ser filtrada o mezclada en función de las necesidades. En la Figura 1, puede observarse un ejemplo de la utilización de esta tecnología mediante el *software* basado en código abierto y gratuito desarrollado por la asociación gvSIG (2009).

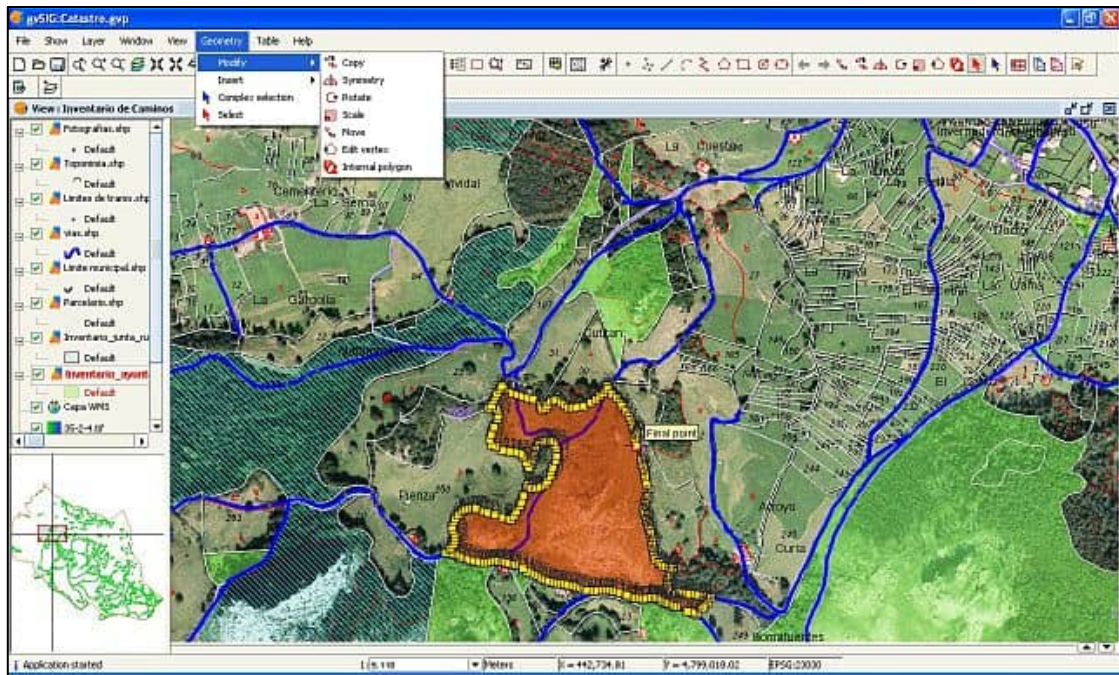


Figura 1: Software gvSIG para la gestión de Sistemas de Información Geográfica. Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/3/33/GvSIG_-_GIS.jpg, último acceso [07/08/2020]

- **Estaciones meteorológicas.** La utilización de estaciones meteorológicas a nivel de parcela es una herramienta clave para obtener datos objetivos y en tiempo real, sobre la situación climática de la parcela (Rekha *et al.*, 2017).
- **Internet of the Things (IoT).** Es una tecnología en auge que permite el desarrollo de sensores y automatismos a bajo coste (Nathani y Vijayvergia, 2017), y que proporciona un flujo constante de información. Aldea (2016) define este concepto propuesto por Kevin Ashton en 1999, como un “sistema donde la internet estaba conectada a nuestro mundo físico vía sensores ubicuos”.
- **Imágenes por satélite.** Podemos poner de ejemplo las imágenes del tipo *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI). Estas imágenes nos permiten diferenciar los distintos estados de crecimiento vegetativo (Figura 2), determinar cubiertas vegetales y medir la producción de biomasa (Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya, s. f.) de la parcela agrícola.

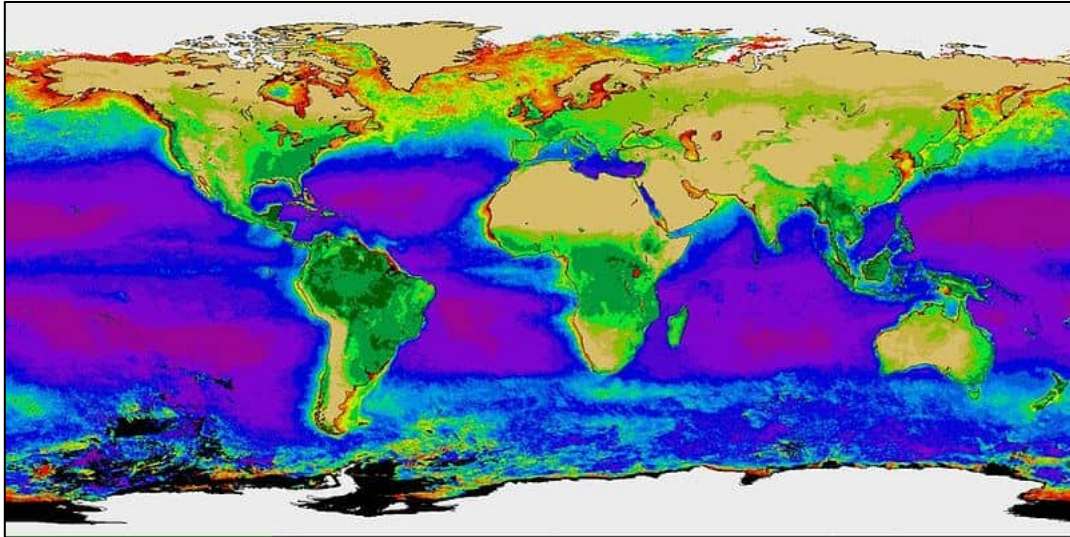


Figura 2: Ejemplo de imagen NDVI. Fuente: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/71/Biosphere_CZCS_NDVI.jpg, último acceso [07/08/2020]

- **Sistemas basados en *Global Positioning System (GPS)*.** Permiten ser integrados en la maquinaria (por ejemplo, en un tractor o una cosechadora) y conocer en tiempo real, las zonas de cultivo que han sido trabajadas (Stafford, 2000). En la Figura 3 se observa un tractor autónomo de la marca Case modelo IH, tractores no tripulados que son guiados por GPS y están programados para realizar ciclos optimizados de trabajo. Esta tecnología también puede utilizarse para controlar la flota de vehículos y maquinaria y conocer su posicionamiento en tiempo real por medio de GPS, tal y como hacen empresas de otros sectores como, por ejemplo, el de la logística, mediante el cual controlan la posición y distribución de toda su flota.



Figura 3: Tractor autónomo Case IH con tecnología "follow me". Fuente: https://en.wikipedia.org/wiki/Driverless_tractor#/media/File:Case_IH_745_XL,_Claas-M%C3%A4hrescher.jpg, último acceso [07/08/2020]

- **Drones.** Son utilizados para captar imágenes en tiempo real de las parcelas agrícolas, siendo capaces de recorrerlas y visualizarlas en cuestión de minutos. Puri, Nayyar y Raja (2017) determinan que la utilización de drones en agricultura puede (i) ayudar a realizar análisis de la explotación a partir de imágenes; (ii) ahorrar tiempo, sobre todo en explotaciones grandes, ya que los agricultores pueden utilizar los drones para inspeccionar sus parcelas; (iii) ser utilizados para la aplicación de pesticidas y tratamientos (**Figura 4**); (iv) integrarse con sistemas SIG permitiendo determinar patrones de vuelo optimizados, pudiendo reducir el tiempo empleado en una operación agraria realizada por el dron; (v) utilizarse de imágenes por infrarrojos o NDVI.



Figura 4: Utilización de drones en agricultura. Fuente: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:4X-UHJ_Agridrones_d.jpg, último acceso [07/08/2020]

- **Utilización de láser.** Es una tecnología que facilita la realización de la labor de nivelado del terreno con un alto grado de precisión, consiguiendo así una mayor regularidad de las parcelas, ya que permite automatizar las posteriores labores como pueden ser la siembra, los tratamientos fitosanitarios o recolección (Monreal Lera y López-Cuervo, 2005).

1.1.1. Tecnologías de gestión de datos geolocalizados.

El Open Geospatial Consortium (OGC) es una organización que representa a empresas, agencias gubernamentales, centros de investigación y universidades (OGC, s. f.). Su misión es la definición de estándares abiertos e interoperables dentro de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) y de la World Wide Web (WWW), todo ello, con el objetivo de facilitar el intercambio de información geográfica (Alonso, 2015).

Los estándares desarrollados por el OGC son:

- Web Map Service (WMS).
- Web Map Tile Service (WMTS).
- Web Feature Server (WFS).
- Web Coverage Service (WCS).
- Web Processing Service (WPS).

Estos protocolos deben de ser adoptados por cada país y a partir de ellos, desarrollar las infraestructuras necesarias para poder utilizarlos. A partir de aquí, la Comisión Europea a través de la Directiva Inspire (Infrastructure for Spatial Information in Europe) determinó las reglas generales para el establecimiento de una Infraestructura de Información Espacial en la UE, basada en las Infraestructuras de los Estados miembros (European Commission, s. f.).

De entre todos los protocolos Inspire, son los servicios WMS los que pueden resultar más útiles a la hora de utilizarlos para obtener información. Un servicio WMS permite a los usuarios el acceso remoto a imágenes de mapas mediante peticiones HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). Este estándar define un "mapa" como una representación de la información geográfica en forma de un archivo de imagen digital (MAPA, s. f.-b), es decir, se realiza una petición HTTP sobre un servicio WMS el cual podrá devolver imágenes (que sirven para generar mapas) e información geolocalizada, la cual será devuelta organizada por capas.

Los servicios WMS admiten una serie de operaciones básicas que están definidas por el estándar OGC (Gobierno de Aragón, s. f.):

a) GetCapabilities. Operación que describe los metadatos del contenido del servicio, definiendo los parámetros de respuesta soportados (Zhenguo Qian *et al.*, 2004). Entre los metadatos suministrados se suele incluir: el formato de imagen soportado, las diferentes capas disponibles, las condiciones de acceso, las condiciones de uso y las diferentes resoluciones de las imágenes.

Un ejemplo de la respuesta *GetCapabilities* generada por el SIGPAC se puede ver en la Figura 5.

```

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The document tree is shown below.

<WMT_MS_Capabilities version="1.1.0">
  <Service>
    <Name>OGC:WMS</Name>
    <Title>SIGPAC Web Map Service</Title>
    <Abstract>El servicio WMS de SIGPAC proporciona las capas de parcelas, recintos y árboles de frutos secos del SIGPAC. También proporciona las capas de tipo imagen correspondientes a la ortofoto vigente y las ortofotos históricas de las 5 últimas campañas del SIGPAC. La escala de visualización de cada capa en el servicio WMS es similar a la usada en el visor oficial del SIGPAC.
    </Abstract>
    <KeywordList>
      <Keyword vocabulary="ISO 19119 geographic services taxonomy, version 2.3">infoMapAccessService</Keyword>
      <Keyword vocabulary="ISO 19119 geographic services taxonomy, version 2.3">infoManagementService</Keyword>
      <Keyword>WMS</Keyword>
      <Keyword>CARTOGRAFIA</Keyword>
      <Keyword>FEGA</Keyword>
      <Keyword>SIGPAC</Keyword>
      <Keyword>ORTOFOTO</Keyword>
    </KeywordList>
    <ContactInformation>
      <ContactPersonPrimary>
        <ContactPerson>CAU SIGPAC</ContactPerson>
        <ContactOrganization>FEGA</ContactOrganization>
      </ContactPersonPrimary>
      <ContactPosition>Fondo Español de Garantía Agraria (FEGA), Subdirección General de Ayudas Directas - Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA)</ContactPosition>
    </ContactInformation>
    <ContactAddress>
      <AddressType/>
      <Address/>
      <City/>
      <StateOrProvince/>
      <PostCode/>
      <Country/>
    </ContactAddress>
    <ContactVoiceTelephone/>
    <ContactFacsimileTelephone/>
    <ContactElectronicMailAddress>cau-sigpac@tragsa.es</ContactElectronicMailAddress>
  </Service>
  <AccessConstraints>OtherConstraints. Acceso libre, pero se prohíbe la descarga masiva de porciones de cartografía. No se permiten valores de filas o columnas superiores a 2000 pixeles</AccessConstraints>
  <MaxWidth>2300</MaxWidth>
  <MaxHeight>2300</MaxHeight>
  <OnlineResource xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="http://wms.mapama.gob.es/wms/wms.aspx" xlink:type="simple"/>
</Service>
  <Capability>
    <Request>
      <GetCapabilities>
        <Format>text/xml</Format>
        <DCPType>
          <HTTP>
            <Get>
              <OnlineResource xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink" xlink:href="http://wms.mapama.gob.es/wms/wms.aspx?"/>
            </Get>
          </HTTP>
        </DCPType>
      </GetCapabilities>
      <GetMap>
        <Format>image/jpeg</Format>
        <Format>image/png</Format>
      </DCPType>
    </Request>
  </Capability>
</WMT_MS_Capabilities>

```

Figura 5: Resultado obtenido en pantalla tras acceder a la dirección web de la respuesta GetCapabilities.

Fuente:

<http://wms.mapama.es/wms/wms.aspx?SERVICE=WMS&VERSION=1.1.0&REQUEST=GetCapabilities>

5

Los principales parámetros en una petición GetCapabilities se pueden observar en detalle la Tabla 1.

Componentes	Obligatoriedad	Descripción
VERSION	Opcional	Versión de la especificación OGC.
SERVICE=WMS	Obligatorio	Tipo de Servicio al que va dirigida la petición.
REQUEST=GetCapabilities	Obligatorio	Tipo de operación.
Language=code	Opcional	Se obtiene el fichero de salida en el idioma solicitado.
FORMAT	Opcional	Formato de salida del metadato del servicio. Debe soportar por defecto text/xml.

Tabla 1: Parámetros soportados por una petición GetCapabilities. Fuente: IDEE, 2018

b) GetMap. Es una operación que devuelve un mapa a través de una imagen. Estos mapas suelen estar compuestos por una sola imagen o por un conjunto de imágenes (Zhenguo Qian *et al.*, 2004). En una petición HTTP se deben de incluir todas las variables de configuración requeridas para generar la imagen, aunque en algunos casos, si no se definen estas variables el servidor puede definir las por defecto (véase en la Tabla 2 las diferentes variables obligatorias frente a las opcionales).

Una petición *GetMap* requiere de una solicitud generada por una lista de parámetros que definen la petición realizada. En la Tabla 2 se observan los parámetros soportados por una petición *GetMap*, y la descripción y características de cada uno de ellos.

Componentes	Obligatoriedad	Descripción
VERSION	Opcional	Versión de la especificación OGC.
SERVICE=GetMap	Obligatorio	Tipo de Servicio al que va dirigida la petición.
LAYERS	Obligatorio	Lista de una o más capas, separadas por comas.
STYLES	Obligatorio	Estilo de visualización por capa requerida, separados por comas.
CRS=EPSG:identificador	Obligatorio	Sistema de Coordenadas de Referencia.
BBOX=minx,miny,maxx,maxy	Obligatorio	Esquinas del ámbito (inferior izquierda y superior derecha) en unidades CRS (<i>Coordinate Reference Systems</i>). Marco contenedor de la imagen.
WIDTH	Obligatorio	Ancho del mapa en píxeles.
HEIGHT	Obligatorio	Alto del mapa en píxeles.
FORMAT	Obligatorio	Formato de salida del metadato del servicio. Debe soportar por defecto text/xml.
TRANSPARENT	Opcional	Transparencia del fondo del mapa. Admite los valores TRUE o FALSE. El valor por defecto es FALSE.
BGCOLOR	Opcional	Valor del color del fondo RGB (Red Green Blue) en formato Hexadecimal. El valor por defecto es 0xFFFFFFFF.

EXCEPTIONS	Opcional	Formato en el que el WMS informa de las excepciones (errores). El valor de formato por defecto es el XML (Extensible Markup Language).
TIME	Opcional	Valor de tiempo en las capas deseadas.
ELEVATION	Opcional	Elevación de las capas deseadas.

Tabla 2: Parámetros soportados por una petición *GetMap*. Fuente: IDEE, 2018

Si se quisiera realizar una petición *GetMap* utilizando una combinación de parámetros (**Tabla 2**) a través del servicio WMS del Catastro, se tendría que hacer (por ejemplo) accediendo mediante una petición similar a la siguiente:

```
http://ovc.catastro.meh.es/cartografia/INSPIRE/spadgcwms.aspx?service=
wms&request=getmap&format=image.jpeg&bbox=512300,4663000,512500,4663200
&width=1000&height=1000&srs=epsg:23029&layers=cp.cadastralparcel
```

c) *GetFeatureInfo*. Es una operación que muestra la información asociada a un mapa generado mediante una operación *GetMap* como, por ejemplo, el valor de un objeto en una posición determinada (Zhenguo Quian *et al.*, 2004; IDEE, 2018). Es decir, esta funcionalidad facilitará el acceso a la información geolocalizada que se encuentra en el mapa generado a partir de las coordenadas definidas por la variable “BBOX”.

En la Tabla 3 se pueden observar los principales parámetros admitidos por una petición *GetFeatureInfo*, que al final se reduce a información vinculada a un punto definido por coordenadas y que está vinculado a un mapa.

Componentes	Obligatoriedad	Descripción
VERSION	Obligatorio	Versión de la especificación OGC.
SERVICE=WMS	Obligatorio	Tipo de Servicio al que va dirigida la petición.
Parámetros del mapa	Obligatorio	Copia parcial de una petición de mapas, que genera el mapa del cual se quiere obtener información. Cada mapa puede tener sus propias variables.
QUERY_LAYERS	Obligatorio	Lista de una o más capas, sobre las que se realiza la consulta, separadas por comas.
INFO_FORMAT	Obligatorio	Determina el formato de respuesta de la información sobre el objeto, utilizando el estándar

MIME (Multipurpose Internet Mail Extensions).

FEATURE_COUNT	Opcional	Número de objetos sobre los que se devuelve información. El valor por defecto es 1.
I=pixel_column	Obligatorio	Coordenada i del objeto en el mapa, utilizando píxeles. Algunas versiones pueden utilizar el parámetro X en vez de I.
J=pixel_row	Obligatorio	Coordenada j del objeto en el mapa, utilizando píxeles. Algunas versiones pueden utilizar el parámetro Y en vez de J.
EXCEPTIONS	Opcional	Formato en el que el WMS informa de las excepciones (errores). El valor de formato por defecto es XML.

Tabla 3: Parámetros soportados por una petición *GetFeatureInfo*. **Fuente:** IDEE, 2018

Un ejemplo del uso de *GetFeatureInfo*, para una coordenada X con valor de 495 y una coordenada Y con valor de 422 sería el siguiente:

```
http://www.ign.es/wms-inspire/redes-geodesicas?SERVICE=WMS&REQUEST=GetFeatureInfo&VERSION=1.3.0&LAYERS=RED_ROI&STYLES=&INFO_FORMAT=text/html&TRANSPARENT=TRUE&CRS=EPSG:4326&BBOX=39.6119902239286,-3.38968567403404,40.1753120232365,-2.71290330030717&WIDTH=1020&HEIGHT=849&QUERY_LAYERS=RED_ROI&X=495&Y=422
```

Y se visualizará en el navegador web que estemos utilizando (Firefox, Chrome, etc.) la información que puede verse en la Tabla 4. En este caso devuelve la información de un vértice geodésico ubicado en el municipio de Fuente de Pedro Naharro.

Campo	Valor
Nombre	Asaduras
Número	63233
Municipio	Fuente de Pedro Naharro
Provincia	Cuenca

Tabla 4: Resultado devuelto por una petición *GetFeatureInfo* en formato HTML

La visualización de mapas mediante un servicio WMS (*getMap*) no puede ser accedida directamente por el usuario, ya que, para poder utilizar la capa de mapas es necesario poder comunicarse con ellos en su mismo lenguaje. Por tanto, el acceso a un servicio de visualización de mapas WMS solo puede hacerse mediante un intermediario colocado entre el usuario y el servicio en sí. Estos intermediarios son denominados de forma genérica clientes y existen dos tipos de clientes para la visualización (Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía [IECA], 2017):

- **Cientes pesados.** Son programas informáticos desarrollados específicamente para gestionar información espacial y que necesitan ser instalados en un ordenador. Por ejemplo, el gvSIG Desktop que es un *software* para gestionar los Sistemas de Información Geográfica basado en *software* libre y desarrollado por la asociación gvSIG (<http://www.gvsig.com/>). Este “cliente pesado” tendrá que ser descargarlo desde la página web del desarrollador e instalarlo en el ordenador del usuario para poder utilizarlo.
- **Cientes ligeros.** No requieren de instalación de ningún *software* o componente en el ordenador del usuario y permiten la visualización de los mapas vía web (a través del navegador). Es decir, los clientes ligeros suelen ser utilizados como recursos *online*. Un ejemplo de cliente ligero muy utilizado en el sector agrícola es el visor de mapas del SIGPAC (<http://sigpac.mapama.gob.es/feqa/visor/>). Para utilizarlo, se tendrá que acceder a la página web y empezar a visualizar los mapas directamente sin necesidad de instalar nada en el ordenador.

El Gobierno de España ha desarrollado una amplia gama de servicios WMS con muy diversa información. En lo referente a la agricultura y el medioambiente se ha creado un importante catálogo de servicios (MAPA, s. f.-c) disponibles para su utilización.

Entre estos servicios, destaca el SIGPAC que aporta una capa de datos agrícolas vinculados a parcelas. La información proveniente del SIGPAC puede dividirse en dos tipos (Mirón Pérez, 2005): la información gráfica (los mapas) y los datos asociados a ellos (información alfanumérica).

En la Tabla 5, puede verse el desglose de los principales datos ofrecidos por el servicio WMS del SIGPAC mediante petición HTTP.

Información gráfica	Información alfanumérica
i) Delimitación gráfica referenciada de cada parcela.	i) Código de identificación SIGPAC.
ii) Recintos definidos por usos.	ii) Superficie medida del recinto.
iii) Superposición sobre ortofotografía.	iii) Superficie SIGPAC.
iv) Visión continua del terreno en todo el territorio nacional.	iv) Perímetro.
	v) Código de uso del suelo.
	vi) Incidencias detectadas
	vii) Coeficiente de regadío.
	viii) Número de árboles (si aplica)
	ix) Referencia catastral
	x) Municipio

Tabla 5: desglose de la información facilitada por el SIGPAC (Mirón, 2005)

En la Figura 6, se observa una ortofotografía proveniente del servicio WMS del SIGPAC donde se muestra el detalle de parcela y la delimitación parcelaria de la misma. Esta captura de pantalla proviene de la plataforma AGROEPSO en su versión 9.1, que, en posteriores capítulos de esta tesis, se explicará su desarrollo y características (punto 4.2). Más concretamente, la Figura 6 es un detalle de una parcela que ha sido geolocalizada por la plataforma AGROEPSO de forma automática, a partir de los datos del SIGPAC en posesión del agricultor que la dio de alta en el sistema.



Figura 6: Ejemplo de imagen generada a través de un servicio WMS. Fuente: software AGROEPSO versión 9.1, desarrollado en la presente tesis

1.1.2. Application Programming Interface (API).

Existen fuentes de datos externas accesibles mediante protocolos diferentes a los propuestos por la Directiva Inspire. Estas fuentes de información suelen ser accedidas a través de un *software* intermedio que sirve de conector entre la base de datos y la solicitud de acceso a los datos. Una API es, en resumen, un compendio de subrutinas, funciones, procedimientos y métodos, en el que dos sistemas externos se comunican entre ellos (Iniciativa Aporta, 2017).

El esquema de funcionamiento de una API puede resumirse en los siguientes seis pasos:

- 1 El usuario hace una solicitud mediante HTTP.
- 2 La solicitud es recibida y ejecutada por la API.
- 3 La petición llega al servidor y es procesada allí.
- 4 El servidor responde a la petición.
- 5 La API recibe la respuesta del servidor.
- 6 La respuesta llega al usuario.

Para entender el concepto de una API, solo hay que pensar en los diferentes formatos de enchufes que hay en todo el mundo. Si quisiéramos conectar un electrodoméstico

fabricado en España en un enchufe de Londres, tendríamos un problema. La solución sería la de conseguir un adaptador que permita la conexión entre el electrodoméstico y el enchufe de la pared. Esto es lo que hace una API, permite conectar dos sistemas diferentes.

En la Figura 7 puede verse un resumen del ciclo de un funcionamiento de una API.

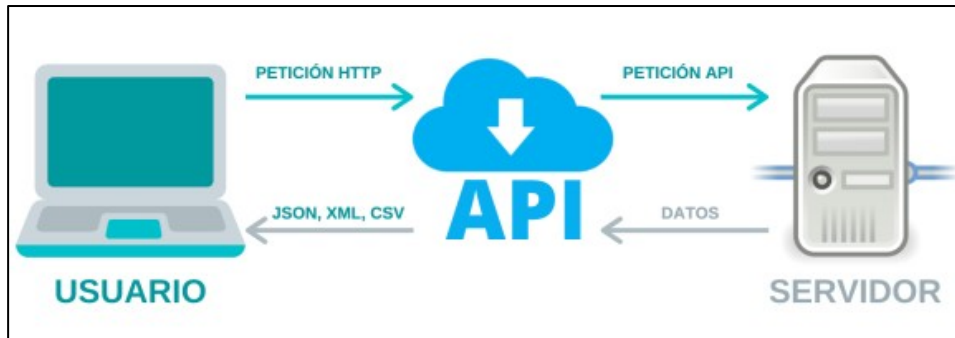


Figura 7: Ciclo de funcionamiento de una API. Fuente: https://www.seobility.net/en/wiki/REST_API

Principalmente, existen dos tipos de APIs (Sine *et al.*, 2015), por lo menos en lo referido a su nivel de acceso:

- **APIs públicas:** las cuales son accesibles por cualquier usuario. Compañías importantes como Google, Facebook, Microsoft, Apple, Amazon, etc., invierten en ellas. Un ejemplo de esto sería el caso de un usuario quiere registrarse en una página web y se le ofrece hacerlo utilizando una cuenta preexistente de Google o Facebook. Lo que está sucediendo en segundo plano es que el usuario se está registrando, utilizando el API de autenticación desarrollado por estas compañías.
- **APIs privadas:** suelen ser utilizadas con fines privados o comerciales. En este caso suelen tener un coste por su utilización.

El SIGPAC, anteriormente descrito como un servicio WMS, también dispone de un acceso vía API siendo en este caso una API pública. Para acceder a este servicio y obtener la información proporcionada por el SIGPAC, es necesario enviar una solicitud a la dirección web donde se encuentra la API. La solicitud debe incluir una serie de parámetros de configuración.

En el ejemplo siguiente, se solicita la capa de los recintos y se identifica la parcela a través de su código SIGPAC:

```
http://sigpac.mapama.gob.es/fega/ServiciosVisorSigpac/LayerInfo?layer=recinto&id=CODIGO_SIGPAC
```

En este caso, sí que se puede acceder directamente a la dirección web (no como sucedía con los servicios WMS). Para obtener una respuesta primero se debe conocer el código SIGPAC de la parcela.

En la Tabla 6 se muestra un ejemplo de código SIGPAC desglosado por parámetros y valores, aunque hay que comentar, que los valores no son reales, ya que no se han querido utilizar por motivos de privacidad de los propietarios de la parcela en cuestión. En cualquier caso, si los datos no son correctos, la respuesta del servidor no será válida.

El ejemplo detallado a continuación es un caso meramente explicativo, y con la única finalidad de comprender como se puede acceder a los datos mediante la utilización del código SIGPAC.

Código SIGPAC	Valor
Provincia	100
Municipio	4
Agregado	9
Zona	5
Polígono	32
Parcela	204
Recinto	12

Tabla 6: Valores del SIGPAC. Los valores no corresponden con ninguna parcela ya que han sido añadidos de forma aleatoria a modo de ejemplo

Ahora que se dispone del código SIGPAC, hay que concatenarlo mediante comas obteniendo la siguiente dirección web:

<http://sigpac.mapama.gob.es/fega/ServiciosVisorSigpac/LayerInfo?layer=recinto&id=100,4,9,5,32,204,12>

Si se accede a la dirección web anteriormente indicada, el resultado que se obtendrá en el navegador será un archivo en formato JavaScript Object Notation (JSON), el cual debería tener el aspecto del Código 1, el cual muestra una serie de valores que el SIGPAC dispone de una explotación agraria.

```
{ "id": ["100", "4", "9", "5", "9", "32", "204"], "isRecin": true, "vigencia": "02/01/2020", "query": [{"recinto": 12, "dn_surface": 6752.4628071505, "pendiente_media": 54, "uso_sigpac": "FY-FRUTALES", "admisibilidad": null, "superficie_admisible": null, "coef_regadio": 0, "incidencias": "126", "region": "0602 (2)"}], "parcelaInfo": {"provincia": "100 - ALICANTE", "municipio": "4 - ORIHUELA", "agregado": 9, "zona": 5, "poligono": 32, "parcela": 204, "dn_surface": 6985.87722349643, "referencia_cat": "100040032020500000SK"}, "convergencia": {"cat_fe_chaultimaconv": "2019-10-08T22:00:00.000Z"}, "vuelo": {"fecha_vuelo": 201800}, "arboles": []}
```

Código 1: Ejemplo de respuesta JSON del SIGPAC. Los valores no corresponden con ninguna parcela ya que han sido añadidos de forma aleatoria a modo de ejemplo

Por lo general, los formatos de respuesta de un API suelen ser mediante JSON o XML, aunque a veces, suelen emplearse otros formatos de salida como: Comma-Separated Values (CSV), HyperText Markup Language (HTML), Really Simple Syndication (RSS), y YAML Ain't Markup Language (YAML) (DuVander, 2020).

La respuesta del API (**Código 1**) termina mostrando (entre otros) los siguientes datos: la ubicación de la parcela, la superficie, la referencia catastral, el coeficiente de regadío, las incidencias ocurridas en la parcela, etc.

Existe un número importante de servicios similares al descrito anteriormente, los cuales pueden encontrarse con facilidad en internet. Algunos de ellos son servicios gratuitos, otros tienen limitaciones de uso y, por supuesto, existen servicios de pago o suscripción, los cuales suelen ofrecer un acceso sin limitaciones de uso.

Por ejemplo, se puede utilizar el servicio de Geonames (<https://www.geonames.org/>) donde podemos obtener gran cantidad de información geolocalizada a nivel mundial y todo ello bajo licencia *creative commons* (<https://creativecommons.org/>), en este caso existe un límite de solicitudes diarias y horarias. Este servicio gratuito se ha utilizado para el desarrollo de AGROEPSO, con el fin de calcular la altitud sobre el nivel del mar de las parcelas añadidas al sistema.

1.1.3. Fuentes directas de datos.

Existen algunas fuentes directas de datos, es decir, aquellas a las que se puede acceder directamente sin necesidad de utilizar un API o cualquier otra técnica. Estas fuentes de datos permiten la descarga o el acceso a la información (por lo general) vía web, todo ello sin necesidad de utilizar intermediarios.

Por ejemplo, el MAPA permite descargar el listado de productos fitosanitarios que están autorizados para uso agrícola, y puede hacerle mediante la siguiente dirección web:

<https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sanidad-vegetal/productos-fitosanitarios/registro/productos/ListadoProductos.asp>

El resultado es un archivo Excel con la base de datos completa de productos fitosanitarios autorizados por el MAPA. También se puede acceder a la mayor base de datos pública de alimentación y agricultura, se trata de la base de datos de FAOSTAT. Esta base de datos ha sido desarrollada por la FAO, y en ella se pueden descargar series de datos temporales e intersectoriales, así como gráficos que pueden ayudar a interpretar la información visualmente (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019), además, la información está ordenada por países y dispone de registros desde el año 1961 (<http://www.fao.org/faostat/es/#data>)

Por lo general, este tipo de fuentes de datos suelen ser genéricas y siguen sin aportar la información agronómica y edafológica que se requiere a nivel de parcela. En cualquier caso, siempre podrán ser una fuente adicional de información complementaria.

1.2. LEGISLACIÓN ESPAÑOLA.

Desde del día 1 de enero de 2013 todos los agricultores españoles tienen la obligación de disponer y complementar un cuaderno de explotación, según se detalla en el artículo 16 del Real Decreto 1311/2012, por el que cada explotación agraria mantendrá actualizado un registro de tratamientos fitosanitarios con la información especificada en el Anexo III del citado Real Decreto y que recibirá la denominación de “cuaderno de explotación”. El Real Decreto 1311/2012, en su artículo 16.1, establece que cada explotación agraria deberá mantener actualizado un registro de tratamientos fitosanitarios, en el que deberán anotarse todas las aplicaciones fitosanitarias realizadas.

Este registro de tratamientos fitosanitarios especificado en el Anexo III, junto con la Orden APA/326/2007 de 9 de febrero, recopilan todos los requerimientos legales que debe cumplir el “cuaderno de explotación”, incluida la obligatoriedad de estar en posesión del responsable de la explotación agraria.

Posteriormente, la legislación española a través del Real Decreto 1078/2014 del 19 de diciembre, establece los requisitos legales (normas de la condicionalidad) que deben cumplir los beneficiarios que reciban pagos directos (dentro de la PAC), determinadas primas anuales de desarrollo rural, o pagos en virtud de determinados programas de apoyo al sector vitivinícola.

La PAC ya no es un simple mecanismo de apoyo a un sector económico en la Unión Europea, se ha convertido en un instrumento fundamental del desarrollo en el ámbito rural

y de la protección del medio ambiente, en un aliado clave en la conservación y promoción de los servicios ambientales (García, 2020). La reforma de la PAC del año 2003 introdujo el concepto de condicionalidad, que incluía las buenas condiciones agrarias y medioambientales de la tierra y los requisitos legales de gestión en materia de medio ambiente, salud pública, zoonosis y fitosanidad, y bienestar animal. La Comisión Europea (s. f.) define la condicionalidad como un método que *“anima a los agricultores a cumplir las estrictas normas de la Unión Europea en materia de salud pública, fitosanidad y salud y bienestar de los animales. La condicionalidad contribuye a que la agricultura europea sea más sostenible”*, en otras palabras, la condicionalidad es un sistema que vincula los pagos de la PAC con una serie de obligaciones. Entre las normas cuyo cumplimiento se espera de los agricultores se incluyen (Comisión Europea, s. f.):

- Los requisitos legales de gestión, aplicables a todos los agricultores, independientemente de que reciban o no ayuda en el marco de la política agrícola común (PAC).
- Las buenas condiciones agrarias y medioambientales, que solo se aplican a los agricultores que reciben ayudas en el marco de la PAC.

El incumplimiento de las normas del sistema de condicionalidad puede implicar una reducción de las ayudas conforme a lo estipulado en el Real Decreto 1078/2014, de 19 de diciembre, por el que se establecen las normas de la condicionalidad que deben cumplir los beneficiarios que reciban pagos directos, determinadas primas anuales de desarrollo rural, o pagos en virtud de determinados programas de apoyo al sector vitivinícola.

Por lo tanto, será necesario por parte de las explotaciones agrarias llevar un registro documental sobre los cumplimientos de la condicionalidad, especialmente ante la posible realización de una inspección por parte de la autoridad competente, y en este caso, poder demostrar el cumplimiento de todos los requisitos de la condicionalidad.

El Real Decreto 261/1996, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, refleja que los órganos competentes de las Comunidades Autónomas, y que elaborarán en un plazo máximo de seis meses, desde la entrada en vigor del presente Real Decreto, uno o varios códigos de buenas prácticas agrarias.

A partir de toda esta legislación, las diferentes Comunidades Autónomas han desarrollado modelos de *“cuadernos de campo o explotación”* para ser usados en las diferentes explotaciones agrarias de sus regiones. Estos cuadernos suponen un registro documental de las actuaciones agrícolas llevadas a cabo en la parcela.

1.2.1 Legislación de la Comunidad Valenciana.

La Orden 10/2018, de 27 de febrero, de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, sobre la utilización de materias fertilizantes nitrogenadas en las explotaciones agrarias de la Comunitat Valenciana, en su anexo II, desarrolla el Código de Buenas Prácticas Agrarias de la Comunitat Valenciana (CBPACV) para la protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos de origen agrario.

La Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica, ha desarrollado su propio “cuaderno de explotación”, basado en los requerimientos del Real Decreto 1311/2012 y el desarrollo de la Orden 10/2018, adaptando la plantilla realizada por el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, poniendo a disposición de los ciudadanos una plantilla del mismo para que se pueda utilizar de forma sencilla por todos los interesados (Conselleria de Agricultura Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica [CADRECTE], s. f.).

El artículo 5 de la Orden 10/2018 establece los registros obligatorios que debe de tener cualquier explotación agraria de la Comunidad Valenciana:

- Cada parcela será identificada con su referencia SIGPAC, y se registrará la siguiente información:
 - ⇒ Todas las aplicaciones de lodos tratados realizadas conforme a lo establecido en la normativa reguladora de la utilización de lodos de depuración en el sector agrario.
 - ⇒ Las aplicaciones de efluentes de almazara realizadas, indicando la fecha de la aplicación y la dosis aplicada (m^3/ha).
- Las explotaciones agrarias ubicadas en las zonas designadas como vulnerables. Cada parcela será identificada con su referencia SIGPAC y se registrará en el cuaderno de explotación la siguiente información:
 - ⇒ Las aplicaciones de productos fertilizantes indicando: la fecha de la aplicación, el tipo de producto fertilizante utilizado, la cantidad de producto aplicada (kg) y su riqueza en nitrógeno.
 - ⇒ El sistema de riego utilizado, las fechas de riego y el volumen de agua utilizado en cada riego (m^3), la procedencia del agua y la concentración de nitratos presentes en el agua (mg/l) antes de la incorporación al agua del fertilizante nitrogenado (si aplica).

- Los registros contenidos en el cuaderno de explotación seguirán las obligaciones establecidas en el Decreto 5/2015, de 23 de enero, del Consell, por el que se regula la obligación de mantener la trazabilidad en los productos agrícolas de la Comunitat Valenciana desde su origen a su primera comercialización.

Junto con el registro de actividades plasmado en el "cuaderno de explotación", se debe guardar también, y por un plazo de tres años, la siguiente documentación:

- Facturas u otros documentos que justifiquen la adquisición de los productos fitosanitarios utilizados.
- Contratos con las empresas o personas físicas que hayan realizado los tratamientos fitosanitarios.
- Certificados de inspección de los equipos de aplicación de producto fitosanitario.
- Justificantes de entrega de los envases vacíos de los productos fitosanitarios en el correspondiente punto de recogida.
- Boletines de análisis de residuos de productos fitosanitarios realizados sobre sus cultivos y producciones, y en su caso, agua de riego
- Documentación relativa al asesoramiento recibido.
- Albaranes de entrega o facturas de venta de la cosecha.

El artículo 6 de la Orden 10/2018 establece (en referencia a la documentación adicional que se debe guardar por tres años), que las personas físicas o jurídicas titulares de las explotaciones agrarias deberán someterse a los controles e inspecciones que procedan, facilitando las actuaciones y aportando la documentación que les sea requerida.

El Decreto 5/2015, de 23 de enero, del Consell, por el que se regula la obligación de mantener la trazabilidad en los productos agrícolas de la Comunitat Valenciana desde su origen hasta su primera comercialización, en el que se establece que la protección de la salud de los consumidores es un objetivo básico de la legislación alimentaria, y por consiguiente, que los agricultores o empresas agrícolas que se dediquen a la producción agrícola con fines alimenticios, deberán cumplir con el Reglamento Europeo 852/2004 (que establece las normas de seguridad e higiene a lo largo de toda la cadena productiva hasta la comercialización), y además deberán llevar y conservar registros sobre las medidas aplicadas con el fin de controlar los posibles peligros durante todo el proceso, hasta la comercialización del producto, estableciendo un registro obligatorio de:

- Entradas y salidas de los productos agrícolas y medios de producción.
- Los titulares de explotación agrícola deberán constar en un registro oficial para acreditar su condición de productor y el ejercicio de su actividad a los efectos de la trazabilidad.
- Deberán identificarse todas las parcelas de la explotación, conforme a la normativa vigente e identificarlas conforme a su identificador SIGPAC.
- Los operadores agroalimentarios que tengan obligación de llevar algún tipo de registro deberán:
 - ⇒ Mantener los registros actualizados.
 - ⇒ Mantener los registros durante un período mínimo de tres años, excepto en lo relativo a los productos que contengan o estén compuestos por organismos modificados genéticamente, para los cuales el plazo mínimo de conservación será de cinco años.
 - ⇒ Poner los registros a disposición de las autoridades competentes en el ejercicio de las tareas de control e inspección.
 - ⇒ Facilitar los registros en formato electrónico, cuando el número de inscripciones anuales en el registro que corresponda sea superior a 500, a petición de la autoridad competente.

Por tanto, se establece un marco legal para la creación de registros documentales sobre las actividades desarrolladas en la explotación agraria, junto con una recopilación de datos agrícola de las parcelas y la trazabilidad de procesos, además de tener que mantener toda esta información debidamente actualizada y a disposición de la autoridad competente.

En base a esto, podemos deducir que los datos agronómicos a nivel de parcela existen y están en posesión de las explotaciones agropecuarias. A partir de aquí, el reto es encontrar un sistema para almacenar, gestionar y visualizar toda esta información que gestionan los agricultores.

1.3. ENTERPRISE RESOURCE PLANNING (ERP).

La agricultura, tal y como se ha comentado anteriormente, es una actividad tradicionalmente sujeta a la inestabilidad y la inexactitud. Esta peculiaridad es debida principalmente a su dependencia de los factores biológicos y climáticos, pero estos factores

no son los únicos sujetos a la variabilidad ya que existen otras fuentes de inestabilidad dentro de la agricultura.

Véase, por ejemplo, el caso de un suelo agrícola. El cual, puede sufrir variabilidades en la textura a lo largo de la parcela y, por tanto, si se realizase un análisis de este suelo, la toma de muestras debería realizarse en varios puntos representativos de dicha variabilidad. El objetivo entonces será el de aumentar el número de muestras para obtener una imagen más amplia de dicha variabilidad, de forma que se consiga un mejor conocimiento de suelo reduciendo así la incertidumbre del sistema.

Es en este punto es donde la agricultura de precisión se convierte en una de las principales soluciones a la situación planteada, ofreciendo la posibilidad de gestionar la toma de decisiones, en base a identificar, cuantificar y responder a la variabilidad propia de la agricultura (Leonard, 2016). En el uso de las nuevas tecnologías, y principalmente en la agricultura de precisión, se puede ir más allá y no limitarse a ser una mera herramienta tecnológica que envía información a un centro de datos.

Estos nuevos sistemas tecnológicos, pueden ser capaces de comunicarse entre ellos, optimizar las operaciones y, al final, enviar la información resultante de forma que permita su almacenamiento para su posterior análisis (Roblek *et al.*, 2016). Este concepto de interactividad entre dispositivos que crean redes complejas capaces de encontrar soluciones a problemas es lo que se denomina Industria 4.0 (Weltzien, 2016). La industria 4.0 supone la abolición de la separación tradicional del mundo físico y el mundo virtual, consiguiendo la fusión de la realidad con el modelo virtual (Braun *et al.*, 2018).

Un sistema basado en el concepto de agricultura 4.0, debería consistir en un proceso basado en cuatro fases o estados (Lee *et al.*, 2013):

- Recolección de datos.
- Centralización de los datos.
- Análisis predictivo de datos y desarrollo de modelos.
- Visualización de resultados y toma de decisiones basadas en datos objetivos.

La implementación de la industria 4.0 en la agricultura es el siguiente avance tecnológico y debe estar basado en un comportamiento más inteligente y predictivo de los sistemas (Latorre, 2018), y es aquí, donde la tecnología adquiere un papel principal ofreciendo nuevas soluciones a los problemas tradicionales.

Rad *et al.* (2015) establecen una arquitectura de cuatro etapas para los procesos basados en agricultura 4.0. Un ejemplo de este modelo sería:

- 1 Un sensor de humedad ubicado en la parcela realiza una medición.
- 2 Se comunica con el sistema central y envía los datos mediante un sistema de comunicación.
- 3 El sistema recibe la información y la analiza, llegando a la conclusión de que la humedad no es la adecuada para el cultivo.
- 4 El sistema responde y activa el sistema de riego solucionando el problema de humedad.

El ejemplo anterior no debe llevar a confusión, ya que no se limita a explicar un sistema en el que (i) un sensor detecta un problema, (ii) envía una señal a la centralita y como respuesta, (iii) se abre una válvula de riego.

La respuesta es mucho más compleja, ya que se trata de intercomunicar dispositivos para la toma de decisiones. Es decir, cuando el sistema recibe la información, el siguiente paso es el del análisis de los datos. En esta situación, se están teniendo en cuenta factores como, por ejemplo: ¿cuándo se produjo el último riego?, ¿cuál fue la temperatura media diaria recibida de la estación meteorológica?, etc. Toda esta información, junto con la utilización de modelos matemáticos y experiencias anteriores, determina el momento en que se inicia el riego, a la vez que decide el tiempo de riego necesario para ahorrar en recursos hídricos, consiguiendo una producción optimizada y maximizada.

Para hacer frente a estas situaciones es para lo que se plantea el *software* ERP. Esta tecnología empieza a utilizarse por las principales empresas del mundo en la década de los noventa (Olson *et al.*, 2018), surgiendo como una herramienta modular, capaz de realizar la mayor parte de las funciones de una organización (Peslak *et al.*, 2007) y prometiendo a las empresas una serie de beneficios como (May *et al.*, 2013):

- 1 Bajada en los costes de la organización.
- 2 Reducción del inventario.
- 3 Incremento de la productividad.
- 4 Optimización de la logística y recursos internos.
- 5 Aumento de la competitividad.

Un *software* ERP, es capaz de adaptarse a las necesidades de las empresas permitiendo configurar parámetros específicos conforme a sus necesidades (Verdouw *et al.*, 2015). Por lo tanto, una aplicación ERP debe de ser capaz de seguir uno de los principios básicos de la programación orientada a objetos, establecido por Martin (2013) : “*Software entities should be open for extension, but closed for modification*”, en la que se establece que un *software*, un *package* o una simple clase, debe disponer de una estructura central inmutable de forma que si queremos añadir funcionalidades o módulos al sistema, se pueda hacer sin tener que modificar el código base del programa.

Así, el *software* ERP tendrá una estructura realmente modular, que soportará todo tipo de ampliaciones y modificaciones, y proporcionará la opción de ir añadiendo módulos según las necesidades, todo ello sin verse afectado su núcleo de programación. Por ejemplo, y viendo los requerimientos legales establecidos en el punto 1.2 de esta Tesis (Real Decreto 1311/2012), se podría desarrollar un módulo para la gestión del “cuaderno de campo”, el cual es utilizado para llevar un registro documental de las operaciones que se realizan en la explotación agraria (situación concreta que se desarrollará en esta tesis en el punto 4.2.4) o incluso ir más allá y desarrollar módulos personalizados para una DOP y que pueda gestionar las etiquetas de sus socios, o permitir realizar inspecciones por parte de sus técnicos (punto 4.2.6). En definitiva, un *software* ERP está pensado para cubrir todas las necesidades de una organización.

En la Figura 8 puede verse un ejemplo de la estructura de un sistema ERP completo. Es importante remarcar que no todas las empresas necesitan todos los servicios de un sistema ERP y, por tanto, debe de ser un mecanismo flexible y adaptable a los requisitos de cada sector y empresa.



Figura 8: Diagrama de un sistema ERP donde todas las capas de negocio están intercomunicadas. Fuente: <https://www.goyasoluciones.com/que-es-un-erp/>

El sector ERP ha ido evolucionando a lo largo de los años. Empezó con las grandes empresas de *software* del momento (conocidas como las “Big 5”) estas empresas fueron: SAP AG, Peoplesoft, Oracle, BAAN y JDE (Meer, 2005), y terminaron posicionándose como referentes en aquel momento ganándose a grandes empresas y multinacionales entre sus principales clientes.

Ya en épocas más recientes los desarrolladores de *software* han buscado a la pequeña y mediana empresa usando el precio como incentivo, y utilizando conceptos como el de *Open Source* para disminuir costes de desarrollo (Olson *et al.*, 2018).

La consultora *Panorama Consulting Solutions*, en el informe de 2019 sobre las plataformas ERP (European Knowledge Center for Information, 2019), indicaba que el sector agrícola es uno de los que menos presencia tienen en el sector ERP. Esta situación en el sector es debida a que la agricultura ha sido considerada (en el mundo de los ERP) de forma tradicional como un sector poco apropiado debido principalmente a tres motivos descritos por Verdouw *et al.* (2015):

- Deficiente sistema de suministros.
- Inestabilidad en el proceso de negocio.
- Incertidumbre.

Con el paso del tiempo, el concepto y la filosofía de los sistemas ERP ha ido cambiado hasta evolucionar hacia el concepto de los ERP de segunda generación (ERP II). Este término fue utilizado por primera vez por el Gartner Research Group en el año 2000, cuando propusieron que el *software* debiera ir más allá de la propia empresa y debería recibir información de clientes, suministradores y socios de negocio (Surjit *et al.*, 2016). Esta nueva aproximación a los sistemas ERP, junto con conceptos como el *cloud computing*, IoT, *business to business* (B2B), *business to consumer* (B2C), permitirán el desarrollo de la tecnología que facilitará el proceso de toma de decisiones (Elragal y Haddara, 2012) en la nueva agricultura: la agricultura 4.0.

Valle *et al.* (2017), enumeran las características esperadas en un *software* ERP:

- Capacidad de representación gráfica, siendo esta característica una importante ayuda a la hora de la toma de decisiones.
- Las operaciones financieras y contables de la empresa deben ser gestionadas por un ERP.

- Soporte para gestión de costes y estocaje.
- Planificación y control de producción.
- Gestión de compras.
- Recursos humanos.

Mendizabal y Ibarbia, (2015), proponen otra característica adicional:

- Un *software* ERP debe de ser capaz de capturar la información de todas las áreas y centralizarla en una sola base de datos. Esto permite garantizar la unidad e integridad de los datos a los que accede cada departamento, evitando así, que tengan que volver a ser introducidos en cada módulo del programa.

Estos parámetros son perfectamente adaptables a la realidad de la agricultura, pero es necesario añadir algunas particularizaciones al respecto para el sector:

- Para desarrollar un ERP para agricultura los desarrolladores deben de comprender el sector y su funcionamiento. Kim *et al.* (2015) comentan los fracasos ocurridos en la agricultura coreana al intentar implementar sistemas ERP para agricultura. El principal problema fue el utilizar programadores que desconocían el funcionamiento y las características del sector agrícola.
- El *software* ERP, no suele ser desarrollado (desde su concepción) con la capacidad de trazabilidad, por lo que debe de ser una incorporación a las capacidades del sistema (Li y Zhao, 2010) siendo un requisito indispensable para la agricultura, además de un requerimiento legal (punto 1.2.1 en referencia al Decreto 5/2015, de 23 de enero, del Consell).
- Li y Zhao (2010) también comentan otro error en la integración del ERP, al no planificar un sistema que pudiera servir para cualquier tipo de usuario, independientemente de si es una multinacional de sector o un pequeño agricultor. El sistema debe de ser flexible y adaptable.
- Debe ser capaz de conectarse con sensores, estaciones meteorológicas o cualquier dispositivo capaz de aportar información sustancial al sistema (Roblek *et al.*, 2016; Weltzien, 2016), mediante un sistema estandarizado de datos (API).

- Servir de evidencia documental en el cumplimiento de los requisitos legales de una explotación agraria (Real Decreto 1311/2012). Por ejemplo, todo lo referente a gestión de fitosanitarios o los requisitos de condicionalidad de la PAC.

En base a todo esto, y pensando en el sector agrícola, un sistema ERP debe de ser un compendio de herramientas enfocadas a:

- a La gestión agronómica de la explotación, la gestión contable y documental y el cumplimiento con los requisitos legales.
- b Ser capaz de recibir información de manera constante de todos los dispositivos interconectados con él.
- c Disponer de una adecuada capacidad de almacenamiento y gestión de datos.
- d Poner a disposición del usuario final datos objetivos que sirvan para el proceso de toma de decisiones.

1.4. BIG DATA.

La adopción del término *Big Data* se produce cuando a principios del siglo XXI, ciencias como la astronomía y la genética debían gestionar un volumen de datos tan desproporcionado, que los ordenadores que utilizaban para procesarlos eran incapaces de responder ante tal demanda. Enfrentados a esta situación, los ingenieros de la época tuvieron que modernizar las herramientas disponibles, dando lugar a las primeras tecnologías de procesamiento de grandes cantidades de datos (Cukier *et al.*, 2016). El *Big Data*, generalmente es descrito como una nueva frontera dentro del mundo de las nuevas tecnologías, aportando a las compañías que lo utilizan una ventaja competitiva (Caesarius y Hohenthal, 2018). El concepto de este nuevo paradigma se basa en la gestión y almacenamiento de grandes cantidades de datos los cuales son analizados en busca de patrones o modelos (Patgiri y Ahmed, 2016; Sharma *et al.*, 2014).

Esta nueva forma de entender la relación entre la información y la empresa no debe de ser ajeno al sector agrícola, aunque en este sector, a pesar de toda la tecnología disponible el análisis de *Big Data* se encuentra todavía en las primeras etapas de desarrollo. Se llega a esta conclusión en base al limitado número de publicaciones científicas sobre el tema y a las escasas iniciativas comerciales al respecto (Kamilaris *et al.*, 2017; Islam *et al.*, 2019), aún así, empresas como Monsanto o John Deere llevan años utilizando el Big Data y desarrollando modelos predictivos en el sector agrícola (Carbonell, 2016). La adopción generalizada del

Big Data por parte del sector no va a ser sencillo y se tendrá que hacer frente a retos económicos y tecnológicos (Chen *et al.*, 2015; Cukier y Mayer-Schönberger, 2013):

- a) Los retos económicos relacionados con el *Big Data* van a ser los primeros a los que van a tener que hacer frente las empresas, y serán estas las que tendrán que decidir si el uso del *Big Data* será necesario para la organización, y por encima de todo, si el coste económico de su implantación merece la pena. Las empresas se enfrentan a una situación similar a la que se generó al principio de la década anterior cuando se debatió si el *cloud computing* era una estrategia apropiada y necesaria y si debiera ser integrada en las empresas (Aguilar, 2016). Hoy en día, el *cloud computing* es una realidad para las empresas, ya sea de forma directa o indirecta: servicios de email, copias de seguridad, programas ofimáticos y contables, páginas web, etc.
- b) Las empresas deberán afrontar una serie de retos tecnológicos para adoptar el *Big Data* en su organización. Entre ellos, destacan:
 - ⇒ **Estructura de almacenamiento de datos.** Es uno de los aspectos básicos, y va a poner a prueba las capacidades técnicas de la empresa (mostrando sus limitaciones) suponiendo uno de los mayores retos a afrontar (Bhat, 2018). Ante esta situación, habrá que tener en cuenta aspectos como: las necesidades del proyecto, los costes de instalación y mantenimiento, e incluso, la huella de carbono generada por la instalación.
 - ⇒ **La tecnología necesaria para integrar la información de fuentes externas en el sistema.** Sea cual sea la fuente, será necesario establecer un protocolo de comunicación entre dispositivos a través de un API de forma que se habilite a los dispositivos (como por ejemplo estaciones meteorológicas) a intercambiar información con la base de datos de forma segura (De, 2017).
 - ⇒ **La diversidad de formatos en función de la fuente.** Las colecciones de datos que provienen de diversas fuentes y la estandarización de estas, es una de las principales dificultades que tendrán que subsanar las empresas (Nguyen *et al.*, 2017). Los diferentes formatos de datos o las diferentes formas de estructurarlos pueden ser muy diversos, e incluso, contrarios entre sí. Esto supondrá un gran esfuerzo a la hora de ordenarlos o filtrarlos.
 - ⇒ **La calibración del sistema, la verificación de las fuentes y la seguridad de datos.** Las empresas tendrán que ser capaces de asegurar la calidad de los datos utilizados, legitimar las fuentes e implementar un sistema de seguridad e integridad de datos.

⇒ **La velocidad de procesamiento de datos.** Los sistemas tradicionales de bases de datos relaciones (*Relational Database Management Systems*) han sido los sistemas más usados desde 1970 (Corbellini *et al.*, 2017). Muestran una gran eficiencia, y por encima de todo, una considerable integridad a la hora de gestionar los datos. Pero estas bases de datos no fueron diseñadas para ser balanceadas y distribuidas en función de la carga, algo imprescindible cuando se manejan grandes cantidades de datos (Li y Manoharan, 2013). Es aquí donde se plantea el concepto de bases de datos no relacionales (NoSQL, donde estos sistemas muestran todo su potencial y funcionalidades en el análisis de datos, algo imposible para los sistemas no relacionales (Li y Manoharan, 2013; Bicevska y Oditis, 2017). En cualquier caso, una de las principales soluciones que están implementando las empresas es la utilización de sistemas de almacenamiento de datos híbridos, donde lo mejor de cada sistema es utilizado (Liao *et al.*, 2016).

Los datos necesarios para que el *Big Data* sea capaz de mejorar los resultados de la gestión de una explotación agraria seguramente provengan de diferentes fuentes. Estas fuentes principalmente estarán basadas en la agricultura de precisión (sensores, SIG, automatismos, estaciones meteorológicas, etc.) y generarán un constante flujo de información que, en algunos casos, pueden ser un reto para superar por parte del sistema, no solo en cuanto al volumen de datos en sí, sino a la forma en que la información es almacenada y posteriormente analizada.

Por tanto, el proceso del Big Data empieza con la recopilación de los datos, su posterior almacenamiento y finalmente su análisis.

1.4.1. Gestión de datos.

Sakr y Gaber (2014) establecen que cuando se trabaja con cantidades abrumadoras de datos (dentro del contexto del *Big Data*) y provienen de diferentes fuentes, se pueden definir tres características básicas:

1. **Volumen.** En referencia al tamaño de los datos con los que se trabaja.
2. **Velocidad.** Reflejando la transferencia de datos y los movimientos de las grandes cantidades de información.
3. **Variedad.** En referencia a la diversidad de formatos o estructuras, en que los datos pueden estar presentes, las relaciones entre ellos, etc.

Kamilaris *et al.* (2017) añaden dos nuevas características a la lista:

4. **Veracidad.** Estableciendo la calidad, fiabilidad y exactitud de los datos.
5. **Valoración.** La capacidad de los datos para propagar conocimiento y la innovación.

1.4.2. Almacenamiento de los datos.

Con el *Big Data* no se trata solo de disponer de grandes cantidades de datos, hay que ser capaz de disponer de una potente infraestructura de almacenamiento para todo ese volumen de datos. La computación en la nube (*cloud computing*) se presenta como una solución a estas necesidades ofreciendo un sistema de almacenamiento en la nube mantenido por terceros y gestionado vía internet (Arora y Parashar, 2013).

Esta tecnología es anterior al *Big Data*, y tiene las siguientes características (Mell y Grance, 2011):

- **Servicio bajo demanda (*on-demand self-service*).** El propio usuario determina la configuración del servicio, en función de sus necesidades, y sin la necesidad de la intervención de terceros. Por ejemplo, se puede ampliar o reducir la memoria RAM (*Random Access Memory*) de nuestro servidor a voluntad.
- **Acceso amplio desde la red (*broad network access*).** Las capacidades y servicios del sistema están disponibles a través de la red. Es decir, podremos acceder al servicio desde un ordenador, una tableta o un simple teléfono móvil. El ancho de banda y la latencia de la red son aspectos muy importantes de la computación en la nube y el acceso amplio a la red, porque se relacionan con la calidad del servicio ofrecido por la red (Novkovic, 2017).
- **Puesta en común de recursos (*resource pooling*).** Los recursos informáticos del proveedor se agrupan para servir a varios consumidores utilizando un modelo *multi-tenant* (multi-inquilino), con diferentes recursos físicos y virtuales asignados y reasignados según la demanda del consumidor. La idea consiste en que, si se dispone de un disco duro de 10 *gigabytes*, se pueda dividir mediante máquinas virtuales en cuatro discos de 2.5 *gigabytes* cada uno. Ahora, cada uno de ellos está trabajando como si fueran discos duros independientes y operando de forma simultánea, de manera que, si hay algún problema en uno de los procesos, no afecte al resto. Además, es más eficiente dividir el trabajo en cuatro procesos independientes y que trabajen simultáneamente que realizar todas las operaciones en un solo proceso.

- **Elasticidad rápida (*rapid elasticity*).** La elasticidad rápida permite a los usuarios solicitar automáticamente espacio adicional en la nube u otros tipos de servicios sin que afecte al sistema. Este sistema produce la sensación de que los recursos del servicio parecen infinitos y están disponibles automáticamente, a diferencia de lo que sucedía con los sistemas más antiguos, donde los límites de almacenamiento o memoria eran visibles de inmediato para un usuario (*What Is Rapid Elasticity?*, s. f.).
- **Servicio medido (*Measured service*).** Los sistemas en la nube controlan y optimizan automáticamente el uso de recursos. El uso de recursos puede ser controlado y visualizado, brindando transparencia tanto para el proveedor como para el usuario del servicio utilizado. Estos sistemas le permiten pagar solo por los recursos que utiliza y ponen a su disposición todas las mediciones y registros del sistema (Novkovic, 2017).

Existen tres tipos de servicios de computación en la nube, generalmente llamados la “pila de la computación en la nube” (*cloud computing stack*), debido a que estos servicios se construyen uno sobre otro (Microsoft, s.f.; Amazon Web Services, s.f.; IBM Corporation, s. f.), yendo desde el más básico hasta el más complejo:

- **Infraestructura como servicio (IaaS).** Es la categoría más básica de los servicios de almacenamiento en la nube. El proveedor del servicio proporciona una infraestructura de tecnologías de la información (TI) altamente automatizada y escalable (almacenamiento, alojamiento, computación, redes, etc.) y el usuario final solo paga por los consumos que realiza (Carey, 2018). Estos servicios aportan el hardware necesario y suelen estar orientados a administradores de sistemas que quieren tener un gran control sobre el servidor y su comportamiento.
- **Plataforma como servicio (PaaS).** Está dirigido a desarrolladores de aplicaciones, los cuales utilizan un SDK (Software Development Kit) o una API para construir una aplicación que utiliza los múltiples servicios ofrecidos por la plataforma (Garzas, 2016). Se basan en la idea de proporcionar el hardware (como el servicio IaaS) más una cierta cantidad de software de aplicación, así como la integración de lenguajes de programación y bases de datos sobre la cual puede construir su aplicación (Bhardwaj *et al.*, 2010).
- **Software como servicio (SaaS).** Se encuentra en la parte superior de la pila de computación en la nube, es decir, es un servicio que se ejecuta directamente en la estructura de computación en la nube de un tercero y que se accede directamente a

él a través del navegador (Garzas, 2016). Ejemplos de estos servicios son los ofrecidos por empresas como Netflix, Spotify, Paypal o Dropbox.

1.4.3. Análisis y gestión de los datos.

A principios del siglo XXI Google tenía un gran problema, tenía indexadas en su base de datos millones y millones de páginas web; el problema no era de almacenamiento, era de procesado de datos. Su motor debía buscar entre esa enorme cantidad de datos, clasificar las webs, ordenar los resultados de búsqueda en función del Page Rank, el algoritmo desarrollado por Google para ordenar los resultados en función de la relevancia de cada web (Page, 2001), y finalmente, devolver los resultados al navegador del usuario que había realizado la búsqueda (Somers, 2018).

Fueron dos ingenieros de Google, Jeff Dean y Sanjay Ghemawat, los que encontraron una solución al problema, y la llamaron: MapReduce. Un modelo de programación para procesar y generar grandes conjuntos de datos. Poco después Google ya lo estaba utilizando para: la generación de datos para el servicio de búsqueda web, la clasificación de información, minería de datos (*data mining*), aprendizaje automático (*machine learning*) y en muchos más sistemas (Dean y Ghemawat, 2004). La idea que hay detrás de MapReduce se basa en el concepto de dividir y distribuir todo el trabajo de análisis entre diferentes máquinas para optimizar el tiempo final de procesamiento.

MapReduce inspiró a Doug Cutting el desarrollo de Hadoop (<https://hadoop.apache.org/>), un proyecto de *software* libre que actualmente está siendo administrado por la Fundación Apache y que ha sido adoptado por grandes empresas a nivel mundial para la gestión del *Big Data*, como por ejemplo (Arora, 2020):

- El gigante Chino Alibaba, dueño de Aliexpress.
- El portal de telecomunicaciones estadounidense AOL.
- La empresa de comercio electrónico eBay.
- La red social más popular del mundo Facebook y su competidor Twitter.
- Spotify el servicio de *streaming* de música.

Pero esta tecnología no es solo para grandes empresas, también las pequeñas pueden tener acceso a ellas. Durante los últimos años, el coste de los componentes informáticos y el del almacenamiento ha disminuido drásticamente (Hurwitz *et al.*, 2013), junto con el hecho

de que existen una gran cantidad de proyectos basados en *software* libre que pueden ser utilizados (en muchos casos sin coste), y permiten la integración de tecnologías avanzadas como el *data mining* o el *machine learning* en todas las empresas interesadas en incorporarlas.

El Big Data ha democratizado la tecnología, permitiendo que empresas muy pequeñas puedan recoger grandes cantidades de información y consiguiendo así, que con muy poca inversión puedan dar mucho valor a sus datos (Puyol Moreno, 2014).

1.5. TOMA DE DECISIONES BASADAS EN LOS DATOS.

Con la gran cantidad de datos disponibles que hay en la actualidad, las empresas de casi cualquier industria se centran en explotar los datos en busca de ventajas competitivas (Provost y Fawcett, 2013), estas nuevas oportunidades están basadas en la recolección y análisis de la información. Como consecuencia de estas ideas surge el concepto de “toma de decisiones basada en datos” (*Data-driven decision making*), el cual hace referencia a la práctica de tomar decisiones en base al análisis de los datos y no en base a intuiciones (Provost y Fawcett, 2013; Brynjolfsson y McElheran, 2016), y todo ello utilizando hechos, métricas y datos para guiar decisiones estratégicas que se alineen con las metas, los objetivos y las iniciativas de una organización (Tableau Software LLC, s. f.).

A pesar de todo esto y aunque la información puede llegar a ser uno de los principales activos de una organización, hay que tener en cuenta que algo peor que no tener información disponible, es tener mucha información y no saber qué hacer con ella (Calzada y Abreu, 2009).

En la época actual, el análisis de datos debe realizarse utilizando la tecnología, por esto Power (2008) argumenta que la elección de un *software*, *package* o SaaS adecuado para el análisis de datos es esencial para proceso de toma de decisiones, y que se deberían tener en cuenta los siguientes aspectos:

- 1 Determinar sus funcionalidades y la capacidad de personalización de ofrece.
- 2 Coste de adquisición, implementación, mantenimiento, formación, etc.
- 3 La curva de aprendizaje.
- 4 Facilidad de instalación y configuración y, sobre todo, si es compatible con el resto de *software* de la empresa
- 5 Rendimiento: establecer la velocidad o capacidad del producto en el desempeño de sus funciones

- 6 Fiabilidad y reputación del vendedor o prestador del servicio, y el tipo de soporte técnico que ofrece.

Actualmente, muchas empresas ofrecen estos productos utilizando el formato de plataformas online basadas en SaaS, disponiendo de una interfaz simple e intuitiva, con soporte para subir nuestros datos directamente a la nube, un potente motor gráfico que nos muestra estadísticas complejas y, sobre todo, con unos costes en función del consumo que realizamos (Martino *et al.*, 2014).

La lista de empresas que ofrecen estos servicios es interminable, pero algunos de los servicios más conocidos y utilizados son:

- Google Big Query (<https://cloud.google.com/bigquery>)
- Datameer (<https://www.datameer.com/>)
- Oracle Big Data Appliance (<https://www.oracle.com/es/engineered-systems/big-data-appliance/>)
- Cloudera (<https://es.cloudera.com/>)
- Rackspace (<https://www.rackspace.com/es>)
- Amazon EMR (<https://aws.amazon.com/es/emr/>)

Además, muchas de estas plataformas ofrecen una API de conexión que permite incorporar su tecnología en el sistema ERP de la empresa, consiguiendo una integración total del servicio del ERP, como si fuera una funcionalidad más.

1.6. LA DENOMINACIÓN DE ORIGEN PROTEGIDA GRANADA MOLLAR DE ELCHE.

La ORDEN 12/2016, de 3 de junio, de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, aprobó el Reglamento de la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche (DOPGME) y su Consejo Regulador, todo ello se llevó a cabo tras la publicación por la CE del Reglamento de Ejecución (UE) 2016/83, de la Comisión, de 19 de enero de 2016, por el que se inscribió la DOPGME en el Registro de Denominaciones de Origen Protegidas y de Indicaciones Geográficas Protegidas.

La DOPGME hace referencia al fruto de la especie *Punica Granatum L.*, que procede de la variedad Mollar y que se caracteriza por su equilibrio entre acidez y azúcares, por tener una coloración exterior del amarillo crema al rojo y por la composición antociánica de los

arilos que le proporciona del color rosa intenso al rojo (Dirección General de Desarrollo Rural y Política Agraria Común [DGDRPAC], 2015).

Las explotaciones se distribuyen por 40 municipios de las comarcas alicantinas del Baix Vinalopó, L'Alcantí y Vega Baja, siendo estas comarcas del sur de Alicante la principal zona productora de granada de España (Martos *et al.*, 2019).

La obtención de la DOP reconoce que las granadas de Elche tienen una calidad diferenciada y que la variedad mollar posee unas características únicas debido a la zona geográfica donde se producen (DOP Granada Mollar de Elche [DOPGME], s. f.).

En la Figura 9 puede verse el sello utilizado por la DOPGME para acreditar el origen de las granadas.



Figura 9: Sello de calidad de la DOPGME. Fuente: <http://granadasselche.com/>, último acceso [23/08/2020]

1.6.1. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN DEL CULTIVO

El granado es originario Asia central, lo que hoy sería la zona de Irán (Holland *et al.*, 2009) y se ha extendido por los cinco continentes debido a su rentabilidad y la posibilidad de cultivo en zonas áridas, siendo menos exigente en cuanto a requerimientos hídricos que otros cultivos (Melgarejo Moreno, 2010).

Se conoce el cultivo de la granada desde hace al menos 5.000 años a través de la civilización Sumeria, aunque fueron los Fenicios los que la cultivaron por toda la región del Mediterráneo llegando finalmente a Grecia e Italia (en el 400 a. C.), hasta recabar finalmente en España desde donde terminó distribuyéndose por América (Chandra *et al.*, 2010).

Las primeras referencias comerciales sobre la Granada de Elche datan del año 1864, pero no fue hasta mediados del siglo XIX cuando el olivar empezó a sustituirse en Elche por huertos de granados, situación que desencadenó en que, a principios del siglo XX, el granado se hubiera convertido en el cultivo principal de la zona (DOPGME, s. f.), mediante

un largo proceso de domesticación, selección y mejora realizado por varias generaciones de agricultores hasta llegar a la variedad tradicional actual cultivada en la DOPGME (Martos *et al.*, 2019).

En la Figura 10 puede verse un detalle de cultivo de granada de la variedad Mollar en la zona del sur de Alicante.



Figura 10: Cultivo de granada (*Punica Granatum L.*) de la variedad mollar. **Fuente:** <http://granadaselche.com/>, último acceso [23/08/2020]

1.6.2. Clima

Los climas más apropiados para el cultivo de la granada son los de tipo tropical, subtropical y mediterráneo, aunque también puede desarrollarse en la mayoría de los climas templados, aunque en estos casos, el fruto no suele llegar a madurar y acaba siendo utilizado para uso ornamental (Vergara Gómez, 2014).

Desde el punto de vista climático, las comarcas del sur de Alicante tienen características térmicas y pluviométricas propias de una clima mediterráneo subtropical seco y semiárido, con un invierno que suele ser agradable y un verano muy caluroso; la pluviometría en la zona es muy variada, desde los 800 mm de precipitación de la Marina Alta, los 300 mm de la Vega Baja del Segura, los 238 mm de Elche y los 236 mm de Torreveija (Instituto Universitario de Geografía, s. f.) siendo la pluviometría media de la zona inferior a 300 mm.

En la Figura 11 pueden verse los datos medios de temperatura y precipitación de los últimos 30 años en la ciudad de Elche.

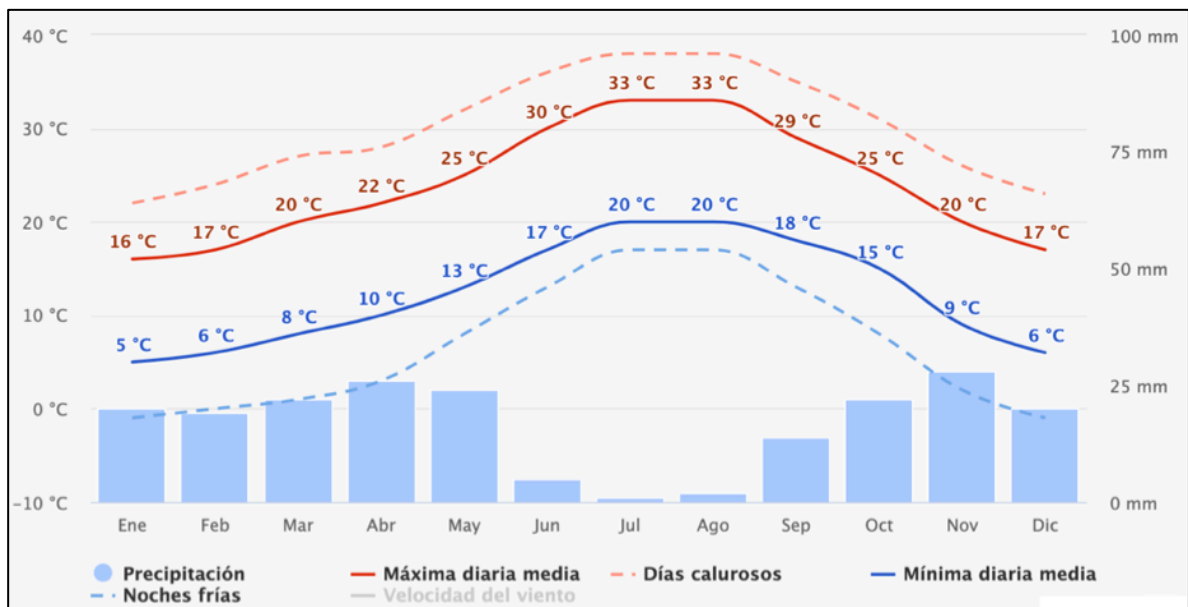


Figura 11: Datos medios climáticos de Elche de los últimos 30 años. **Fuente:** https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/elche_espa%20c3%b1a_2518559, último acceso [14/09/2020]

Esta situación de fuerte calor y lluvias escasas crea unas condiciones perfectas para el desarrollo del fruto (Martos *et al.*, 2019), ya que el granado necesita de una larga, calurosa y seca estación para poder desarrollar frutos de alta calidad (Holland *et al.*, 2009).

El viento es también un factor importante a tener en cuenta en el cultivo del granado, ya que al tratarse de una especie arbustiva y con una madera espinosa y flexible, le confieren una especial propensión al daño mecánico del fruto, a la rotura de las ramas y derribo de las plantas cuando se enfrentan a vientos de gran intensidad (Franck, 2010).

1.6.3. Suelo

El granado es un cultivo que se adapta muy bien a condiciones desfavorables del suelo como, por ejemplo: mal drenaje, niveles elevados de caliza o suelos moderadamente salinos (Melgarejo Moreno, 2010; Martos *et al.*, 2019), a pesar de que su suelo ideal es un suelo permeable, con buen drenaje, profundo, fértil y rico en humus (Mateo Box, 2005; Chandra y Badu, 1993).

En el libro *El entorno metropolitano de Alacant-Elx (2000)*, se definen los suelos de la zona sur de Alicante como suelos “formados a partir de depósitos aluviales y coluviales que se sitúan en los fondos del valle y llanuras de inundación, como consecuencia de los sedimentos erosionados provenientes de las montañas del interior; son suelos profundos, de texturas variables, bajo contenido

en materia orgánica y una presencia de carbonatos variable". En cuanto a la salinidad, se clasifican como suelos moderadamente salino bajo, tal y como se observa en la Figura 12, donde se pueden ver los niveles de salinidad del suelo en las principales zonas de cultivo del granado en la zona sur de Alicante (Martos *et al.*, 2019).

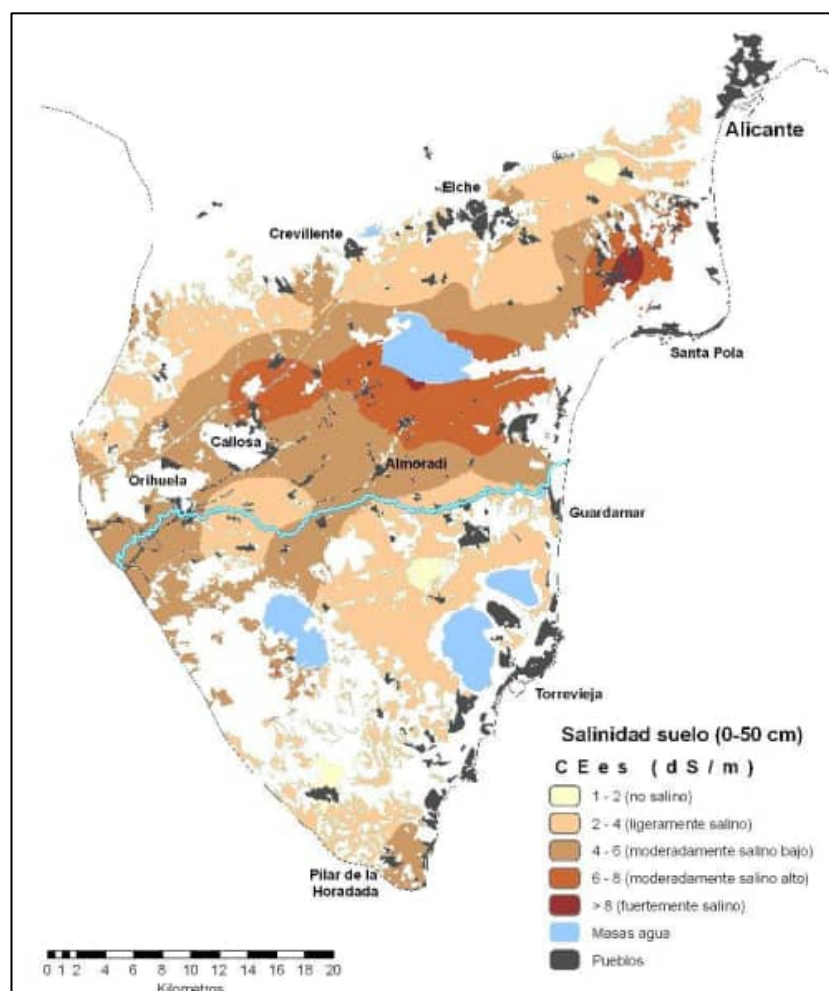


Figura 12: Niveles de salinidad del suelo en el sur de Alicante. **Fuente:** http://www.agrosal.ivia.es/imagenes/b_mapa_sal_Guardamar, último acceso [23/08/2020]

La mayoría de los suelos de la DOPGME donde se cultiva la granada, son de textura franco-arcillosa, un elevado pH (entre 8 y 9) y niveles de caliza activa y carbonatos muy por encima de los encontrados en otras zonas de cultivo (DGDRPAC, 2015).

1.6.4. El cultivo

El granado (*Punica granatum L.*) es un árbol pequeño (tipo arbusto) que puede llegar hasta los 5 m de alto, de hoja caduca, con una gran ramificación, con espinas y unas hojas de color verde de aspecto alargado y con una superficie lisa y brillante (Dodero *et al.*, 2019). Las flores del granado suelen ser de un color rojo y floreciendo entre los meses de mayo y

junio, produciéndose a la recolección del fruto durante el mes de octubre, aunque no todas las flores terminarán por convertirse en fruto debido a que el granado dispone de dos tipos de flores: las incompletas y las flores completas (El Blog de las Granadas de Elche, 2019-a), siendo las flores incompletas las más numerosas.

La granada se caracteriza por ser un fruto de forma globosa de entre 6 y 12 centímetros de diámetro, con un cáliz en forma de corona (**Figura 11**), siendo el color de su corteza muy variado desde el amarillo rojizo al rojo escarlata (López-Mejía *et al.*, 2010).

La clasificación botánica del granado puede verse en la Tabla 7.

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Mystales
Familia	Lythraceae
Subfamilia	Punicoideae
Género	Punica
Especie	Punica granatum

Tabla 7: Taxonomía del granado (Punica granatum L.). Fuente: Dodero et al. (2019).

En España se distinguen tradicionalmente dos grandes grupos de variedades con interés comercial: las Valencianas y las Mollares, caracterizándose el grupo de las Valencianas por presentar una menor calidad las Mollares (Melgarejo Moreno, 2010), siendo la variedad Mollar la más cultivada en España llegando a suponer un 96% de la producción nacional (Dodero *et al.*, 2019).

En la Figura 13 puede verse un primer plano de un fruto característico de una granada de la variedad Mollar cultivada en la DOPGME.



Figura 13: Detalle fruto del fruto de una granada de la variedad Mollar. Fuente: <http://granadaselche.com/>, último acceso [23/08/2020]

La variedad Mollar se caracteriza por (Calín Sanchez y Carbonell Barrachina, 2011):

- Tener frutos de gran tamaño.
- Ser un árbol vigoroso y de crecimiento rápido.
- El grando es grueso y con un color rojo oscuro, teniendo una semilla pequeña y blanda.
- El fruto madura entre los meses de octubre y noviembre.
- Es la variedad de mayor calidad, mayor calibre y la más productiva de todas las cultivadas en España.
- Su color externo no es el más llamativo (respecto a la intensidad de rojo que pueden alcanzar otras variedades), pero su grano es dulce y la semilla es el más blanda de todas las comercializadas, pudiéndose comer con facilidad (El Blog de las Granadas de Elche, 2019-b).

En lo referido a las características de la variedad Mollar, en la Tabla 8 puede verse un resumen de los principales valores analíticos del fruto.

Parámetro	Valor
Sólidos solubles totales (°Bx)	13.44 – 17.68
Acidez (%)	0.24 – 0.35
Porcentaje de zumo (%)	34.42 – 40
Fibra bruta (%)	3.8 – 7,9

Tabla 8: Análisis del zumo de granada de la variedad Mollar. **Fuente:** Cambayas, COOP V. (s. f.)

1.6.5. Situación actual de la DOPGME

La superficie cultivada de granada y su producción han aumentado en los últimos diez años hasta casi duplicar sus cifras, sin embargo, este aumento en la producción no se ha visto reflejado en el precio de venta del producto ya que, de hecho, este ha descendido un 30% en este mismo periodo de tiempo (Martos *et al.*, 2019).

El nuevo contexto económico actual, donde situaciones como el Brexit, el veto de Rusia a las importaciones o la competencia internacional (Mas, 2019), requieren de una apuesta clara por la calidad y la diferenciación del producto. En el caso de la DOPGME, la mejora de la calidad final del producto, avalada por sus características fisicoquímicas y organolépticas (C.R.D.O.P. Granada Mollar de Elche, s. f.), y la vinculación al territorio, certificadas ambas características por el sello de la DOPGME (Fernández, 2018), han sido sus apuestas claras para competir adecuadamente en el mercado.

Los productos de la DOPGME deben de ser un elemento de cohesión que se sumerja en el concepto de territorio, aportando un trasfondo histórico, social y cultural, y que debe de estar regulado institucionalmente a la vez que poseer una gran relación de proximidad y pertenencia al espacio donde se ubica (García, 2016).

Esta regulación institucional, proviene de la Orden 12/2016, de 3 de junio, de la Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, por la que se aprueba el Reglamento de la denominación de origen protegida Granada Mollar de Elche/ Granada de Elche y de su Consejo Regulador, la cual se desarrolla conforme a los objetivos establecidos por el MAPA (s. f.-a) dentro de las prioridades de la Estrategia 2020, buscando una economía basada en la cohesión social y territorial, el conocimiento y la innovación, y todo ello, en un contexto de creación de empleo, tal y como comenta la propia Orden en su preámbulo.

También se habla de como se pretende mejorar la calidad y la seguridad del producto y de todos los procesos derivados, estableciendo una serie de finalidades y funciones para el Consejo Regulador, de entre las que destacan:

- Establecer unas normas técnicas en base a criterios de calidad, control y tradición.
- Emitir las etiquetas y certificados pertinentes.
- Control sobre la producción y la calidad de esta.
- Desarrollar estudios y estadísticas sobre producciones y comercialización de productos.
- Establecer los requisitos de control en todas las fases del producto.
- Velar por el medio ambiente y el desarrollo sostenible de las zonas de producción.

En esencia, la DOPGME es una herramienta para la gestión del territorio, y tal y como se ha comentado a lo largo de los diferentes puntos de la introducción de esta Tesis, gestionar significa tomar decisiones, y estas decisiones deben de basarse en datos objetivos. La utilización de sistemas ERP para la recopilación de la información, gestión y procesado de los datos se plantea como una solución a los retos documentales, legales y administrativos a los que debe enfrentarse la propia DOPGME.

Un sistema ERP, gracias a su estructura modular, ofrece herramientas para la gestión de una FCD totalmente personalizadas. Por ejemplo, se pueden desarrollar módulos específicos para:

- Gestión de la calidad, mediante la implementación de un módulo de inspecciones (punto 4.2.6).
- Emisión de etiquetas y certificados mediante la plataforma ERP (en fase de desarrollo).
- Histórico de producciones y comercializaciones para poder realizar informes (puntos 4.2.4.8 apartado a) o un módulo de facturación (punto 4.2.5.1).
- Sistema de gráficas y estadísticas (disponible en todas las secciones del punto 4.2).

- Módulos de gestión ambiental como el de gestión de masas de agua (punto 4.2.4.4), el de control de tratamientos fitosanitarios (puntos 4.2.4.6 y 4.2.4.7), o las opciones de lucha contra plagas mediante tratamientos no químicos (punto 4.2.4.6 sección b), la gestión de los recursos hídricos (punto 4.2.4.8 apartado c) o la aplicación de fertilizantes (punto 4.2.4.8 apartado b).

Pero una plataforma ERP debe de ir más allá del mero hecho de ser una herramienta de gestión y recopilación de información, se trata de ofrecer una visión general de la situación, teniendo acceso a todos los datos del sistema y permitiendo gestionarlo como si fuera un todo.

Es quizás en este punto, el lugar adecuado para distinguir entre un simple programa de gestión agrícola (los cuales se pueden encontrar en el mercado con facilidad) y que se centran en la gestión de las parcelas o de la empresa, y un sistema global que permite centrarse en todo el ámbito de actuación de la DOPGME permitiéndole recibir información de todo el conjunto, de forma que pueda tomar decisiones sobre la gestión del territorio bajo su ámbito de actuación (puntos 4.2 y 4.4).

La DOPGME ha servido como modelo de prueba para la plataforma AGROEPSO, pero el sistema es exportable a otras FCD, empresas agroalimentarias o incluso pequeños agricultores, ya que es capaz de adaptarse a cualquier perfil de usuario, tal y como se comentó en el punto 1.3 en base a las experiencias de Li y Zhao (2010).

2. OBJETIVOS

El objetivo general de la Tesis es el diseño de un Sistema de Planificación de Recursos Empresariales (ERP) para el sector agrícola. La plataforma ERP será capaz de gestionar las necesidades agronómicas, documentales y legales de los usuarios que la utilicen, ofreciendo herramientas diseñadas a la medida de sus necesidades y recopilando información desde todas las fuentes de datos disponibles para posteriormente procesarla y poder conseguir metas tales como: aumentar producciones, disminuir costes, mejorar la trazabilidad de productos, reducir la huella de carbono u optimizar los consumos hídricos. El sistema será diseñado para ser utilizado por todo tipo de perfiles, desde el agricultor más pequeño hasta la gran multinacional ubicada en el territorio, con una capacidad de adaptación a los diferentes perfiles en función de las necesidades de cada usuario de la plataforma.

El sistema ERP va a ser aplicado al caso de la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche, con la intención de poner a prueba sus funcionalidades y obtener *feedback* por parte de los usuarios que permitan mejorar el sistema.

Este objetivo general se desglosa en los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar las necesidades tecnológicas y de gestión del sector, mediante una encuesta realizada al grupo de los agricultores, una entrevista personal para el grupo de técnicos y otra para el grupo de directivos, todos ellos pertenecientes a Figuras de Calidad Diferenciada y empresas de la Comunidad Valenciana.
2. Desarrollar un *software* de gestión global que permita al sector agrícola gestionar la administración agronómica, legal y documental de la explotación.
3. Desarrollar un sistema de intercomunicación entre los dispositivos tecnológicos de la agricultura de precisión y el *software* de gestión global.
4. Implementar el *software* en la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche y una vez integrado en sistema, adaptarlo y personalizarlo a sus necesidades específicas.
5. Geolocalización de parcelas agrícolas y la recopilación de los datos vinculados a ellas.

6. Conseguir una gestión integral de las parcelas por parte de los agricultores de la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1. DETERMINACIÓN DE LA NECESIDAD DE UN SISTEMA ERP EN LA AGRICULTURA ESPAÑOLA: ENCUESTA A AGRICULTORES Y ENTREVISTA A TÉCNICOS Y GESTORES.

3.1.1. RECOGIDA DE INFORMACIÓN

Antes de desarrollar la plataforma ERP es necesario conocer si es una necesidad y, sobre todo, qué características deben estar presentes para que sea realmente efectiva. En este sentido, se ha realizado una encuesta entre agricultores de las FCD de la Comunidad Valenciana. Por otro lado, se realizaron entrevistas personales en FCD y empresas de la Comunidad Valenciana, siendo los técnicos y directivos el personal entrevistado.

El tamaño de la muestra de agricultores fue de 400 personas, lo que supone un nivel de error del 5% con un 95% de nivel de confianza.

En el caso de los técnicos y directivos al ser el tamaño de la muestra mucho menor, se optó por realizar entrevistas personales. Las entrevistas se realizaron a un total de 21 técnicos y a 18 directivos de FCD y empresas.

Tanto las encuestas como las entrevistas se realizaron personalmente después de haberlas concertado mediante llamada telefónica o *email*. Algunas de las encuestas y entrevistas se llevaron a cabo durante las visitas a las diferentes FCD.

Para la realización de las encuestas y entrevistas se utilizó una tableta (modelo IPAD II) donde se recopiló toda la información utilizando una tabla *Excel*.

Se realizaron dos pre-test para poder detectar errores tanto en el formato como en el fondo. Los cuestionarios, tanto de las encuestas como de las entrevistas se dividieron en tres partes:

1. En la primera parte se preguntaron cuestiones referidas a: lugar de nacimiento, edad, años desempeñando el trabajo, nivel de estudios, etc.
2. La segunda parte se intentaba recabar información sobre las empresas en las que trabajaban: número de socios, volumen de negocio, número de empleados, etc.
3. Y en la tercera parte, se centraba en obtener información directa para validar el desarrollo de la plataforma ERP. Las preguntas se agruparon y clasificaron en cuatro bloques diferenciados.

Las preguntas de la tercera parte han sido codificadas siguiendo el procedimiento descrito en el Anexo 1. Los bloques de la tercera parte del cuestionario son los siguientes:

- Bloque 1. Análisis de percepción del software y la tecnología en la agricultura. En este primer bloque se realizaron preguntas relacionadas con la utilización de internet y las nuevas tecnologías (Anexo 1 Tabla A1.1).
- Bloque 2. Análisis de trazabilidad y registro de datos en las explotaciones agrarias. En el segundo bloque se pregunta sobre las necesidades de trazabilidad y registro en la empresa agrícola a través de las nuevas tecnologías (Anexo 1 Tabla A1.2).
- Bloque 3. Bloque de gestión y toma de decisiones. Se pregunta sobre la gestión general de la explotación y la utilización de la información para la toma de decisiones (Anexo 1 Tabla A1.3).
- Bloque 4. Bloque sobre la utilización de software y soluciones tecnológicas en la empresa. En este cuarto bloque se pregunta sobre la utilización de programas, aplicaciones o utilidades para la gestión de la explotación (Anexo 1 Tabla A1.4).

3.1.2. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) en su versión 12.0 para Windows («SPSS», 2020) para realizar las pruebas estadísticas Chi cuadrado de Pearson, U de Mann-Whitney y H de Kruskal-Wallis con el fin de analizar el comportamiento de los tres grupos en estudio, tanto de forma conjunta como bilateral.

3.1.2.1. CHI CUADRADO DE PEARSON (χ^2).

La χ^2 es una prueba de libre distribución (no paramétrica) que mide la discrepancia entre una distribución de frecuencias observadas y esperadas (Mendivelso y Rodríguez, 2018). Para el cálculo de χ^2 se utiliza la Fórmula 1.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \left[\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \right]$$

Fórmula 1: Fórmula para el cálculo de Chi cuadrado de Pearson. Donde O_i es el valor observado y E_i el valor esperado. Fuente: Mendivelso y Rodríguez (2018)

3.1.5.2. PRUEBA U DE MANN-WHITNEY.

La prueba U de Mann-Whitney, es una prueba no paramétrica que contrasta si dos muestras proceden de poblaciones equidistribuidas (Amat Rodrigo, 2017) y cuyos datos han sido medidos al menos en una escala de nivel ordinal. Esta prueba se utiliza para calcular el valor de U (**Formulas 2 y 3**) cuya distribución en muestras de más de 20 observaciones es bastante similar a una distribución normal («Prueba U de Mann-Whitney», 2020).

$$U_1 = n_1 n_2 + \frac{n_1(n_1+1)}{2} - R_1$$

Fórmula 2: Cálculo estadístico de U para la muestra 1, donde n_1 y n_2 son los tamaños respectivos de cada muestra, y R representa la suma de los rangos de las observaciones de cada muestra (R_1 para la muestra 1). **Fuente:** Marín Diazaraque, (s. f.)

$$U_2 = n_1 n_2 + \frac{n_2(n_2+1)}{2} - R_2$$

Fórmula 3: Cálculo estadístico de U para la muestra 2. **Fuente:** Marín Diazaraque, (s. f.)

Marín Diazaraque, (s. f.) indica que el programa SPSS cuando utiliza muestras pequeñas ($n \leq 30$) ofrece un nivel crítico bilateral exacto y asociado al estadístico U a partir del algoritmo de Dinneen y Blakesley (1973), mientras que para valores mayores ($n > 30$) ofrece una tipificación del estadístico U que se aproxima a una distribución normal $N(0,1)$. En la Formula 4 puede verse el cálculo del valor Z para el estadístico observado y el hipotético.

$$Z = \frac{U - \frac{n_1 n_2}{2}}{\sqrt{\frac{n_1 n_2}{n(n-1)} \left(\frac{n^3 - n}{12} - \sum_i \frac{t_i^3 - t_i}{12} \right)}}$$

Fórmula 4: Cálculo del valor Z entre el estadístico observado y el hipotético, en unidades de desviación estándar. **Fuente:** Marín Diazaraque, (s. f.)

3.1.5.3. PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS.

La prueba de U de Mann-Whitney es específica para comparar dos muestras independientes, pero si nos encontramos en el caso de disponer de tres muestras, deberá utilizarse la prueba de Kruskal-Wallis (Rivas-Ruiz et al., 2013), ya que puede considerarse como una extensión de la prueba de Mann-Whitney para 3 grupos de datos o más. El cálculo del estadístico de la prueba de Kruskal-Wallis puede verse en la Fórmula 5.

$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum_{j=1}^k \frac{R_j^2}{n_j} - 3(n+1)$$

Fórmula 5: Cálculo de estadístico de prueba para Kruskal-Wallis. Fuente: Alea et al. (2005)

Si la hipótesis nula es cierta, es de esperar que el rango promedio sea aproximadamente igual para las k muestras; cuando dichos promedios sean muy diferentes es un indicio de que H_0 es falsa (Alea et al., 2005).

3.1.5.3. CÁLCULO DE LA INTERPOLACIÓN LINEAL.

En algunas encuestas de campo realizadas, se ha ofrecido como respuesta una serie limitada de opciones con el fin de facilitar el trabajo al entrevistado. Las respuestas posibles y sus valores son:

- **Bueno.** Con un valor de 1.
- **Moderado.** Con un valor de 2.
- **Malo.** Con un valor de 3.

Imagínese un resultado medio a una respuesta ficticia de 1,2. Este tipo de resultados son difíciles de visualizar mediante gráficas, y por ello se ha optado por realizar una interpolación lineal para mostrarlos en base a porcentajes (%).

La ecuación de la interpolación lineal puede verse en la Fórmula 6.

$$y = y_1 + \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} (x - x_1)$$

Fórmula 6: Cálculo de un valor por interpolación lineal. Fuente: Hernández (2005)

A partir de dos series de datos conocidos (x_1, y_1) y (x_2, y_2) podemos interpolar los valores (x, y) a partir de cualquiera de ellos.

En el ejemplo actual, ante un valor de $x=1,2$ (el valor conocido) se puede interpolar el valor de y (valor desconocido) a partir de las dos series de datos conocidos: $(1, 100)$ y $(3, 0)$ obteniendo un valor de $y=90$. Esto es debido a que el valor máximo de la encuesta es 1 equivaliendo al 100%, mientras que el valor mínimo será de 3 correspondiendo a 0%.

3.2. DISEÑO DE UNA APLICACIÓN ERP PARA LA GESTIÓN AGRÍCOLA.

Se ha desarrollado una aplicación ERP para la gestión agrícola en base a una serie de principios básicos:

- 1 En la medida de lo posible (ya que no siempre lo ha sido), todo el software, *packages* y servicios utilizados deben estar basados en el concepto de *Open Source* (código abierto), con el fin de disminuir todo lo posible los costes de desarrollo. *Open Source Initiative* (s. f.) define el *software* de código abierto como un *software* de libre acceso, uso, cambio y que se puede compartir libremente (en forma modificada o sin modificar). También es importante resaltar, que este tipo de *software* suele ser de uso gratuito, aunque no siempre.
- 2 Debe de estar basado en tecnologías modernas y actualizadas.
- 3 Debe diseñarse en torno a una estructura modular, de forma que pueda ser ampliado con tantos módulos y funcionalidades como sea necesario.
- 4 Debe de disponer un sistema de comunicación entre dispositivos (mediante una API) que permita recopilar datos en tiempo real desde las diferentes parcelas, y debe de ser independiente del sistema principal.
- 5 Tiene que ser diseñado para que su funcionamiento y utilización por parte del usuario final, sea lo más sencillo posible.

A la aplicación ERP desarrollada se le ha puesto el nombre de AGROEPSO. Durante el desarrollo de la presente tesis se han ido desarrollando diversas versiones de la plataforma, hasta llegar a la versión 9.1. Esta versión que se ha utilizado por parte de los agricultores de la DOPGME para la gestión de sus parcelas, aunque actualmente ya está en desarrollo la versión 10.

En la Figura 14 puede verse un diagrama con el resumen del funcionamiento del sistema ERP y todas sus interconexiones.

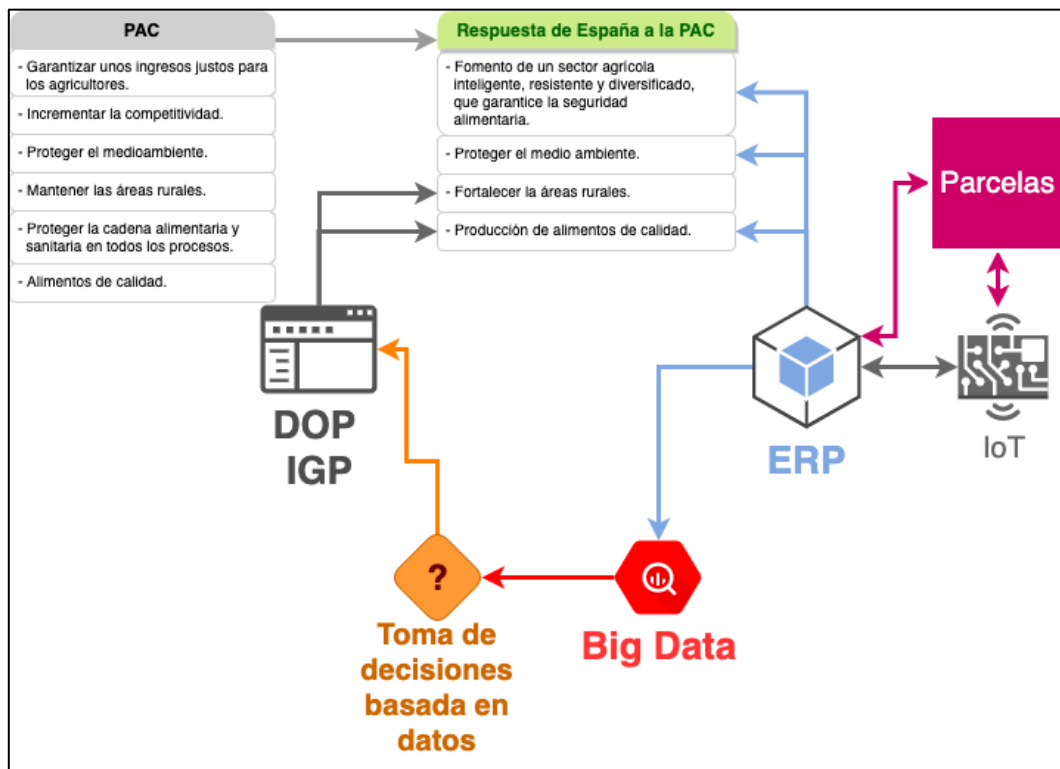


Figura 14: Diagrama explicativo de las interconexiones entre la PAC, las FCD, el ERP, Big Data y la toma de decisiones

3.2.1. Software y equipo utilizado para la programación.

Para el desarrollo de la plataforma ERP AGROEPSO se ha utilizado como unidad de trabajo principal un ordenador de sobremesa de la marca Apple con las siguientes características:

- iMac Retina 5K, 27 pulgadas.
- Procesador 3,5 GHz Intel Core i5 de 4 núcleos.
- 24GB de memoria DDR3.

A continuación, se describe el *software* de programación que se ha utilizado:

- Como editor de código se ha utilizado SublimeText versión 3 (Skinner, 2020).
- Para la gestión de las bases de datos, se ha utilizado Sequel Ace versión 2.1.6 (Sequel Ace, 2020).
- Como gestor de terminales, se ha utilizado iTerm2 versión 3.3.12 (Nachman, 2020).

- Para la gestión de dependencias PHP se ha utilizado Composer en su versión 1.10.1 (Adermann y Boggiano, 2020).
- Para la gestión de dependencias JavaScript se ha utilizado npm versión 6.13.7 (Schlueter, 2020).
- Para la gestión de versiones se ha utilizado GitHub Desktop versión 1.3.4 (*GitHub Desktop*, 2020).
- Para la evaluación y prueba de código se ha utilizado Tinkerwell versión 2.8.5 (Pociot, 2020).
- Para la instalación, gestión y configuración del servidor web local y la base de datos, se ha utilizado Laravel Valet versión 2.11 (Wathan y Otwell, 2020).
- Para el diseño de gráficos vectoriales se ha utilizado Graphic for Mac versión 3.1 (*Graphic*, 2020).

3.2.2. Diseño de la arquitectura del sistema.

Lo primero que hay que hacer a la hora de enfrentarse a un proyecto de desarrollo de *software*, es decir en qué lenguaje de programación se va a desarrollar. Esta decisión se debe basar en muchos parámetros, los más importantes deberían ser:

- Debe de ser un lenguaje de programación orientado a objetos (POO). En el punto 3.2.2.1 se ampliará este concepto vital para el desarrollo de AGROEPSO.
- Debe disponer de una gran comunidad de usuarios en torno a él, de forma que sea sencillo encontrar foros y lugares de comunicación entre programadores. Una buena parte de la programación consiste en encontrar soluciones a problemas en foros y comunidades de programadores.
- Ser lenguajes en continua evolución y desarrollo. Es muy fácil para un lenguaje de programación quedarse totalmente desfasado en poco tiempo.
- Al tratarse de una plataforma ERP basada en la web, deben de ser lenguajes pensados para la programación web.

Si se busca en la lista de lenguajes más utilizados (**Tabla 9**), se puede ver que entre los más empleados están tanto PHP (Hypertext Preprocessor) como JavaScript. Estos dos lenguajes basados en la programación orientada a objetos cuentan con una muy importante

comunidad de usuarios respaldándolos, están en continuo desarrollo y son, sin lugar a duda, dos lenguajes pensados para la web.

Ranking	Lenguaje
1	JavaScript
2	Python
3	Java
4	Go
5	C++
6	Ruby
7	PHP
8	TypeScript

Tabla 9: Ranking de lenguajes de programación según GitHub. GitHub es una forja (plataforma de desarrollo colaborativo) para alojar proyectos utilizando el sistema de control de versiones Git; actualmente es utilizado por 31 millones de programadores de todo el mundo y que desde 2018 es propiedad de Microsoft («GitHub», 2020). Gracias a la gran cantidad de programadores que utilizan sus servicios, todos los años publica un informe sobre las tendencias en el sector de la programación, incluyendo la lista de los lenguajes de programación más utilizados en 2019. **Fuente:** Zapponi (2019)

3.2.2.1. LENGUAJES DEL LADO DEL SERVIDOR Y DEL LADO DEL CLIENTE.

Los lenguajes de programación pueden ejecutarse en dos contextos diferentes: en el cliente o en el servidor. En el argot de programación, suele denominarse a la programación del lado del cliente como *front-end*, mientras que a la del lado del servidor se la denomina *back-end* (Márquez, 2010).

Cuando un lenguaje de programación se ejecuta del lado del cliente significa que el programa se está ejecutando en el navegador web que está usando el usuario como, por ejemplo: Firefox, Chrome, etc., es decir, el código se está ejecutando directamente en el ordenador del usuario (Luna *et al.*, 2017; Wood, 2018). Por lo general este tipo de lenguajes se utilizan para definir lo que el usuario ve, por ejemplo, si visitamos una página web cualquiera el *front-end* supone todo aquello que vemos en nuestro ordenador: el diseño, la maquetación, e incluso los “eventos”. Un ejemplo de “evento” sería cuando acercamos el ratón a una imagen y esta se amplía automáticamente, por lo general, este tipo de acciones suelen realizarse mediante programación con JavaScript (Cloudflare Inc., s. f.).

Siguiendo con el ejemplo anterior si, por otro lado, hacemos una consulta en el buscador de una página web, este utilizará la base de datos que se encuentra en el servidor. El proceso es sencillo, la página web envía una petición de búsqueda a la base de datos, se realiza la búsqueda y se devuelven los resultados al usuario. Todo este proceso de búsqueda se está haciendo fuera de nuestro ordenador, y para ello se está utilizando un lenguaje del lado del servidor como por ejemplo PHP (Introduction to the Server Side, 2019; “Server-Side Scripting”, 2020). A modo de resumen y de forma muy general, cuando un código de programación se ejecuta en nuestro ordenador, estamos hablando de un lenguaje de programación del lado del cliente; cuando el código se ejecuta fuera de nuestro ordenador (en un servidor en internet) es un lenguaje de programación del lado del servidor. Por lo tanto, para poder ejecutar una aplicación web es necesario contar con ambos entornos de programación, a no ser que simplemente se desee desarrollar una web estática que no realiza consultas a bases de datos y cuyo contenido no interacciona con un servidor, por ejemplo, muchas webs de empresas que son meramente informativas están programadas íntegramente con lenguajes del lado del cliente (Newson, 2017).

En la Tabla 10 pueden verse un listado de los principales lenguajes de programación para *front-end* y *back-end*.

Lenguajes del lado del cliente (<i>front-end</i>)	Lenguajes del lado del servidor (<i>back-end</i>)
JavaScript	PHP
VBScript	Ruby
HTML	Phyton
Applets de Java	Java
TypeScript	Go

Tabla 10: Listado de lenguajes de programación clasificados en base al lugar de ejecución: **Fuentes:** Jaiswal (2020) y Zapponi (2019);

3.2.2.2. PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS (POO)

La POO es un paradigma de programación en el que se utiliza el concepto de objeto para definir las diferentes unidades de un proceso, además de poder definir las propiedades y funcionalidades de cada objeto. Es decir, es una forma de programar basada en como formularíamos estas situaciones en la vida real (Morales, 2017).

Véase un ejemplo sencillo para entender el concepto de POO:

1. Imaginemos que se quiere crear un objeto al que se llamará “pajaro”.
2. Una vez que se ha creado el objeto, hay que definir las características y funcionalidades del objeto y sus vinculaciones.
3. Las características para el objeto “pájaro”, pueden ser ejemplo: pico, alas y plumas.
4. Y las funcionalidades del objeto: volar.

En el Código 2, puede verse la implementación de estas características y funcionalidades mediante PHP. Para ello se ha creado una clase (una plantilla que sirve para crear objetos a partir de propiedades y métodos), a la que se ha llamado “Pajaro.php”, y que define propiedades y funcionalidades propias de un pájaro.

```
<?php

class pajaro {

    // Características

    public $pico = true;

    public $alas = true;

    public $plumas = true;

    // Funcionalidades

    public function volar() {

        return true;

    }

}
```

Código 2: Ejemplo de programación orientada a objetos con PHP. Creación de la clase “Pajaro.php”

Supongamos que se quisiera que el objeto “pájaro” no tuviese plumas. Para hacer esto con POO, solo se tendría que modificar la propiedad “plumas” una vez se ha creado el objeto “pajaro”. Es decir, se accede al objeto “pájaro” y se le cambia la propiedad “plumas” con el nuevo valor “false”.

En el Código 3 puede verse un ejemplo de como se cambia una propiedad de un objeto utilizando PHP.

```
<?php

//Creamos el objeto

$objeto = new pajaro();

//Modificamos la propiedad

$objeto->plumas = false;
```

Código 3: Ejemplo de programación orientada a objetos con PHP. Modificación de objeto.

Si ahora (tras la modificación realizada en el Código 3), si se llamará al objeto “pajaro” se observaría que no tiene plumas, es decir, el valor para la propiedad “plumas” debería ser “false”. Si no se utilizase la POO, se tendrían que crear dos códigos diferentes: uno para un “pajaro” con plumas y otro para un “pajaro” sin plumas, con la POO se evita hacer esto al poder crear dos objetos “pajaro” y poder modificar sus propiedades individualmente (**Código 4**).

```
<?php

//Creamos el objeto “pajaro1”

$pajaro1 = new pajaro();

//Creamos un segundo objeto “pajaro2”

$pajaro2 = new pajaro();

//Y ahora le quitamos las plumas al segundo objeto

$pajaro2->plumas = false;
```

Código 4: Ejemplo de programación orientada a objetos con PHP. Creación de dos objetos a partir de una sola clase.

Ahora en el Código 4 se dispone de dos objetos “pajaro”, uno de ellos con plumas (pajaro1) y otro sin plumas (pajaro2), y todo ello con solo escribir el Código 2.

Hay que tener en cuenta que, si se quisiera hacer todo esto sin POO, el código necesario se incrementaría de forma considerable, además se repetirían secuencias de código innecesario.

3.2.2.3. EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PHP.

PHP es un lenguaje de programación creado inicialmente por el programador Rasmus Lerdorf en 1994. PHP es el acrónimo de *Hypertext Preprocessor*. Es un lenguaje de código abierto, interpretado, de alto nivel y que se ejecuta en el lado del servidor (Fossati, 2018).

PHP es por tanto un lenguaje de programación que puede utilizarse sin coste alguno, y este es uno de los motivos por lo que es el lenguaje de programación más utilizado para el desarrollo de páginas web. De hecho, las principales empresas de internet lo utilizan, entre ellas destacan: Facebook, Wikipedia, Yahoo, Spotify y Blablacar (Gurmak, 2019).

PHP utiliza la arquitectura denominada cliente-servidor (**Figura 15**), en el que un programa (cliente) realiza peticiones a otro programa (servidor) recibiendo de este una respuesta.

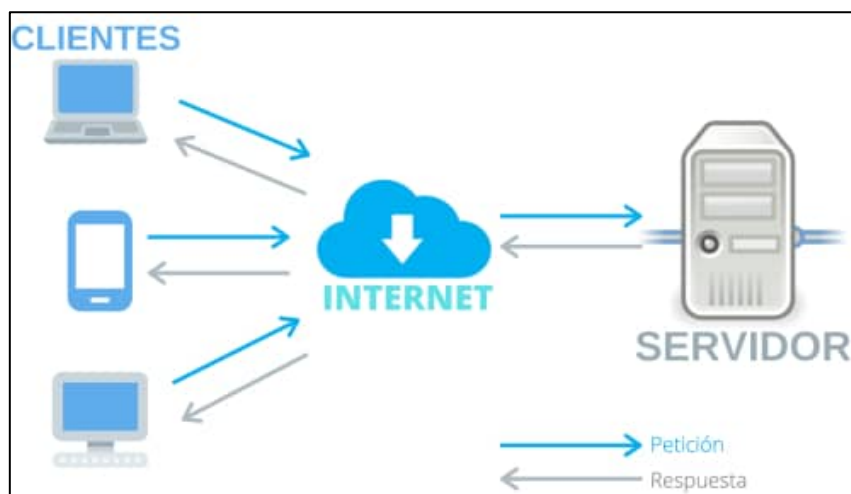


Figura 15: Diagrama de un modelo cliente-servidor

Un ejemplo de una arquitectura cliente-servidor sería la propia internet, donde ordenadores dispersados por todo el mundo pueden conectarse entre sí a través de un cliente, el proveedor de internet que les da servicio. Entre las ventajas de utilizar PHP se encuentran:

- Es fácil de aprender y tiene una curva de aprendizaje pequeña, en comparación con otros lenguajes (Quigley y Gargenta, 2006), además es un lenguaje con una muy buena documentación oficial y muchos ejemplos.

- Es compatible con los principales sistemas operativos del mercado: Linux, Microsoft Windows, Mac OS X, Solaris, etc., tal y como explica Fossati (2018), todos los servidores ya sean físicos o en la nube tienen soporte nativo para PHP.
- La sintaxis, basada en el lenguaje de programación C es un atractivo para que estos programadores opten por PHP como lenguaje de programación web («PHP Syntax and Semantics», 2020).
- Al ser un lenguaje interpretado, la gestión de memoria no tiene que hacerla directamente el programador, ya que la realiza el propio PHP mediante una técnica denominada “recolección de basura” (Labra Gayo, 2003).
- PHP ha evolucionado hasta convertirse en un robusto lenguaje basado en POO.
- A partir de la versión 7, PHP se ha convertido en un lenguaje de programación muy rápido duplicando la velocidad respecto a su versión anterior, la versión 5 (ExchangeCore, s. f.).
- Es compatible con los principales motores de bases de datos.
- Tiene una gran comunidad de usuarios, por lo que es fácil encontrar por todo internet: tutoriales, cursos, guías, consejos y, sobre todo, un gran ecosistema construido sobre él:
 - Una gran cantidad de *frameworks* de desarrollo como, por ejemplo: Symfony, Zend, CakePHP o Laravel. Este último ha sido el utilizado para desarrollar toda la programación del lado del servidor de la aplicación ERP descrita en esta tesis.
 - Millares de librerías de código abierto.
 - Sistemas de gestión de contenido como: Wordpress, Magneto, Drupal, Moodle, etc.

En la Figura 16 puede verse la comparativa de velocidad entre las diferentes versiones de PHP que se han ido generando a lo largo de la historia. Se puede apreciar que la versión 5.3 tiene un tiempo de ejecución de 8.06 segundos, mientras que la versión 7 utiliza un tiempo de 4.5 segundos, casi duplicando la velocidad de la primera.

Para el desarrollo de AGROEPSO se ha utilizado PHP en su versión 7.2 (Rasmus Lerdorf, 2020), siendo una versión estable y perfecta para el desarrollo de aplicaciones web.

La versión 8 de PHP está prevista para ser lanzada en noviembre de 2020 y va a suponer una actualización muy importante en el lenguaje de programación. Esta nueva

actualización del lenguaje supondrá unos cambios importantes, una gran cantidad de nuevas funcionalidades y una considerable mejora de rendimiento. Estos cambios podrán suponer problemas para las versiones anteriores y, por tanto, se deberán preparar los proyectos desarrollados mediante la versión 7 para su adaptación a los nuevos cambios sea asumible por las empresas (Roose, 2020). La versión 10 de AGROEPSO será compatible con PHP 8.

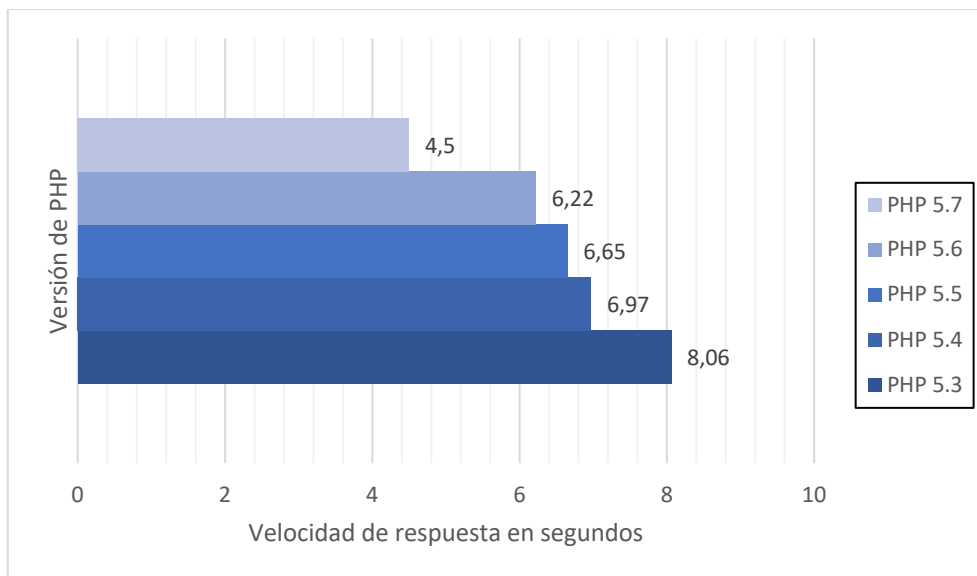


Figura 16: Test de velocidad de sobre diferentes versiones de PHP. Fuente: ExchangeCore (s. f.)

3.2.2.4. EL LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN JAVASCRIPT.

A principio de los años 90, con las aplicaciones web cada vez más complejas, Brendan Eich, un programador de Netscape, pensó en la necesidad de utilizar un software que se ejecutara en el navegador y no en el servidor (hay que recordar que el ancho de banda de internet de los 90 no era como el actual) con el propósito de ganar velocidad de ejecución, así fue que en 1995 se lanzó la primera versión del lenguaje denominada: LiveScript (Eguíluz, 2009).

JavaScript es el lenguaje de programación más utilizado (Zapponi, 2019), y ya no es un proyecto utilizado única y exclusivamente para el desarrollo web, proyectos como NodeJS, VueJS o React Native lo han llevado al ámbito de la programación del lado del servidor (Luna, 2019), como PHP o Java. A pesar de esto, su principal utilización es como lenguaje de programación del lado del cliente.

JavaScript es un lenguaje de programación basado en prototipos, dinámico, de un solo hilo, multiparadigma y que al igual que PHP, está basado en la programación orientada a objetos (Mozilla, s. f.). Una de las ventajas que tiene JavaScript es que se encuentra integrado

en el motor de todos los navegadores modernos, por lo que puede ejecutarse sin necesidad de instalar ningún *software* adicional (Luna, 2019). La versión utilizada por los navegadores modernos suele ser la que utiliza el estándar ECMAScript versión 6.

JavaScript ha sido la base de numerosas librerías y *frameworks* de desarrollo como:

- AngularJS, desarrollado por Google (<https://angularjs.org/>).
- ReactJS, desarrollado por Facebook (<https://es.reactjs.org/>)
- VueJS, uno de los que está experimentando un mayor crecimiento, y el que se ha utilizado para el desarrollo de la programación del lado del cliente del ERP descrito en esta tesis (<https://vuejs.org/>).
- NodeJS, desarrollado para utilizar JavaScript del lado del servidor (<https://nodejs.org/es/>).
- AlpineJS, el más reciente (<https://github.com/alpinejs/alpine>) y que es la opción elegida para la versión 10 de AGROEPSO.

Un ejemplo básico de la utilización de JavaScript se puede ver en el Código 5.

```
<script>

  document.write("En su pantalla aparecerá este mensaje...");

</script>
```

Código 5: Ejemplo básico de código JavaScript que muestra en pantalla el código entrecomillado.

Entre las ventajas de utilización de JavaScript, destacan (Herrera, 2020):

- Es un lenguaje sencillo de aprender con una curva de aprendizaje muy baja.
- Tiene un tiempo de ejecución muy rápido.
- Es un lenguaje multiplataforma que es compatible con los principales navegadores y dispositivos.
- Cuando funciona del lado del servidor, disminuye la carga del servidor web.

- Al poder funcionar como lenguaje del lado del servidor se puede utilizar para desarrollar tanto el *front-end* como el *back-end*.

Para el desarrollo de AGROEPSO se ha utilizado la versión ECMAScript 2016 (Eich, 2016).

3.2.2.5. EL FRAMEWORK LARAVEL.

Cíceri (2019) define un *framework* (entorno de desarrollo) como “un conjunto de estructuras y componentes de software predefinidos e interconectados que sirven de base para la organización y desarrollo de sistemas con propósitos generales”, es decir, es una especie de esqueleto base para el desarrollo de *software* que va a permitir un ahorro importante en tiempo de programación.

Los *frameworks* suelen ser un compendio de componentes y librerías de código ya existentes, que son ensamblados juntos y permiten desarrollar aplicaciones web de una forma más estructurada y pragmática (Bean, 2015), es decir, un conjunto de las herramientas e instrucciones necesarias para desarrollar un proyecto.

Por lo general, suelen utilizar el patrón de diseño Modelo-Vista-Controlador (MVC), que consiste en separar la lógica del negocio, de la base de datos y la interfaz (Bankov, 2019). Es decir, dividir el código del programa en tres partes diferenciadas (Bankov, 2019; Verma, 2014):

- **Modelo:** es donde se gestionan los datos y las bases de datos que los almacenan.
- **Vista:** es la parte que ve el usuario de una página web, es la representación gráfica que ve en la pantalla de su ordenador. La programación del lado del cliente suele tomar el control de esta parte.
- **Controlador:** Es el centro de la programación, ya que coordina las consultas que se hacen al Modelo y los resultados que se muestran en la Vista. Suele estar controlado por la programación del lado del servidor.

La idea detrás del MVC, es la de un código compartimentado y estructurado, que hace más sencillo su mantenimiento y modificación. En la Figura 17, puede verse un ejemplo del diagrama de funcionamiento de patrón MVC.

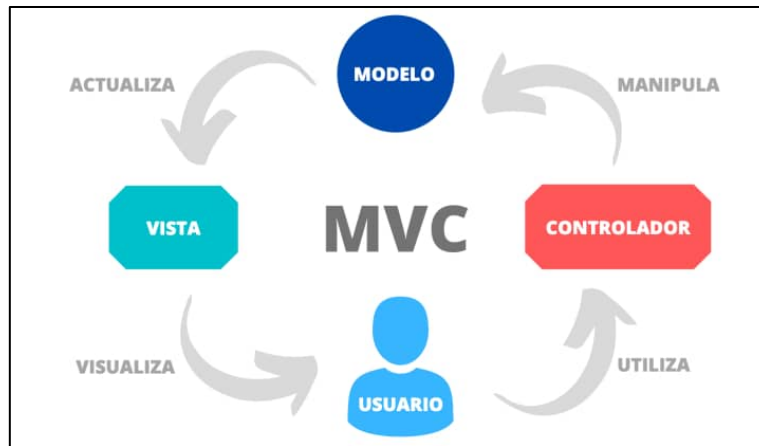


Figura 17: Diagrama de funcionamiento de un patrón de diseño MVC. **Fuente:** Inspirado en <https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo%20%93vista%20%93controlador>

En el año 2010, CodeIgniter (<https://codeigniter.com/>) era el framework PHP más popular. Por aquel entonces, un programador llamado Taylor Otwell (usuario del *framework*) empezó a no sentirse cómodo con la forma en que CodeIgniter funcionaba y decidió crear su propia versión, fue así como en 2011 surgió la primera versión de Laravel (<https://laravel.com/>), pero no fue hasta la versión 5 (en 2015) cuando se convirtió en el *framework* PHP moderno, versátil y funcional que es hoy en día (Stauffer, 2019).

Laravel es un *framework* de código abierto (*Open Source*) para desarrollar aplicaciones y servicios web con PHP («Laravel», 2020).

Algunos *frameworks*, como Laravel (<https://laravel.com/>) han ido más allá del patrón de diseño MVC y lo han evolucionado creando una estructura mucho más compleja, a la que se han ido añadiendo nuevas capas de forma que la aplicación web termina siendo mucho más funcional y organizada y, sobre todo, disminuyendo las líneas de código necesarias para hacer una tarea (Palacios, 2017). Este nuevo modelo es bastante más elaborado que el tradicional y pueden apreciarse sus principales características en la Figura 18.

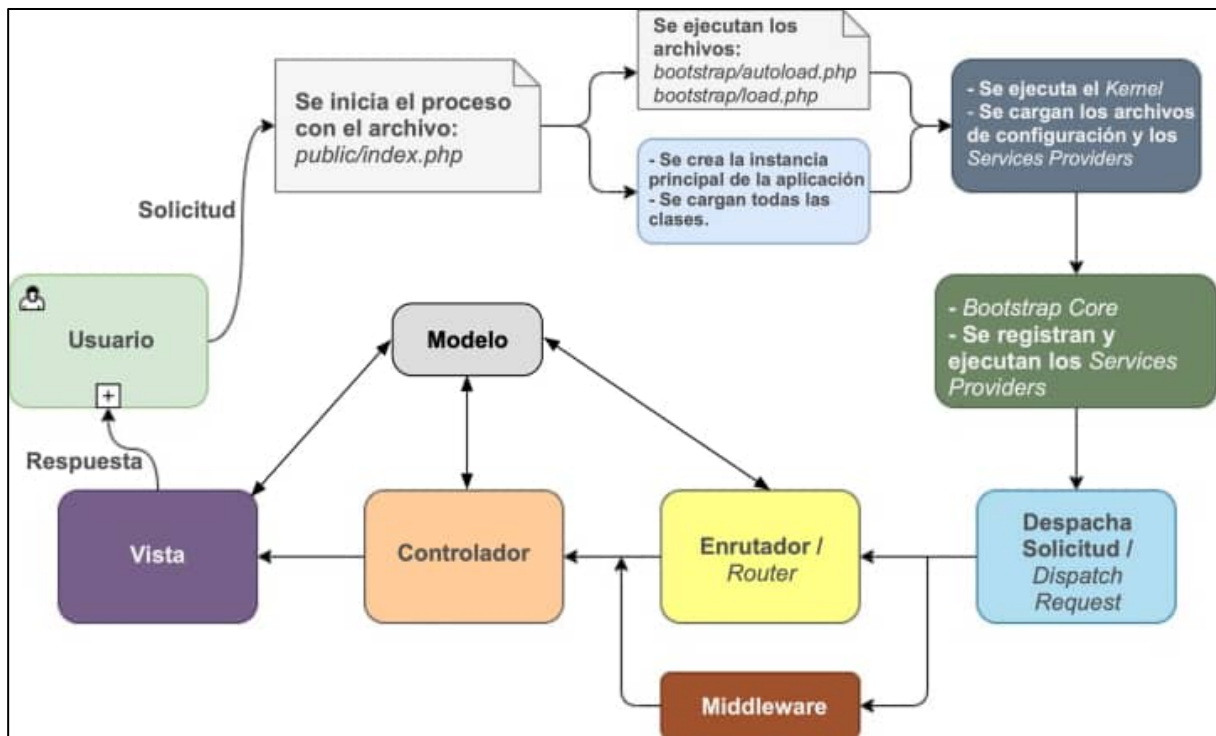


Figura 18: Diagrama resumido del funcionamiento de un patrón de diseño utilizado por Laravel. Fuente: Inspirado en <https://dev.to/patelparixit07/laravel-request-lifecycle-195e>

Laravel, está construido sobre diferentes librerías que han sido integradas mediante el gestor de dependencias Composer (<https://getcomposer.org/>). Entre sus principales características destacan (Bean, 2015):

- Un sistema de enrutador propio que permite definir de forma muy flexible las rutas de la aplicación.
- Un potente gestor de configuración basado en variables de entorno. Es una tecnología proveniente de los sistemas operativos Unix y que actualmente utilizan ya los principales sistemas operativos (“Variable de entorno”, 2020).
- *Object Relational Mapper* (ORM). Las bases de datos no funcionan con objetos como PHP, por esto y para poder acceder, añadir, modificar y borrar datos de la esta, es necesario crear algún sistema de compatibilidad entre ambos. El ORM de Laravel se llama Eloquent y lo que hace es crear una base de datos virtual basada en objetos (por tanto, compatible con PHP), y que permite interactuar de forma directa con ella.
- El motor de plantillas HTML Blade. Es un sistema que permite generar archivos HTML (para la vista) e integrarlos directamente en Laravel. Recordemos que el código HTML se ejecuta en el lado del cliente mientras que Laravel lo hace en el lado del servidor, por lo tanto, es una forma de generar código HTML mediante PHP.

- Autenticación de usuarios. Laravel incluye un sistema completo de autenticación de usuario, por lo que acciones como crear un usuario, autenticarlo, eliminarlo o recuperar la contraseña, están ya integradas en el código y simplemente hay que personalizarlas para el proyecto en que se trabaje.
- Sistema de caché. El cual guarda en memoria las páginas web de nuestro proyecto o las consultas a la base de datos, de forma que se disminuye el consumo de recursos del sistema de forma considerable aumentando la velocidad de respuesta.
- Sistema de pruebas. Permite crear pruebas y simulaciones de nuestro código para verificar si hay errores o funcionamientos no esperados.
- Gestión nativa de email mediante la librería PHP SwiftMailer (<https://swiftmailer.symfony.com/>).
- El sistema de gestión de procesos simultáneos mediante “queues”, que permite dividir procesos y convertirlos en entidades independientes que se resuelven de forma autónoma. Este sistema evita que, si se produce un error en cualquiera de las operaciones, el resto de los procesos pueda ejecutar sin problemas. Es el mismo concepto que se utiliza en los circuitos eléctricos con las resistencias en serie o en paralelo. Si tenemos resistencias en serie y una falla, el flujo de corriente se interrumpe mientras que, si están en paralelo y una falla, la corriente sigue circulando.

Para el desarrollo de AGROEPSO se ha utilizado la versión 5.7 de Laravel (Otwell, 2020).

b) Framework para el *front-end*: VueJS.

VueJS es un *framework* de código abierto para la programación en JavaScript pensado para desarrollar aplicaciones del lado del cliente. Fue lanzado en el año 2014 por Evan You, un antiguo trabajador de Google (Macrae, 2018).

VueJS utiliza una técnica que se denomina arquitectura de componentes, la cual permite dividir las aplicaciones en bloques con funcionalidades independientes, ayudando a dividir el código en elementos individuales (Baquero García, 2020). Esto permite una mejor gestión de su estructura y, por supuesto, reutilizar estos componentes individuales en diferentes partes del programa, sin necesidad de repetir código.

Otra de las prerrogativas de VueJS, es que al igual que sucedía con Laravel también permite separar la lógica de programación del código HTML, siendo esta una de las principales ventajas respecto a la utilización directa de JavaScript donde el código no se separa.

Las ventajas de utilizar VueJS son (Baquero García, 2020; Sánchez, 2018;):

- Es un *framework* bastante sencillo de aprender, y para un programador con conocimientos en JavaScript, supone un esfuerzo bastante pequeño el adaptarse a él.
- Es muy versátil, puede utilizarse tanto para crear proyectos enteros como componentes pequeños.
- Tiene un rendimiento muy alto en comparación con el resto de *frameworks* JavaScript.
- Dispone de una gran comunidad de desarrolladores apoyando el proyecto.
- Se puede guardar todo el componente en un solo fichero, separado del resto de código, mejorando la estructuración del código.

Para el desarrollo de AGROEPSO se ha utilizado la versión 2.5.7 de VueJS (You, 2020).

3.2.2.6. PACKAGES PARA LARAVEL.

Un *package* es una pieza de código reutilizable que puede utilizarse en cualquier aplicación (que sea compatible con el lenguaje en que está desarrollado el *package*), siendo su propósito el de añadir funcionalidades a la aplicación sin necesidad de adaptar el código o realizar retoques (Sturgeon, 2012).

La filosofía detrás del desarrollo de un *package* es la de no reinventar la rueda. Si un programador ya ha desarrollado un código que sirve para buscar en una base de datos, lo inteligente es ayudar a este programador a depurar y mejorar el código en vez de desarrollar nuestro propio sistema; es la filosofía del *software* de código abierto, es decir, el desarrollo código de forma colaborativa.

Para desarrollar AGROEPSO, se han utilizado una serie de *packages* que han aportado funcionalidades y capacidades a la plataforma. Todos los *packages* son de código abierto salvo Laravel Nova. El listado de *package* utilizado es el siguiente:

- 1 **arsenaltech/nova-tab** (*arsenaltech/nova-tab*, 2018) se utiliza para añadir a Laravel Nova la funcionalidad de ordenar contenido mediante pestañas.
- 2 **askedio/laravel-soft-cascade** (Will Bowman, 2016) utilizado para gestionar la caché de bases de datos a través de los Modelos de la plataforma, de forma que se disminuya la carga del servidor disminuyendo el consumo de memoria y aumentando la velocidad de respuesta.
- 3 **barryvdh/laravel-dompdf** (Heuvel, 2013) sirve para generar archivos PDF (*Portable Document Format*) a partir de documentos HTML. Es utilizado en la plataforma para generar informes y documentación en formato PDF.
- 4 **chris-ware/nova-breadcrumbs** (Ware, 2018) crea un sistema de “*breadcrumbs*”, una herramienta que se utiliza en las páginas web para determinar en que sección se encuentra el usuario dentro de la estructura general de la web (**Figura 19**).



Figura 19: Ejemplo de utilización de los *breadcrumbs*. **Fuente:** <http://umh0958.edu.umh.es/evaluacion/>

- 6 **daguilarm/php-simple-html-dom-parser** (Aguilar, 2019) utilizado para extraer información de documentos HTML, un formato que no está pensado para servir como fuente de datos. Este *package* ha sido utilizado para extraer información de parcelas a partir del SIGPAC y el Catastro, convirtiendo el formato HTML en objetos PHP, basado en el proyecto de Chen et al. (s. f.).
- 7 **epartment/nova-dependency-container** (*epartment/nova-dependency-container*, 2018) se utiliza para crear contenido condicional dependiente de un contenedor principal.
- 8 **fourstacks/nova-checkboxes** (Wyles, 2018) utilizado para gestionar elementos HTML tipo “*checkbox*” a través de Laravel Nova.
- 9 **grimzy/laravel-mysql-spatial** (Estefane, 2017) *package* utilizado para gestionar la información geográfica en la base de datos, permitiendo utilizar formatos de datos espaciales.

- 10 **KABBOUCHI/nova-logs-tool** (Kabbouchi, 2018) sirve para acceder al registro de incidencias de Laravel y poder consultar los errores que se han producido en el sistema.
- 11 **laravel/cashier** (Otwell, 2014) es un *package* oficial de Laravel para gestionar la facturación y las suscripciones a plataformas.
- 12 **laravel/horizon** (Otwell, 2017) es un *package* oficial de Laravel para gestionar las “*queues*” del sistema mediante un panel de administrador. Las “*queues*” son operaciones que pueden aplazarse y ponerse en la cola de tareas en vez de realizarse instantáneamente, es una forma de realizar tareas en segundo plano y de forma independiente al resto de tareas. Este *package* lo que permite es ver un registro de todas las operaciones realizadas y el estado en que se encuentran (véase punto 3.2.2.5).
- 13 **Laravel Nova** (Taylor Otwell y David Hemphill, 2019). Lo primero que hay que destacar es que no es de código abierto. Es código propietario y exige de una licencia para poder utilizarlo, a pesar de ello, merece la pena el coste debido a la cantidad de horas de trabajo que se ahorran en el desarrollo de un panel de administración (**Figura 20**). Laravel Nova ofrece un panel de administración para Laravel basado en VueJS con el que se pueden ir creando los diferentes recursos que utiliza la plataforma a partir de la estructura que crea este *package*.

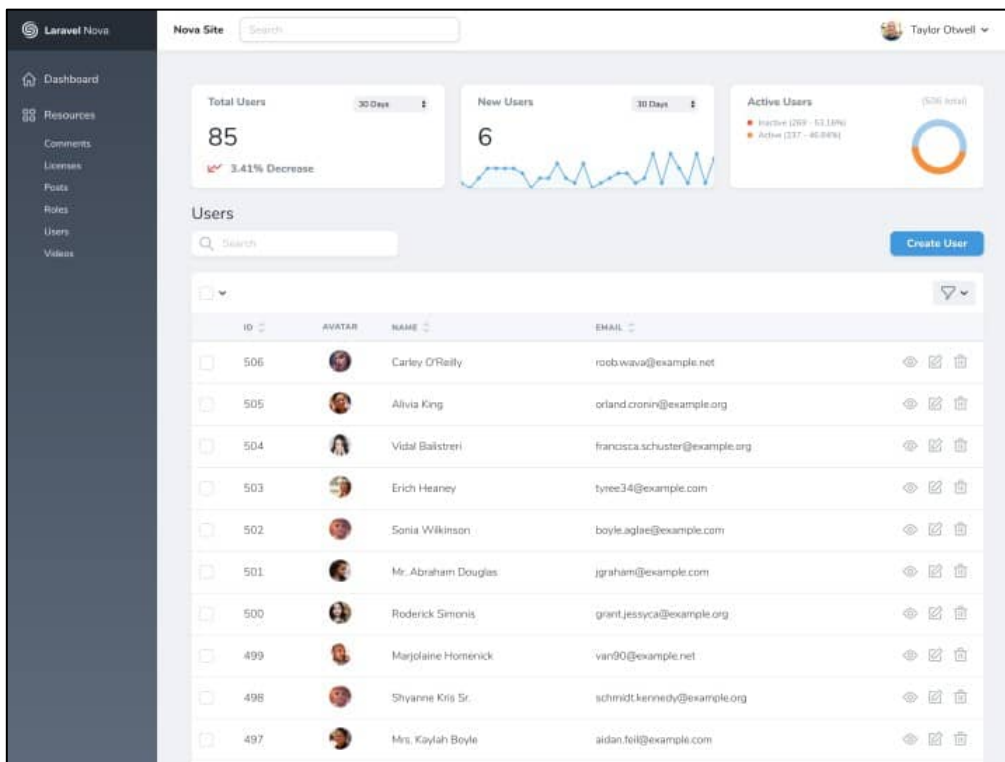


Figura 20: Captura de pantalla del package de gestión Laravel Nova. **Fuente:** <https://nova.laravel.com>

- 14 **outhebox/nova-hidden-field** (Ashraf, 2018) su función es la de habilitar a Laravel Nova a utilizar campos de formulario ocultos.
- 15 **predis/predis** (Krüss , 2009) habilita la utilización de Redis en PHP 7.2. Redis es un sistema de almacenamiento estructurado de datos en memoria de código abierto (licencia BSD) que se utiliza como base de datos, caché y agente de mensajería (Salvatore Sanfilippo, 2009).
- 16 **spatie/nova-backup-tool** (*spatie/nova-backup-tool*, 2018) sistema de copias de seguridad a través de Laravel Nova.
- 17 **titasgailius/search-relations** (Gailius, 2018) permite realizar búsquedas entre bases de datos relacionales a través de Laravel Nova.
- 18 **laravelCollective/html** (*LaravelCollective/html*, 2015) se utiliza para gestionar el código HTML a través de PHP, utilizando programación orientada a objetos. Es una ampliación del sistema de plantillas integrado en Laravel y que aporta nuevas funcionalidades.
- 19 **maatwebsite/excel** (Brouwers, 2013) se ha utilizado para gestionar los archivos generados por un editor de hojas de cálculo como, por ejemplo: Microsoft Excel.

También se han desarrollado una serie de *packages* basados en Laravel Nova para el desarrollo de AGROEPSO. Estos *packages* no son de código abierto y han sido desarrollados para formar parte de la estructura interna de la plataforma, es decir, han sido desarrollados para esta tesis. Se describen a continuación:

- 1 **daguilarm/agroadmin**. Sirve para gestionar el aspecto y diseño de la plataforma.
- 2 **daguilarm/biocide-fields**. Permite integrar la base de datos de productos fitosanitarios del MAPA en los formularios de la plataforma, de forma que se puedan: añadir, modificar y eliminar productos fitosanitarios de forma sencilla.
- 3 **daguilarm/fertilization-fields**. Permite integrar los productos fertilizantes en los formularios de la plataforma.
- 4 **daguilarm/leaflet**. Habilita la conexión con servidores WMS mediante la utilización de la librería javascript Leaflet (descrita en el punto 3.2.2.7).
- 5 **daguilarm/maps**. Sirve para implementar la librería daguilarm/leaflet en Laravel Nova.

- 6 **daguilarm/table**. Basado en el package desarrollado por Rosin (2020), y utilizado para generar las tablas utilizadas en el módulo de facturación.
- 7 **daguilarm/aemet**. Conexión con la API de AEMET para la obtención de datos climáticos.

3.2.2.7. OTROS COMPONENTES.

También se han utilizado otra serie de librerías y frameworks para el desarrollo de AGROEPSO, que se describen a continuación:

- 1 **Google fonts**. Es un catálogo fuentes tipográficas gratuitas y de código abierto, diseñadas para que cualquier tipo de letra sea accesible para cualquier proyecto web (*google/fonts*, 2015).
- 2 **LeafletJS**. Esta librería ha sido anteriormente mencionada en el *package daguilarm/leaflet*. Es una biblioteca JavaScript de código abierto para mapas interactivos compatibles con dispositivos móviles. Se ha utilizado la versión 1.6.0 (Agafonkin, 2010).
- 3 **Lodash**. Una biblioteca de utilidades JavaScript de código abierto y que ofrece modularidad, rendimiento y funcionalidades extra. Se ha utilizado la versión 4.17.20 (*lodash/lodash*, 2012).
- 4 **PopperJS**. Es un motor de posicionamiento de código abierto para añadir “*tooltips*” y ventanas emergentes en el código HTML (*popperjs/popper-core*, 2016), se ha utilizado la versión 1.0.1.
- 5 **TailwindCSS**. Es un *framework* CSS (Cascading Style Sheets) de bajo nivel y código abierto, altamente personalizable que ofrece todos los componentes básicos necesarios para crear diseños a medida mediante CSS (Wathan, 2017). Este framework es utilizado de forma nativa por Laravel Nova y, por tanto, se ha utilizado para el desarrollo de todo el proyecto.

3.2.2.8. DISEÑO DE LA API DE CONEXIÓN.

La forma tradicional de recopilar información desde dispositivos externos ha sido mediante la utilización de una API (Xu *et al.*, 2018). Se puede definir la API de AGROEPSO como una conexión segura entre los dispositivos externos y la plataforma, permitiendo al sistema recopilar datos desde ellos. Estos dispositivos externos podrían ser sensores, estaciones meteorológicas o cualquier dispositivo basado en el IoT.

Las APIs, principalmente se basan en el concepto de REST. Fue en el año 2000 cuando un estudiante de doctorado llamado Roy Fielding escribió en su Tesis por primera vez el término REST (Representational State Transfer) un estilo de arquitectura del software para sistemas distribuidos como la WWW. En la actualidad, este término se utiliza para describir un sistema que utiliza HTTP para obtener datos o realizar operaciones sobre datos de forma directa (Masse, 2011; “Transferencia de Estado Representacional”, 2020).

Las peticiones por tanto se hacen a través del protocolo HTTP, el cual dispone de un grupo de métodos que son denominados en programación como los “*HTTP verbs*”, y que son: GET, HEAD, POST, PUT, DELETE, CONNECT, OPTIONS, TRACE y PATCH (*Métodos de petición HTTP*, s. f.), aunque los mas utilizados (principalmente por el método REST) son: GET, POST, PUT y DELETE, que definen las cuatro acciones principales que se pueden realizar con una API:

- **GET:** es utilizado para consultar información del servidor.
- **POST:** Es utilizado para enviar y añadir información al servidor, por ejemplo, de un sensor de humedad.
- **PUT:** Se utiliza para actualizar un registro de la base de datos existente.
- **DELETE:** Sirve para eliminar un registro ya existente en la base de datos.

Las variables que soporta la API pueden verse en la Tabla 11 donde se describen en detalle.

Toda variable que se añade a una petición y que no esté en la lista, será ignorada por el sistema de forma automática evitando así peticiones maliciosas a la base de datos. Del mismo modo y con la intención de añadir otra capa de seguridad al sistema, todos los parámetros serán filtrados mediante un algoritmo desarrollado específicamente para dicho fin y sólo son admitidos aquellos parámetros que cumplan con las especificaciones y formatos de la Tabla 11.

Nombre	Descripción	Valor
Conexión HTTPS	Puerta de acceso a la API de la aplicación	https://127.0.0.1/API/ *
key	La clave de identificación de la API. Este es un valor único para cualquier dispositivo o usuario externo.	Admite valores alfanuméricos.

itemID	Para obtener, actualizar o eliminar valores específicos de la base de datos, mediante un identificador.	Valor numérico.
keyName	Este es un campo opcional, si queremos agregar un nombre personalizado para el dispositivo o usuario	Admite valores alfanuméricos.
date	Fecha actual	Formato: DD/MM/AAAA
valueName	Nombre del campo. Por ejemplo: max-temperature	Valor alfanumérico.
value	Valor del campo. Por ejemplo: 37	Valor alfanumérico.
action	El tipo de acción. No se permiten todos los tipos HTTP; de forma predeterminada, el sistema utiliza POST.	GET, POST, DELETE y PUT

*Tabla 11: Descripción de las funcionalidades de la API desarrollada para AGROEPSO. El símbolo * significa que por cuestiones de seguridad se ha indicado el acceso a la API a través del servidor local*

Por ejemplo, si se quisiera enviar información de un sensor de temperatura a AGROEPSO, debería hacerlo mediante la siguiente dirección web:

https://127.0.0.1/API/?key=clave_de_acceso&itemID=identificador_del_sensor&keyName=nombre_del_sensor&date=10/10/2020&valueName=temperatura&valor=32.5&action=POST

La información recibida por AGROEPSO por parte del sensor sería la que se puede ver en la Tabla 12.

Nombre	Valor	Explicación
key	clave_de_acceso	Es la clave de acceso a la API. Se crea al registrarse en la plataforma y se puede encontrar en el perfil de usuario, bajo el epígrafe API KEY. Es un campo obligatorio.
itemID	identificador_del_sensor	Cuando se añaden dispositivos al sistema automáticamente se les asigna un código de identificación. Es un campo obligatorio.
keyName	nombre_del_sensor	El nombre que se asigna al sensor. Es un campo optativo.
date	10/10/2020	La fecha actual en el formato dd/mm/aaaa. Es un campo optativo, si lo dejamos en blanco el sistema

le asignará la fecha actual.

valueName	temperatura	El nombre del campo a guardar en la base de datos. Es un campo obligatorio.
value	32.5	El valor del campo a guardar en la base de datos. Es un campo obligatorio.
action	POST	El tipo de acción que queremos realizar. En este caso, queremos añadir a la base de datos un valor nuevo. Es un campo optativo, si lo dejamos en blanco el sistema le asignará el valor POST por defecto.

Tabla 12: Explicación de los valores de una petición HTTP de la API

Para el desarrollo de la API se ha utilizado Laravel Lumen (Otwell, 2015/2020) en su versión 5.7.0, una versión ligera de Laravel y pensada para el desarrollo de APIs.

Los únicos componentes que se le han añadido son: **Facades** y **Eloquent**, dos componentes de Laravel y que en Lumen están deshabilitados por defecto.

3.2.2.9. DISEÑO DE LA BASE DE DATOS.

Para la gestión de bases de datos se ha optado por MariaDB versión 10.4.13 (Widenius, 2009). Bartholomew (2014) define MariaDB como una base de datos relacional madura, estable y de código abierto y con soporte para el lenguaje de programación SQL (Structured Query Language). La historia de MariaDB comienza entorno al año 2009, cuando el proyecto de código abierto Mysql es comprado por la multinacional Oracle y empieza a correr peligro debido al poco interés de esta última por continuar evolucionando un sistema de base de datos gratuito (Dans, 2013).

id	parent_id	name	status	locale	role	password	tools	updated_at	created_at
40	4	Usuario-00040	1	es	farmer	\$2y\$10\$JTaFuE81DxIsiJmOOquHJ...	0	2020-07-16 17:21:28	2020-07-16 17:21:28
39	4	Usuario-00039	1	es	farmer	\$2y\$10\$B7LPBv0W1BUnc6dso/2...	0	2020-07-16 17:21:28	2020-07-16 17:21:28
38	4	Usuario-00038	1	es	farmer	\$2y\$10\$Y.N3jW7b128c8dJn01etu.s...	0	2020-07-16 17:21:28	2020-07-16 17:21:28
37	4	Usuario-00037	1	es	farmer	\$2y\$10\$nptx1dqOE60lc4Pv05W9V...	0	2020-07-16 17:21:28	2020-07-16 17:21:28
36	4	Usuario-00036	1	es	farmer	\$2y\$10\$HNvCSqCkImKhX.tbwgX...	0	2020-07-16 17:21:28	2020-07-16 17:21:28
35	4	Usuario-00035	1	es	farmer	\$2y\$10\$IC6H0HEydv9lGeMZJkTg8...	0	2020-07-16 17:21:28	2020-07-16 17:21:28
34	4	Usuario-00034	1	es	farmer	\$2y\$10\$7P.J15UldMniFNxwLoAJM...	0	2020-07-16 17:21:28	2020-07-16 17:21:28
33	4	Usuario-00033	1	es	farmer	\$2y\$10\$OvriIKQ2GVTEZ1iEtogAe./...	0	2020-07-16 17:21:28	2020-07-16 17:21:28
32	4	Usuario-00032	1	es	farmer	\$2y\$10\$WRCRMVXu3274Qz.JMvved...	0	2020-07-16 17:21:27	2020-07-16 17:21:27
31	4	Usuario-00031	1	es	farmer	\$2y\$10\$7LX8oAVceZ.Jww3yKlD8Y...	0	2020-07-16 17:21:27	2020-07-16 17:21:27
30	4	Usuario-00030	1	es	farmer	\$2y\$10\$A..q/co2tHDR4OXccFkHv....	0	2020-07-16 17:21:27	2020-07-16 17:21:27
29	4	Usuario-00029	1	es	farmer	\$2y\$10\$8DxQMsaGhyzrih8sQpZ/X...	0	2020-07-16 17:21:27	2020-07-16 17:21:27
28	4	Usuario-00028	1	es	farmer	\$2y\$10\$EB8Hf08/SigkqanwZY1w...	0	2020-07-16 17:21:27	2020-07-16 17:21:27
27	4	Usuario-00027	1	es	farmer	\$2y\$10\$TEAVhTm8RV5YgQlHaTHu...	0	2020-07-16 17:21:27	2020-07-16 17:21:27
26	4	Usuario-00026	1	es	farmer	\$2y\$10\$5sc36da0kUXM/0spqB/F2...	0	2020-07-16 17:21:27	2020-07-16 17:21:27
25	4	Usuario-00025	1	es	farmer	\$2y\$10\$ba1yV2Dm8nFNeUlmjAH3...	0	2020-07-16 17:21:27	2020-07-16 17:21:27
24	4	Usuario-00024	1	es	farmer	\$2y\$10\$vocOE.N6Ky4qnKui0.7Hlul...	0	2020-07-16 17:21:26	2020-07-16 17:21:26
23	4	Usuario-00023	1	es	farmer	\$2y\$10\$97hmeeTJbc9IAe.2WakHE...	0	2020-07-16 17:21:26	2020-07-16 17:21:26
22	4	Usuario-00022	1	es	farmer	\$2y\$10\$CVqhPeTjHxNNXympQ6V...	0	2020-07-16 17:21:26	2020-07-16 17:21:26
21	4	Usuario-00021	1	es	farmer	\$2y\$10\$gqblmvmzm3aO49YyLrCx...	0	2020-07-16 17:21:26	2020-07-16 17:21:26
20	4	Usuario-00020	1	es	farmer	\$2y\$10\$7SYDx4BLY4miab0LrJ00...	0	2020-07-16 17:21:26	2020-07-16 17:21:26
19	4	Usuario-00019	1	es	farmer	\$2y\$10\$8.zTzMI8UGvU4ak1TwwkO...	0	2020-07-16 17:21:26	2020-07-16 17:21:26
18	4	Usuario-00018	1	es	farmer	\$2y\$10\$D4ajJWtanYVf9N/7n.JPMu...	0	2020-07-16 17:21:26	2020-07-16 17:21:26

Figura 21: Estructura de columnas y filas de la tabla "users". Fuente: Se ha realizado una captura de pantalla del software Sequel Ace (2020)

Es aquí cuando uno de sus creadores originales Michael Widenius, crea una derivación del proyecto original a la que llama MariaDB y bajo el amparo de la MariaDB Foundation se ha convertido en una base de datos de código abierto utilizada por usuarios tan destacados como Wikipedia, WordPress o Google (Dans, 2013; Widenius, 2009).

En la versión actual de AGROEPSO (versión 9.1) se ha optado por una base de datos relacional. No se descarta que en versiones futuras de AGROEPSO toda la gestión de datos climáticos se haga mediante una base de datos no relacional, esto es debido a que, con el tiempo se espera que la cantidad de datos climáticos sean excesivos para manejarse de forma óptima a través de un sistema relacional. La estructura de una base de datos SQL (en este caso MariaDB) está constituida por tablas y cada tabla por columna y filas, de la misma forma con una hoja de calculo de Microsoft Excel. Es decir, en las columnas designamos el nombre del campo, y en cada fila se van añadiendo los diferentes valores a cada campo (**Figura 21**), donde se muestra la estructura de filas y columnas de la tabla “users” de la base de datos de AGROEPSO.

La base de datos de AGROEPSO esta compuesta de cuatro tipos de tablas diferentes, clasificadas según su funcionalidad:

- Tablas desarrolladas específicamente para el proyecto.
- Tablas pivotantes del proyecto para facilitar relaciones entre tablas.
- Tablas del sistema generadas por Laravel.
- Tablas del *package* Laravel Nova.

En la Tabla 13 se puede ver la distribución de todas las tablas que forman parte de la base de datos relacional de la plataforma AGROEPSO, en función de su la finalidad que desempeña en el sistema.

Tipo de tabla	Número
Tablas del proyecto	33
Tablas pivotantes del proyecto	3
Tablas del sistema	4
Tablas de Laravel Nova	1

Tabla 13: Distribución de tablas en función de su utilización

Es necesario aclarar que, para la creación de las tablas de la base de datos, se ha utilizado las convenciones establecidas por Laravel:

- 1 El nombre de las tablas debe de ser en inglés, en minúscula y plural. Por ejemplo: “users”, “plots”, “biocides”, etc.
- 2 En lo referido a la relación entre tablas. Por ejemplo, si quisiéramos relacionar la tabla “users” y la tabla “plots”, lo que realmente estaríamos intentando vincular es la propiedad de las parcelas (“plots”) por parte de un usuario (“users”). Por tanto, en la tabla secundaria (“plots”) debemos incluir un campo que la vincule con la tabla raiz (“users”). La convención establecida por Laravel dice que ese campo debe llamarse como la tabla principal en minúscula y singular, añadiéndole un guión bajo y el identificador del usuario. Es decir, en la tabla “plots” que queremos vincular con “users” debe de existir un campo llamado “user_id” y debe tener el mismo valor que el campo “id” de la tabla “users”.
- 3 Para realizar una tabla pivotante entre dos tablas (necesaria para vinculaciones complejas entre tablas), se debe utilizar el nombre de las dos tablas en minúscula y singular, separadas por un guión bajo y ordenadas alfabéticamente. Por ejemplo, la tabla pivotante (o intermediadora) para las tablas “users” y “plots” se llamaría “plot_user”.

Para comprender mejor la estructura de una tabla es conveniente analizar una de ellas en detalle. Desde el punto de vista estructural, la tabla de “users” es la más representativa de todas.

En la Tabla 14 pueden verse todos los campos de la tabla “users”, así como los tipos de valores que soporta cada uno de ellos y la explicación de la razón de ser de cada uno de estos campos.

Campo	Valor	Descripción
id	Numérico.	Sirve para identificar al usuario de manera única.
api_key	Alfanumérico.	Es un código único para acceder a la API de gestión de dispositivos basados en IoT.
parent_id	Numérico.	En el caso de usuarios jerárquicos, se identifica el usuario superior.
user_ref	Alfanumérico.	Referencia que se asigna al usuario por el sistema.

name	Alfanumérico.	Nombre de usuario.
status	Boleano.	Activo o no activo en la plataforma.
tools	Boleano.	Si tiene acceso a las herramientas de gestión avanzadas.
email	Alfanumérico.	Dirección de email.
email_verified_at	Fecha.	Fecha en la que el usuario verificó su email.
password	Alfanumérico.	Contraseña
locale	Alfabético.	Idioma del usuario en código ISO 639-1.
role	Alfabético.	Nivel de acceso al sistema. Admite los valores: farmer, engineer, inspector, manager y admin. Equivalentes a: agricultor, técnico, inspector, administrador y super-administrador.
modules	<i>Array</i> de datos.	Módulos a los que tiene acceso.
customs	<i>Array</i> de datos.	Módulos personalizados para el cliente.
options	<i>Array</i> de datos.	Preferencias de configuración del cliente.
stripe_id	Alfabético.	Identificador para pasarela de pagos.
card_brand	Alfabético.	Tipo de tarjeta de crédito.
card_last_four	Alfabético.	Últimos dígitos de la tarjeta de crédito.
trial_ends_at	Fecha.	Sistema de periodo de acceso de prueba.
total_plots	Numérico.	Número de parcelas totales que gestiona el usuario.
remember_token	Alfanumérico.	Código para acceso identificado a la plataforma
deleted_at	Fecha.	Fecha de borrado del registro.
created_at	Fecha.	Fecha de creación del registro.
updated_at	Fecha.	Fecha de modificación del registro.

Tabla 14: Distribución y estructura de la tabla "users" de AGROADMIN

En la Tabla 15 se detallan todas las tablas que componen la base de datos de la plataforma AGROEPSO, así como una pequeña explicación de para que se usa cada una de ellas y cuales son sus características.

Existe una excepción y esta sería la tabla generada por el package Laravel Nova. Este package es un software propietario y, por tanto, se ha decidido no incluir la descripción y características de esta tabla por motivos de copyright.

En cualquier caso, la tabla no es relevante a la hora de explicar el funcionamiento de la plataforma AGROEPSO y se utiliza únicamente para procesos de gestión interna del propio *package*.

Nombre de la tabla	Tipo de tabla	Descripción
commercialization_plot	Tablas pivotantes del proyecto.	Tabla pivotante para vincular las comercializaciones con cada una de las parcelas.
plot_biocides	Tablas pivotantes del proyecto.	Tabla pivotante para vincular las aplicaciones de fitosanitarios con cada parcela.
analyses	Tabla del proyecto.	Registro histórico de los análisis de suelo, planta o foliar de una parcela.
analysis_plot	Tablas pivotantes del proyecto.	Tabla pivotante para vincular los análisis realizados con cada parcela.
billings	Tabla del proyecto.	Registro histórico de facturas de cada usuario del sistema.
biocides	Tabla del proyecto.	Listado de productos fitosanitarios aprobados por el MAPA.
clients	Tabla del proyecto.	Listado de clientes de cada usuario. Se utiliza para el "cuaderno de campo" y para facturación.
commercializations	Tabla del proyecto.	Registro histórico de las comercializaciones realizadas por cada usuario del sistema.
crop_varieties	Tabla del proyecto.	Listado de variedades de cultivo soportadas por el sistema y vinculadas a cada cultivo.

crops	Tabla del proyecto.	Listado de cultivos soportados por el sistema.
datas	Tabla del proyecto.	Sirve para recopilar la información recopilada por los dispositivos IoT, con la excepción de datos climáticos que se guardan en la tabla "climatic".
devices	Tabla del proyecto.	Permite conectar los dispositivos IoT y estaciones meteorológicas propias con la plataforma.
fertilizations	Tabla del proyecto.	Registro histórico de abonado realizado en la parcela.
inspections	Tabla del proyecto.	Registro histórico de inspecciones realizadas en las parcelas por parte de un inspector de la FCD.
irrigations	Tabla del proyecto.	Registro histórico de riegos realizados en la parcela.
machines	Tabla del proyecto.	Inventario de maquinaria vinculada a cada usuario del sistema.
notebooks	Tabla del proyecto.	Listado de "cuadernos de campo" que tiene cada usuario del sistema.
pests	Tabla del proyecto	Sección experimental en la que se trata de realizar un registro histórico de plagas. Actualmente está en fase de desarrollo junto con la DOPGME.
plots	Tabla del proyecto.	Listado de parcelas vinculadas a cada usuario del sistema.
postharvests	Tabla del proyecto.	Registro histórico de cosechas realizadas en cada "cuaderno de campo".
productions	Tabla del proyecto.	Registro histórico de producciones de cada parcela.
references	Tabla del proyecto.	Resumen del inventario completo de cada usuario del sistema. Esta tabla es utilizada por la plataforma para uso interno.
seeds	Tabla del proyecto.	Histórico de aplicación de fitosanitarios a semillas.

subscriptions	Tabla del proyecto.	Define el tipo de acceso que tiene cada usuario a su cuenta. Está pensado para una futura comercialización de la plataforma.
users	Tabla del proyecto.	Listado de usuarios del sistema.
vehicle_biocides	Tabla del proyecto.	Registro histórico de desinfección de vehículos.
vehicles	Tabla del proyecto.	Inventario de vehículos del usuario del sistema.
warehouse_biocides	Tabla del proyecto.	Histórico de aplicación de fitosanitarios en almacenes.
warehouses	Tabla del proyecto.	Listado de almacenes del usuario.
wells	Tabla del proyecto.	Listado de masas de agua del usuario.
workers	Tabla del proyecto.	Registro histórico de trabajadores, incluyendo el registro de aplicadores de fitosanitarios.
countries	Tabla del proyecto.	Listado de países para asociarlos al usuario.
states	Tabla del proyecto.	Listado de Comunidades Autónomas para asociarlas al usuario.
regions	Tabla del proyecto.	Listado de provincias para asociarlas al usuario.
cities	Tabla del proyecto.	Listado de ciudades/municipios para asociarlos al usuario.
climatic_stations	Tabla del proyecto.	Listado geolocalizado de estaciones meteorológicas de AEMET.
climatics	Tabla del proyecto.	Datos climáticos vinculados a cada parcela.
failed_jobs	Tablas del sistema.	Histórico de operaciones basadas en "colas" que han fallado.
jobs	Tablas del sistema.	Histórico de operaciones basadas en "colas" que están pendientes de realizarse.

migrations	Tablas del sistema.	Esta tabla permite a Laravel llevar un sistema de gestión de versiones de las bases de datos.
password_resets	Tablas del sistema.	Laravel utiliza esta tabla para la recuperación de la contraseña de un usuario.
record_histories	Tabla del proyecto.	Sirve para llevar un registro de todas las modificaciones que se han producido en el sistema, cuando se han hecho y quien la ha realizado.

Tabla 15: Listado de las tablas que componen la base de datos de AGROADMIN

Debido a la gran cantidad de tablas que tiene la base de datos es imposible mostrar un diagrama genérico de toda ella, por este motivo, se ha optado por agrupar las tablas según su vinculación y en función de que compartan objetivos o funcionalidades.

En los diagramas que se han realizado para mostrar las estructuras internas de las tablas, se han añadido todos los campos (columnas) de cada tabla y el tipo de valor que admite la columna.

Hay que tener en cuenta que los campos de las tablas son estructuras inmutables, es decir, si un campo se declara como numérico y se intenta añadir una cadena de texto, se producirá un error en el proceso que anulará la operación que se esté realizando en la base de datos, por tanto, la información del tipo de campo que admite cada columna es una información importante.

En la Figura 22 puede verse un diagrama de la estructura primaria de la base de datos que incluye a las tablas: “users”, “notebooks” y “plots”, y lo más importante, la forma en que las tablas se relacionan entre ellas.

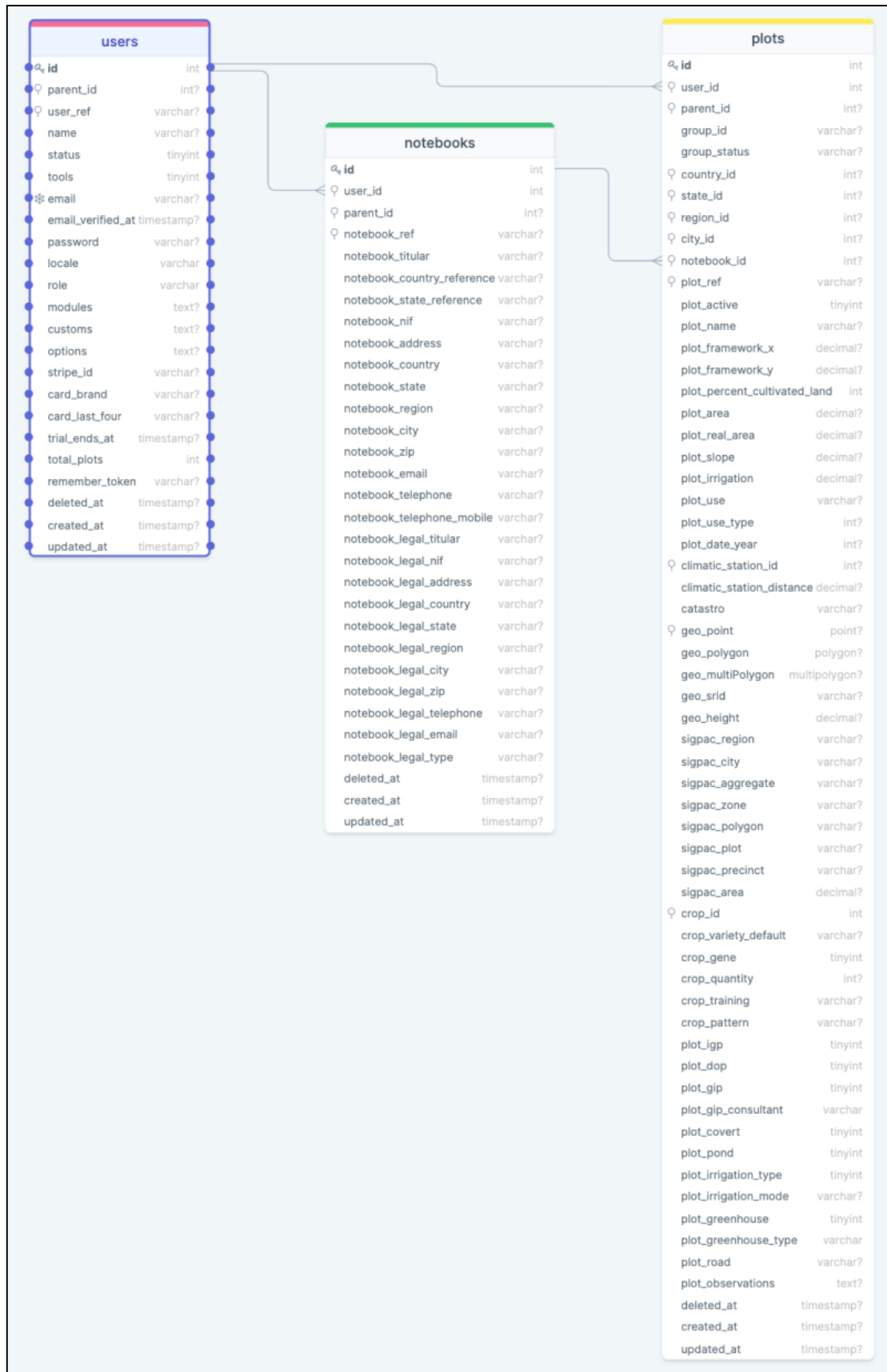


Figura 22: Estructura de las tablas “users”, “notebooks” y “plots” y sus vinculaciones. Fuente: Diagrama generado con <https://drawsql.app>

En la Figura 24 se ven las principales tablas relacionadas con la tabla “notebooks”. Es importante mencionar que la tabla “plots” ha sido eliminada de la Figura 23 ya que en la Figura 22 ya se comentó la vinculación existente entre ambas, y hubiera sido redundante repetirla.

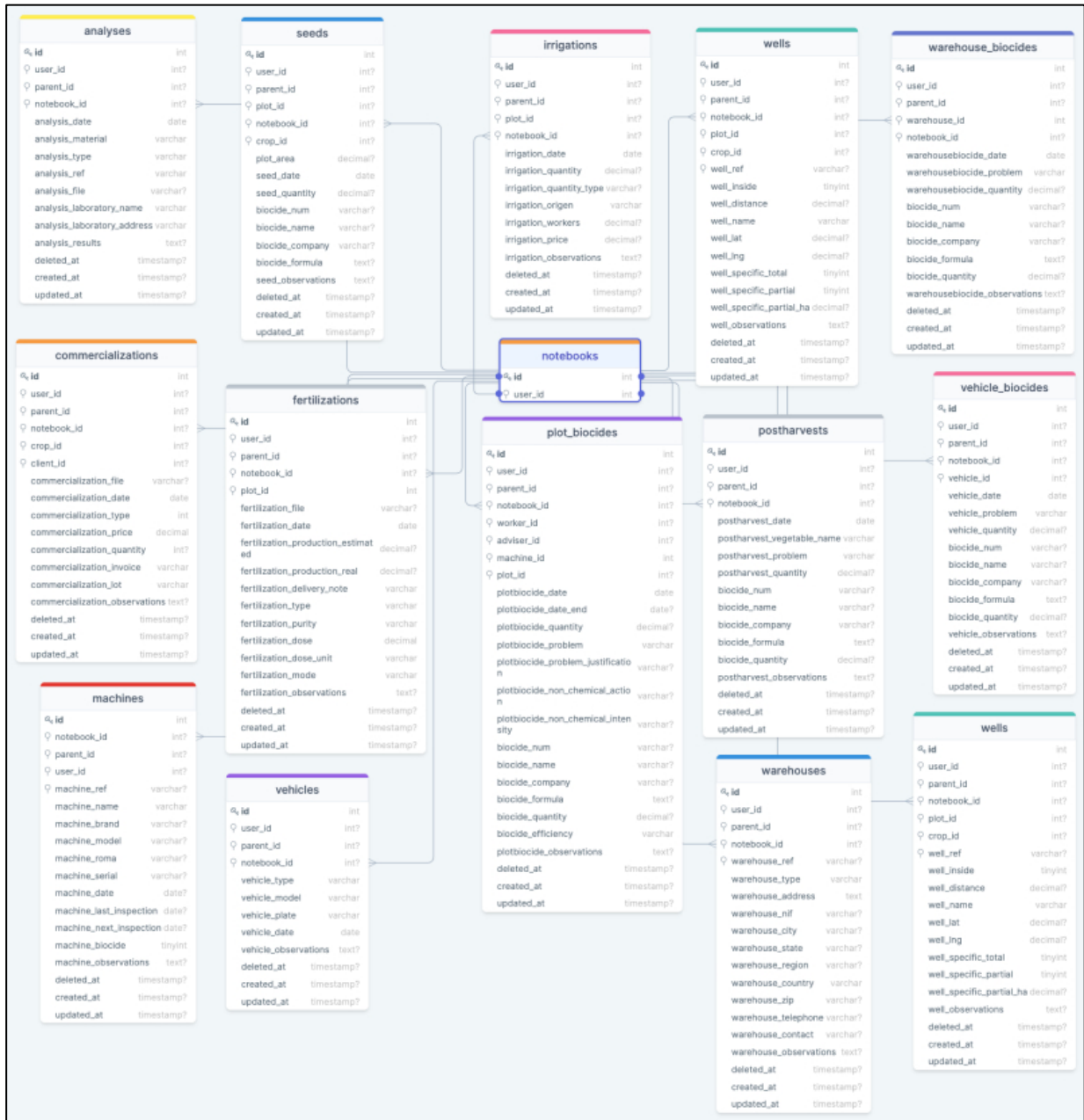


Figura 24: Estructura de las tablas relacionadas con la tabla “notebooks”, situada en el centro. Fuente: Diagrama generado con <https://drawsql.app>

La última vinculación importante es con los datos climáticos y cómo la tabla “plots” se conecta con esta información. Estos datos pueden provenir de la propia estación ubicada en la parcela o de la estación de AEMET más cercana a la parcela, en este caso, se vincula también a la tabla con la lista de estaciones meteorológicas de AEMET.

El diagrama de las tablas y sus vinculaciones pueden ver en la Figura 25.

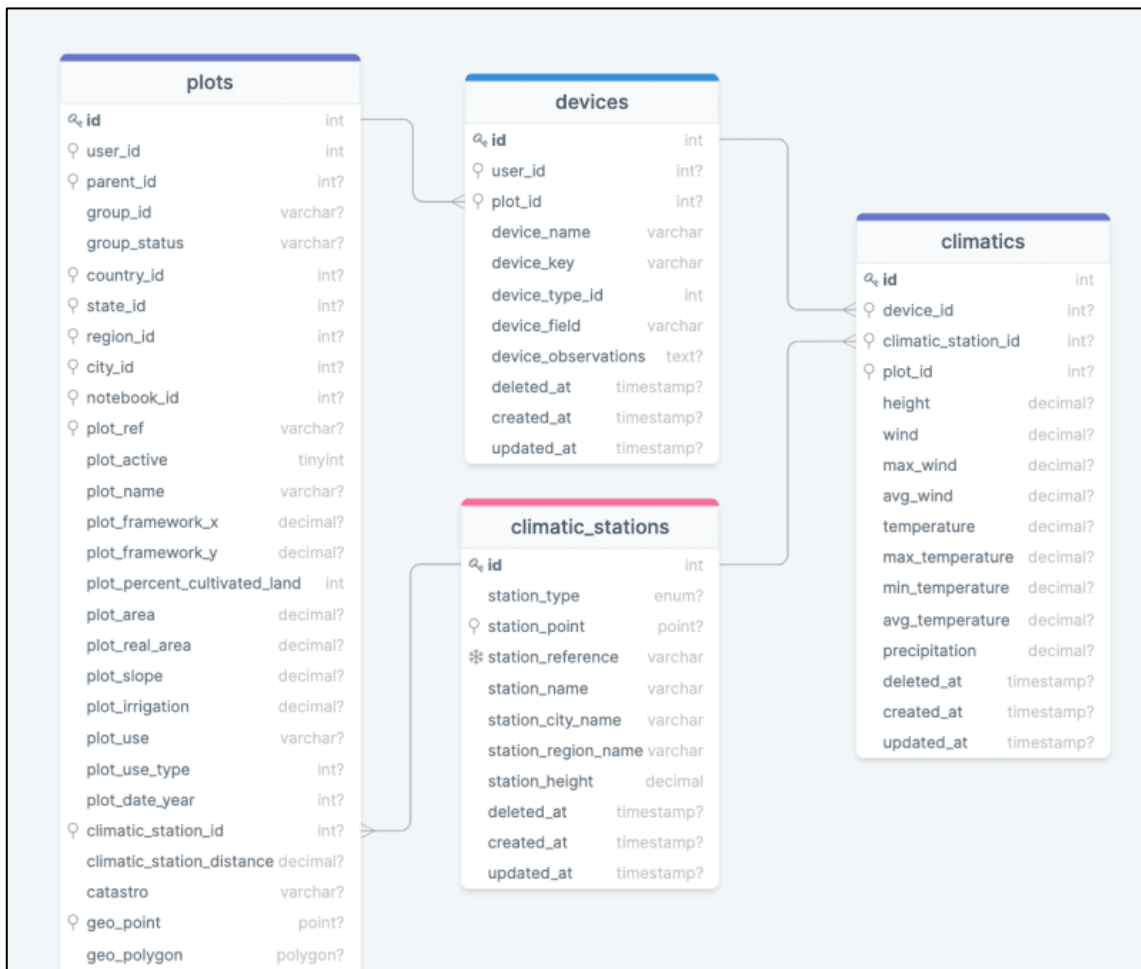


Figura 25: Estructura de las tablas centrada en los datos climáticos y sus vinculaciones. Fuente: Diagrama generado con <https://drawsql.app>

Cuando los datos no son de origen climáticos, la plataforma guarda la información en la tabla “datas” en vez de en la tabla “climatics”. Esta tabla (“datas”), permite guardar todo tipo de información ya que básicamente pide: la fecha, el nombre del campo y el valor del campo. La idea es que la tabla “datas” sea capaz de adaptar a cualquier dispositivo externo que se conecte por medio de la API de comunicación, y que sea capaz de enviar información a la plataforma.

Otra tabla importante es la de inspecciones (“inspections”). Esta tabla está pensada para que las FCD pueden enviar a sus técnicos a las diferentes explotaciones agrarias asociadas y puedan realizar una inspección conforme a los requisitos de cada FCD. La tabla dispone de registros de información genéricos, los cuales pueden ser personalizados en función de las necesidades de cada FCD. Y por supuesto, está vinculada a la tabla “users” (que a su vez vincula al inspector) y la tabla “plots” que identifica la parcela inspeccionada.

En la Figura 26 puede verse el esquema de la vinculación entre las parcelas (“plots”), los inspectores (“users”) y las inspecciones (“inspections”).

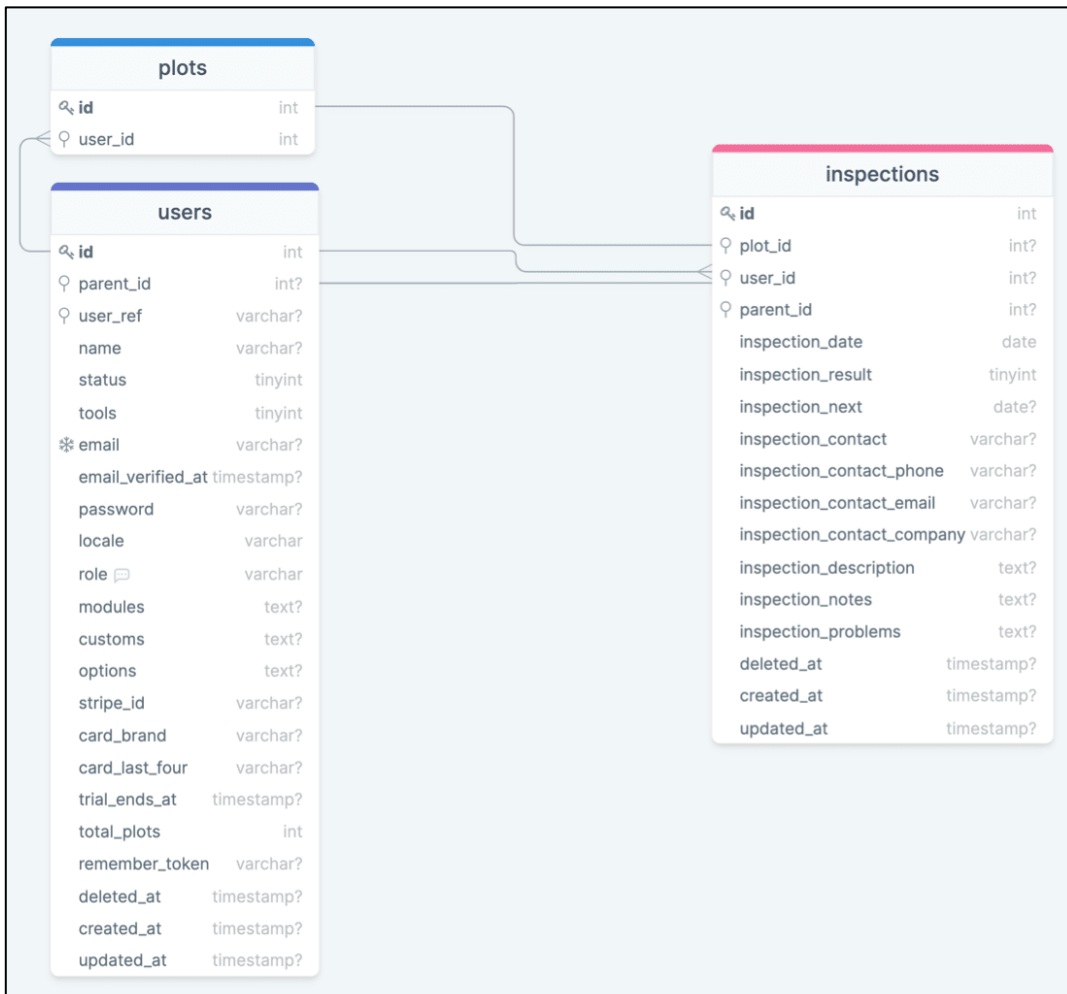


Figura 26: Estructura de la tabla de inspecciones, vinculándola con la tabla de parcelas y usuarios, remarcando que un usuario con el nivel “engineer” es un inspector. La tabla “users” ha sido solo mencionada y no se han incluido los campos que la forman, salvo los necesarios para las vinculaciones: “id” y “user_id”. Fuente: Diagrama generado con <https://drawsql.app>

El resto de las bases de datos ya han sido descritas en la Tabla 19 y principalmente son tablas auxiliares tanto del *framework* Laravel como de la propia plataforma AGROEPSO. También hay tablas que, por motivos de seguridad, no se han mencionado. Su función es de uso interno y sirven para añadir una capa extra de seguridad a la plataforma.

3.3. ALOJAMIENTO EN LA NUBE.

Para el alojamiento de la plataforma se ha optado por un sistema IaaS. Estos sistemas permiten unos niveles de configuración y gestión muy importantes y cumplen con todos los requisitos que se van a exigir a un sistema de alojamiento en la nube.

Se ha optado por los servicios de la empresa DigitalOcean (<https://www.digitalocean.com/>), que permite crear servidores virtuales en la nube los cuales se pueden gestionar y configurar según las necesidades de cada proyecto. Para desplegar AGROEPSO se han utilizado dos servidores virtuales, a los que se ha llamado servidor A y el servidor B.

El servidor A se va a utilizar para la instalación de la API de conexión para los dispositivos IoT, la cual ha sido desarrollada mediante Laravel Lumen. Las características del servidor A son:

- 1GB de memoria RAM.
- 1 CPU virtual.
- 1TB de transferencia de datos.
- 25GB de espacio en disco SSD.

El servidor B se ha utilizado para instalar AGROEPSO y se ha configurado de la siguiente forma:

- 2GB de memoria RAM.
- 2 CPUs virtuales.
- 3 TB de transferencia de datos.
- 60GB de espacio en disco SSD.

De momento, los servidores no han experimentado grandes cargas de funcionamiento y realmente AGROEPSO (servidor B) estaría funcionando sobradamente con una configuración similar a la del servidor A, pero se ha optado por una postura conservadora y preventiva. Igualmente, la principal ventaja de utilizar la tecnología IaaS es que en cualquier momento se puede variar la configuración del servidor, y en pocos segundos se pueden aumentar o disminuir las prestaciones según las necesidades de cada momento.

3.3.1. Instalación y administración del servidor.

Lo primero al crear un servidor desde el panel de DigitalOcean es seleccionar el sistema operativo, en este caso se ha seleccionado Ubuntu versión 18.04.2. Además, se ha

optado por instalar una imagen LAMP (infraestructura de *software* basado en Linux, Apache, MariaDB y PHP) que, junto con Ubuntu, nos instalará todo el *software* necesario para nuestro servidor de forma automática. El siguiente paso es seleccionar donde queremos que se encuentre el centro de datos que genera el servidor. Por cuestiones de Protección de Datos, el servidor debe de encontrarse en la Unión Europea, por lo que se seleccionó el centro de datos de Frankfurt (Alemania).

El paso siguiente es aceptar las condiciones de uso y crear el servidor virtual. Una vez creado el servidor virtual, se puede acceder a él desde cualquier ordenador mediante conexión SSH (Secure SHell). Como software de conexión se ha utilizado Iterm2 (Nachman, 2020). Una vez que se ha accedido al servidor vía SSH con las correspondientes credenciales, se debe comprobar que todo está actualizado (**Código 6**).

```
$ sudo apt-get update  
  
sudo apt-get upgrade  
  
$ sudo apt-get disk-update  
  
$ sudo a2enmod rewrite
```

***Código 6:** Secuencia de códigos para la actualización del software del servidor virtual basado en Ubuntu y la instalación de módulo "mod_rewrite" del servidor Apache (Apache Server, 1995/2020)*

Lo siguiente es instalar Composer (Adermann y Boggiano, 2020) y Git (Torvalds & Hamano, 2008/2020) en el servidor (**Código 7**).

```
$ curl -sS https://getcomposer.org/installer | php  
  
$ sudo mv composer.phar /usr/local/bin/composer  
  
$ sudo apt-get install git
```

***Código 7:** Instalación de la base de datos MariaDB en un servidor Ubuntu*

El siguiente paso es instalar Laravel. Para ello se debe crear un nuevo proyecto al que se ha denominado eps091 (**Código 8**).

```
$ cd /var/www  
  
$ composer create-project --prefer-dist laravel/laravel eps091
```

Código 8: Accediendo a la carpeta principal del servidor y creando una nueva instalación de Laravel

Ahora se accede la carpeta donde está Laravel y se verifica que se ha instalado correctamente mediante el Código 9, comprobando que no devuelve ningún tipo de error y que, por tanto, están perfectamente instalado y configurado.

```
$ cd eps091  
  
$ php artisan
```

Código 9: Verificación de la correcta instalación de Laravel en el servidor.

Lo siguiente es dar permisos especiales a algunas carpetas de Laravel (**Código 10**).

```
$ sudo chown -R www-data:www-data /var/www/eps091/storage  
  
$ sudo chown -R www-data:www-data /var/www/eps091/bootstrap/cache
```

Código 10: Actualizando permisos en algunas carpetas de Laravel

Por último, y una vez todo el proyecto está finalizado, hay que ponerlo en producción. Es un término utilizado en programación para indicar que el desarrollo está listo para ser utilizado por los usuarios y se han terminado las pruebas (o la fase beta, como se denomina en el argot).

Una vez se llega este punto, hay que optimizar el servidor para que Laravel funcione a pleno rendimiento (**Código 11**).

```
composer install --no-interaction --prefer-dist --optimize-autoloader

php artisan migrate -force

php artisan clear-compiled

php artisan auth:clear-reset

php artisan cache:clear && php artisan route:clear

php artisan config:clear

php artisan queue:restart
```

Código 11: Optimizando el servidor para optimizar el funcionamiento de Laravel.

El resto de las operaciones, y sobre todo la administración del servidor, pueden hacerse desde el panel de administración de Digitalocean, mientras que el despliegue de nuevas versiones de la plataforma en el servidor se ha realizado mediante el *software* Git.

También se disponen de herramientas comerciales que pueden realizar toda esta gestión y configuración de servidores.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. RESULTADOS DE LA ENCUESTA Y LAS ENTREVISTAS.

A continuación, se muestran los resultados de la encuesta realizada a los agricultores y las entrevistas realizadas a técnicos y directivos empresas y FCD de la Comunidad Valenciana. Los datos se mostrarán en base a los cuatro bloques de preguntas que se han realizado a los tres grupos (Anexo I).

4.1.1. Resultados del primer bloque.

El primer bloque de preguntas se centra en el análisis de la percepción de los sistemas ERP y las nuevas tecnologías en la agricultura. Todas las preguntas del bloque 1 se encuentran en la Tabla 9.

En cuanto a la primera cuestión (B1P1) sobre si se “*¿utiliza dispositivos electrónicos o internet en su puesto de trabajo?*”. Se ha obtenido una respuesta afirmativa entre el 100% entre los directivos encuestados, el 89,3% de los técnicos y un 23,7% entre los agricultores, indicando un bajo impacto de las nuevas tecnologías entre el grupo de los agricultores, mientras que entre los técnicos y los directivos las nuevas tecnologías tienen un impacto destacado. Los resultados pueden verse en la Figura 27.

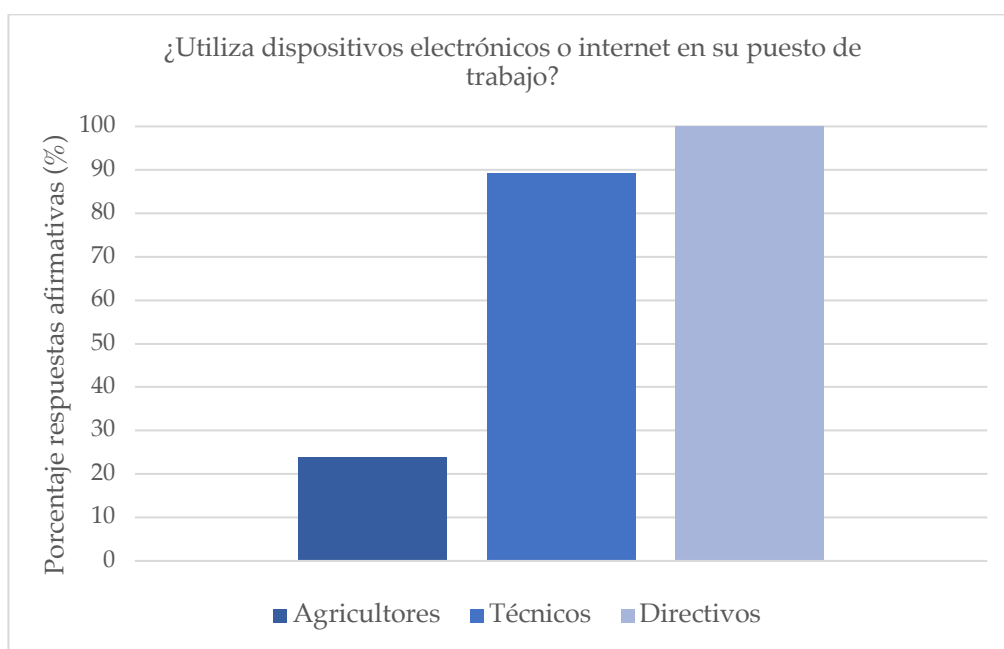


Figura 27: Resultados para la pregunta B1P1 (todos los grupos)

Esta pregunta produjo las primeras diferencias significativas entre grupos, tal y como se ven en la Tabla 16.

Pregunta	Agricultores		Técnicos		Directivos	
	% Si	% No	% Si	% No	% Si	% No
B1P1	23.7	76.3	89.3	10.7	100	0

Tabla 16: Resultados para la pregunta B1P1

En la Tabla 17 se muestra el análisis de las variables mediante el *software* estadístico SPSS.

Pregunta	A×T×D		T×D		A×D		A×T		A×(T+D)	
	X ² Pearson									
	X ²	p	X ²	p	X ²	p	X ²	p	X ²	p
B1P1	44.6	0.00*	0.1	0.74	26.1	0.00*	27,3	0,00*	44,4	0,00*

*Tabla 17: Análisis de las variables cualitativas dicotómicas de la pregunta B1P1. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$*

La segunda cuestión (B1P2) “¿cuál es su percepción del papel de internet y los programas informáticos en el desarrollo de su trabajo?”.

Las opciones de respuesta propuestas fueron:

- **Buena** con un valor de 1.
- **Moderada** con un valor de 2.
- **Mala** con un valor de 3.

Los resultados medios por grupo fueron de 1,2 para los directivos, 1,1 para los técnicos y 1,6 para los agricultores (**Tabla 18**), y los resultados de las iteraciones entre grupos en la Tabla 19. También se pueden ver los resultados en porcentajes (%), gracias a una interpolación lineal de los datos (**Fórmula 6**), con el objetivo de convertirlos en un formato con representación visual más entendible.

Preguntas	Agricultores			Técnicos			Directivos		
	Media	SD	%	Media	SD	%	Media	SD	%
B1P2	1.6	0.7	70	1.1	0.5	95	1.2	0.5	90

Tabla 18: Resultados para la pregunta B1P2. Donde SD es la desviación estándar

Preguntas	A×T×D		T×D		A×D		A×T		A×(T+D)	
	H - Kruskal Wallis		U - Mann-Whitney							
	X ²	p	U	p	U	p	U	p	U	p
B1P2	0.8	0.73	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 19: Resultados para las interacciones entre grupos mediante el programa SPSS para la tabla 23. A: agricultores, T: técnicos y D: directivos. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión.

En la Figura 28 se pueden ver los resultados en porcentajes (interpolados) de la pregunta B1P2, principalmente para mantener una estructura homogénea de las gráficas y utilizar el porcentaje para mostrar los datos.

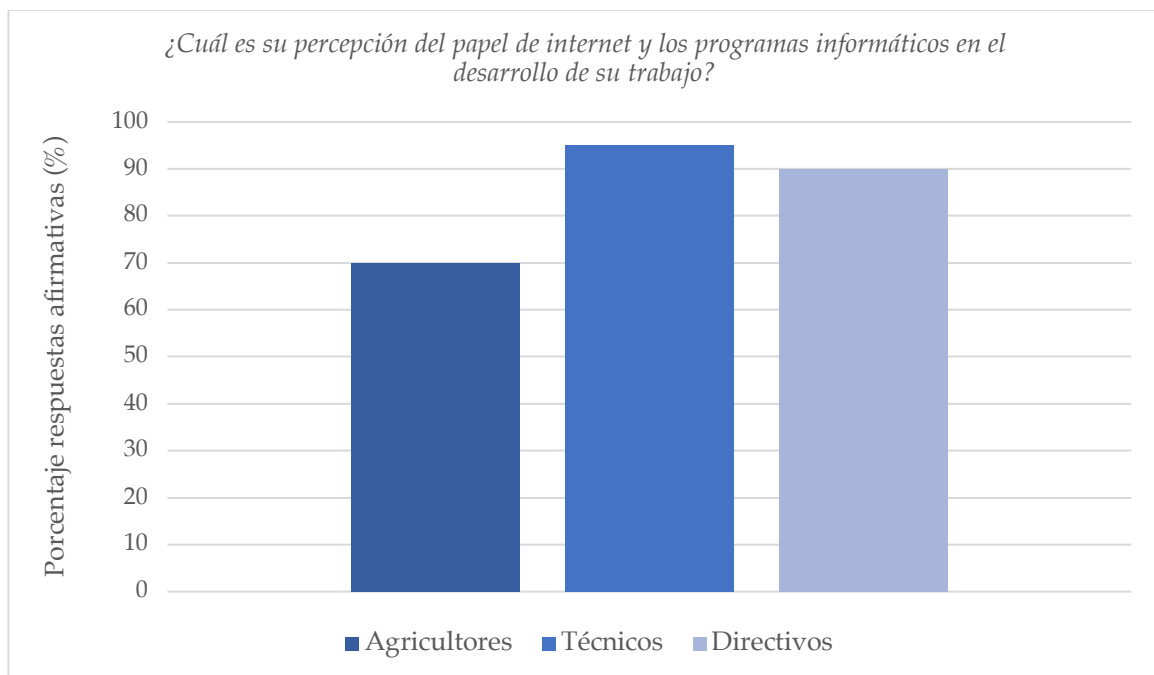


Figura 28: Resultados para la pregunta B1P2 en porcentaje mediante interpolación lineal (todos los grupos)

Seguidamente se propuso a los encuestados que puntuasen de 0 a 10 una serie de características que debería tener una aplicación informática que podría ser utilizada en el día a día de la gestión de una explotación agraria (Tabla 20).

Preguntas	Agricultores			Técnicos			Directivos		
	Media	SD	%	Media	SD	%	Media	SD	%
B1P3a	7.7	2.4	77	5.1	2.0	51	5.6	2.5	56
B1P3b	6.5	2.3	65	4.9	2.7	49	4.9	3.0	49
B1P3c	6.3	2.7	63	6.5	2.2	65	6.6	2.3	66
B1P3d	7.2	2.4	72	5.4	2.3	54	5.4	3.0	54
B1P3e	8.3	2.4	83	5.8	2.0	58	4.9	2.5	49
B1P3f	9.3	4.7	93	9.2	1.3	92	9.7	3.6	97

Tabla 20: Resultados para el resto de las preguntas del bloque 1

En la Figura 29 puede verse una visualización gráfica de las preguntas a los tres grupos (agricultores, técnicos y directivos) que se muestran en la Tabla 20.

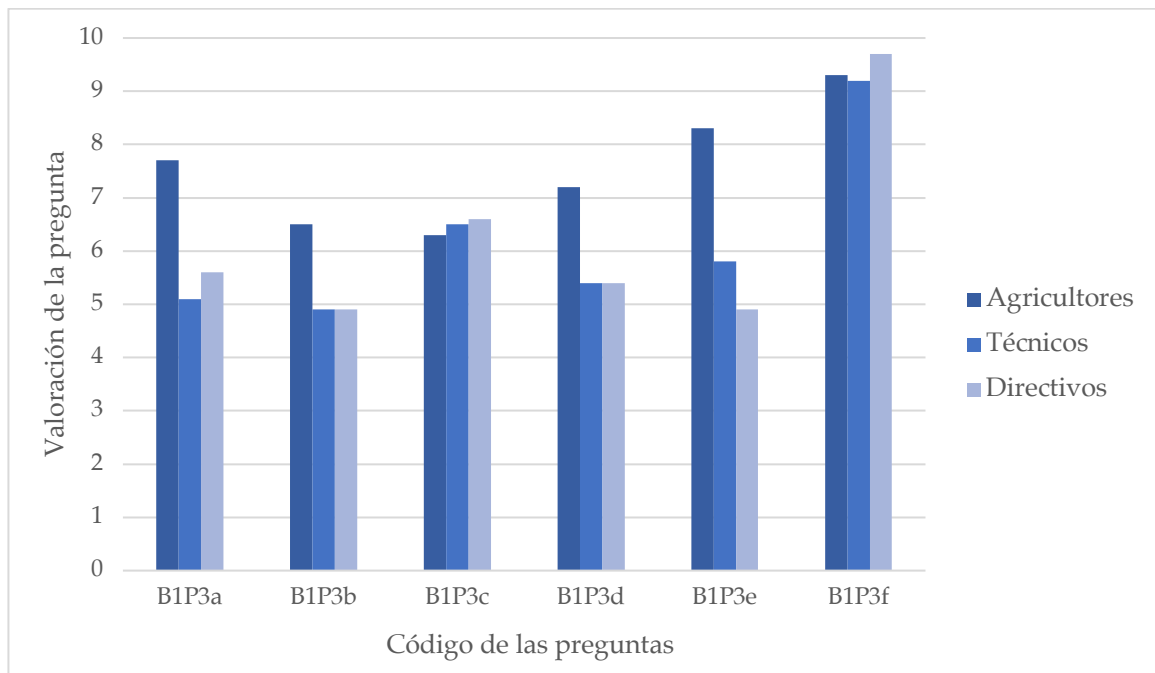


Figura 29: Resultados afirmativos para las preguntas de la tabla 25 (todos los grupos)

En la Tabla 21 pueden verse los resultados del análisis de las variables cuantitativas de la encuesta mostrada en la Tabla 20.

Preguntas	A×T×D		T×D		A×D		A×T		A×(T+D)	
	H - Kruskal Wallis		U - Mann-Whitney							
	X ²	p	U	p	U	p	U	p	U	p
B1P3a	22.3	0.00*	57.5	0.19	531.5	0.04*	551.0	0.00*	1132.5	0.00*
B1P3b	8.2	0.02*	73.0	0.79	497.5	0.02*	968.0	0.01*	1745.5	0.00*
B1P3c	0.1	0.89	-	-	-	-	-	-	-	-
B1P3d	11.6	0.00*	79.0	0.96	724.0	0.03*	875.5	0.00*	1670.5	0.00*
B1P3e	26.2	0.00*	75.4	0.19	582.5	0.04*	564.0	0.00*	1134.5	0.00*
B1P3f	2.4	0.73	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 21: Resultados para las interacciones entre grupos mediante el programa SPSS para la tabla 25. A: agricultores, T: técnicos y D: directivos. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$

Los resultados obtenidos en este último grupo de preguntas del bloque 1 (Tabla 24) son muy diversos. La pregunta mejor valorada fue la pregunta B1P3f “debe hacer más sencillas las tareas del día a día” puntuando en torno a 9 en los tres grupos. Por el contrario, la pregunta menos valorada ha sido “debe ayudar con el papeleo de la empresa” puntuando en torno a 6 en los tres grupos. En el resto de las preguntas aparecieron diferencias significativas entre el grupo de agricultores, los técnicos y directivos.

Las siguientes preguntas fueron valoradas por los agricultores de forma bastante más positiva que el resto de los grupos:

- “Debe servir como cuaderno de explotación”, pregunta B1P3e (8,3).
- “Debe ser simple”, pregunta B1P3a (7,7).
- “Debe de integrar la gestión del suelo, el clima y el día a día de las parcelas”, pregunta B1P3d (7,2).
- “Debe de ser bueno para la rentabilidad de la empresa”, pregunta B1P3b (6,5).

4.1.2. Resultados del segundo bloque.

El segundo bloque de preguntas se centra en la trazabilidad y registro de datos en las explotaciones agropecuarias. Las preguntas del bloque 2 se encuentran en el Anexo I (Tabla A1.2) y en la Tabla 22 se encuentran las respuestas para las preguntas B2P1 y B2P2.

Pregunta	Agricultores		Técnicos		Directivos	
	% Si	% No	% Si	% No	% Si	% No
B2P1	24.5	75.5	63.5	36.5	70.7	29.3
B2P2	67.4	42.6	73.3	26.7	72.7	27.3

Tabla 22: Resultados para la pregunta B2P1 y B2P2 del bloque 2

Ante la pregunta “¿dispone de un registro de datos climáticos relacionados con las parcelas que gestiona?” (B2P1) los técnicos y directivos presentaron un número importante de respuestas afirmativas, algo que no ocurrió con los agricultores. En la Figura 30 pueden verse las respuestas afirmativas a la pregunta B2P1 en función de los grupos encuestados.

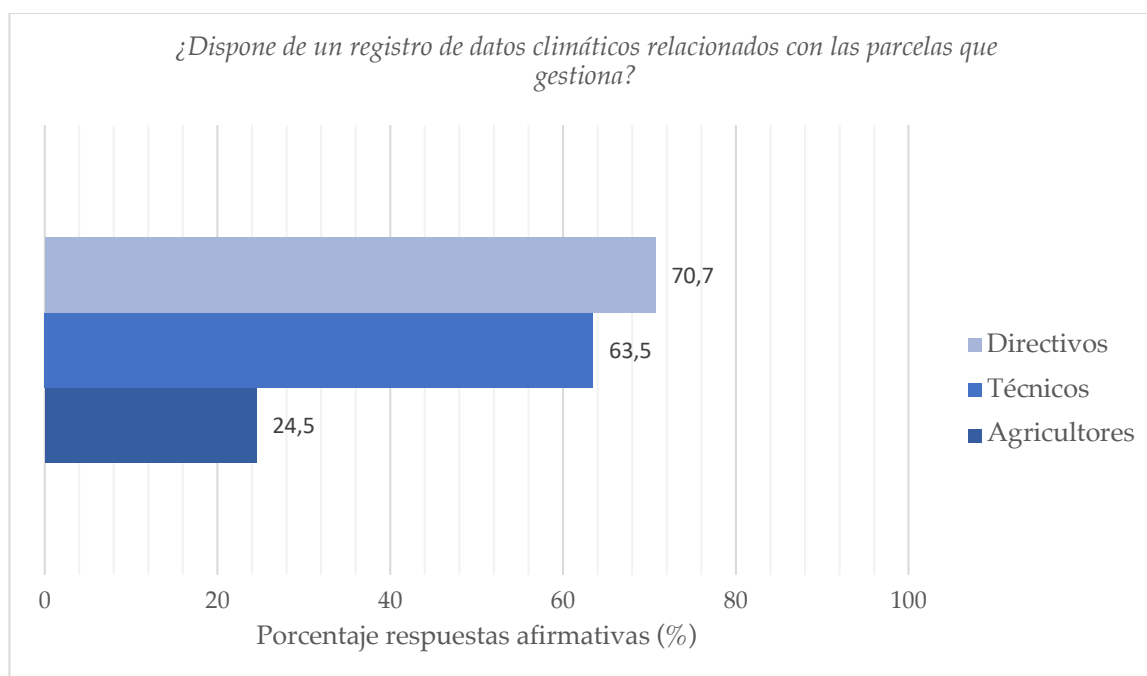


Figura 30: Resultados afirmativos para la pregunta B2P1 (todos los grupos)

Para la pregunta B2P1 las diferencias entre ellos fue estadísticamente significativa, tal y como se muestra en la Tabla 23.

Pregunta	A×T×D		T×D		A×D		A×T		A×(T+D)	
	X ² Pearson									
	X ²	p	X ²	p	X ²	p	X ²	p	X ²	p
B2P1	23.1	0.00*	0.0	0.97	10.9	0,00*	14,7	0,00*	23,1	0,00*
B2P2	2.4	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-

*Tabla 23: Análisis de las variables cualitativas dicotómicas de las preguntas B2P1 y B2P2. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$*

Ante la pregunta “¿y un registro de los rendimientos de la parcela?” (B2P2), directivos y técnicos respondieron afirmativamente en mayor número que los agricultores, pero en este caso, la diferencia fue menor que con la pregunta anterior (B2P1), mostrando la importancia del dato.

Las distribuciones de respuestas afirmativas a la pregunta B2P2 pueden verse en la Figura 31.

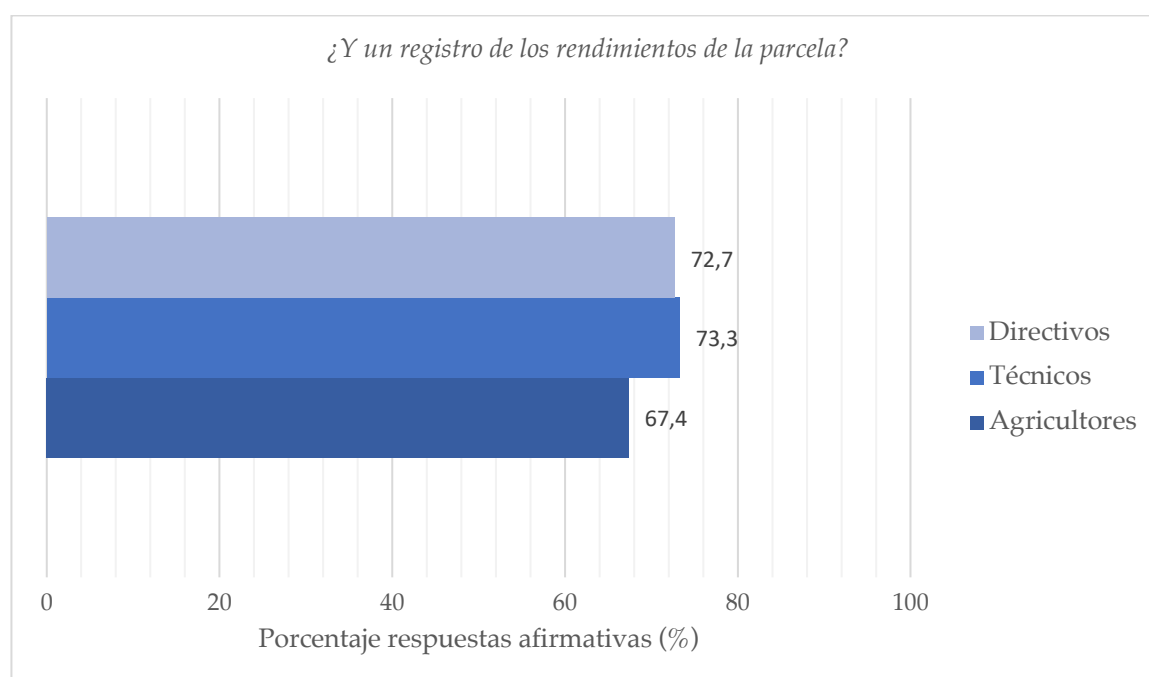


Figura 31: Resultados afirmativos para la pregunta B2P2 (todos los grupos)

A continuación, se preguntó por los diferentes módulos que debería tener una aplicación informática para la gestión agrícola, tendiendo que evaluar cada uno de los módulos de 0 a 10 (pregunta B2P3), los resultados pueden verse en la Tabla 24.

Preguntas	Agricultores			Técnicos			Directivos		
	Media	SD	%	Media	SD	%	Media	SD	%
B2P3a	7.0	4.4	70	7.4	1.1	74	7.7	1.9	77
B2P3b	7.8	2.1	78	7.3	1.5	73	7.8	2.0	78
B2P3c	8.0	2.1	80	8.9	1.7	89	8.7	1.6	87
B2P3d	7.7	2.4	77	5.2	2.0	52	5.8	2.5	58
B2P3e	7.3	3.2	73	5.7	3.2	57	5.3	2.3	53
B2P3f	8.8	4.2	88	9.1	4.6	91	8.3	4.2	83

Tabla 24: Resultados para el resto de las preguntas del bloque 2

Los módulos más valorados por todos los grupos fueron los de “gestión de documentos” (B2P3f), el de “registro de incidencias con plagas y enfermedades” (B2P3c) y el de “registro de producciones” (B2P3b). En cuanto a los agricultores, los módulos fueron muy bien valorados obteniendo una respuesta media superior a 7, con un máximo en la pregunta “gestión de documentos” (B2P3f) con un 8,8 de puntuación. En cuanto a técnicos y directivos los módulos por los que sintieron menos interés fueron “registro de vehículos y maquinaria” y el “registro de labores culturales realizadas” aun siendo un requisito legal para la explotación agraria (preguntas B2P3d y B2P3e). En lo referente al resto de módulos la media fue superior a 7.

En la Figura 32 puede verse una visualización gráfica de las respuestas proporcionadas por los tres grupos: agricultores, técnicos y directivos, y cuyos resultados pueden observarse en la Tabla 28.

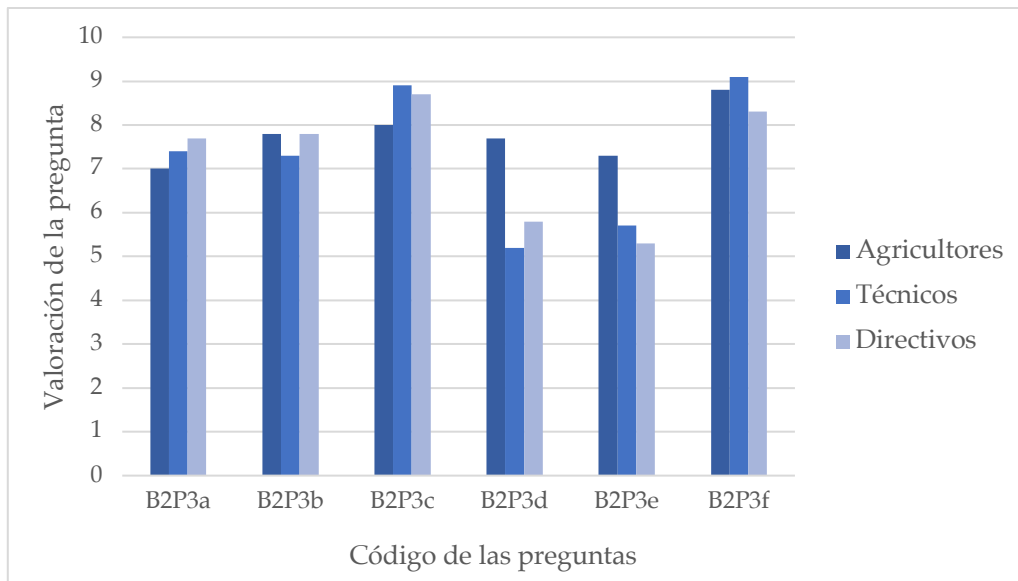


Figura 32: Resultados afirmativos para las preguntas de la tabla 29 (todos los grupos)

En la Tabla 25 pueden verse los resultados calculados para el análisis de las variables cuantitativas de la encuesta mostrada en la Tabla 24.

Preguntas	A×T×D		T×D		A×D		A×T		A×(T+D)	
	H - Kruskal Wallis		U - Mann-Whitney							
	X ²	p	U	p	U	p	U	p	U	p
B2P3a	1.4	0.50	-	-	-	-	-	-	-	-
B2P3b	8.1	0.34	-	-	-	-	-	-	-	-
B2P3c	4.2	0.12	-	-	-	-	-	-	-	-
B2P3d	24.3	0.00*	57.5	0.19	571.5	0.04*	551.0	0.00*	1122.5	0.00*
B2P3e	9.9	0.01*	80.0	0.89	655.5	0.02*	1023.0	0.03*	1678.5	0.00*
B2P3f	0.8	0.66	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 25: Resultados para las interacciones entre grupos mediante el programa SPSS para la tabla 29. A: agricultores, T: técnicos y D: directivos. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$

4.1.3. Resultados del tercer bloque.

El tercer bloque de preguntas se centra en la gestión y toma de decisiones en las explotaciones agrarias. Las preguntas del bloque 3 se encuentran en el Anexo I (Tabla A1.3) y en la Tabla 26 se encuentran las respuestas.

Pregunta	Agricultores		Técnicos		Directivos	
	% Si	% No	% Si	% No	% Si	% No
B3P1	73.5	26.5	-	-	-	-
B3P2	-	-	63.6	36.4	93.3	6.7
B3P3	73.0	27.0	-	-	-	-
B3P4	-	-	80.1	20.9	93.3	6.7
B3P5	65.3	34.7	-	-	-	-
B3P6	-	-	93.3	6.7	81.8	18.2
B3P7	31.9	68.1	-	-	-	-
B3P8	-	-	66.7	33.3	63.6	36.4
B3P9	84.3	15.7	70.7	29.3	80.8	19.2
B3P10	26.5	73.5	73.3	26.7	72.7	27.3
B3P11	90.3	9.7	86.3	13.7	93.3	6.7

*Tabla 26: Resultados para las preguntas del bloque 3. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$*

En este bloque se realizaron preguntas dirigidas tanto a los tres grupos, como a grupos específicos, por un lado, el de los agricultores y por otro los técnicos y directivos.

En la Tabla 27 pueden verse los resultados calculados para el análisis de las variables cuantitativas de la encuesta mostrada en la Tabla 26.

Preguntas	A×T×D		T×D		A×D		A×T		A×(T+D)	
	H - Kruskal Wallis		U - Mann-Whitney							
	X ²	p	U	p	U	p	U	p	U	p
B3P1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B3P2	-	-	3.6	0.06	-	-	-	-	-	-
B3P3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B3P4	-	-	0.0	0.76	-	-	-	-	-	-
B3P5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B3P6	-	-	0.8	0.36	-	-	-	-	-	-
B3P7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B3P8	-	-	0.0	0.87	-	-	-	-	-	-
B3P9	0.1	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-
B3P10	23.1	0.00*	0.0	0.97	10.9	0,00*	14,7	0,00*	23,1	0,00*
B3P11	2.2	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 27: Resultados para las interacciones entre grupos mediante el programa SPSS para la tabla 31. A: agricultores, T: técnicos y D: directivos. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$

a) Preguntas realizadas solo a los agricultores (Figura 33):

- Se evidenció que el 73,5% de los encuestados respondieron a la pregunta (B3P1) “¿sabe cómo se comporta cada una de las parcelas que cultiva?” de forma afirmativa.
- En cuanto a la pregunta (B3P3) “¿conoce el tamaño de las parcelas de su explotación?” respondieron afirmativamente el 73%.
- El 65,3% de los agricultores respondió a la pregunta (B3P5) “¿cuándo fue la última vez que alguien le preguntó información sobre su parcela?” que sí recordaban la ocasión en que se lo preguntaron.

- En cuando a la pregunta (B3P7) “¿puede decirme, utilizando datos edafoclimáticos reales, si hay diferencias entre sus distintas parcelas?”, solo el 31,9% pudo responder afirmativamente.

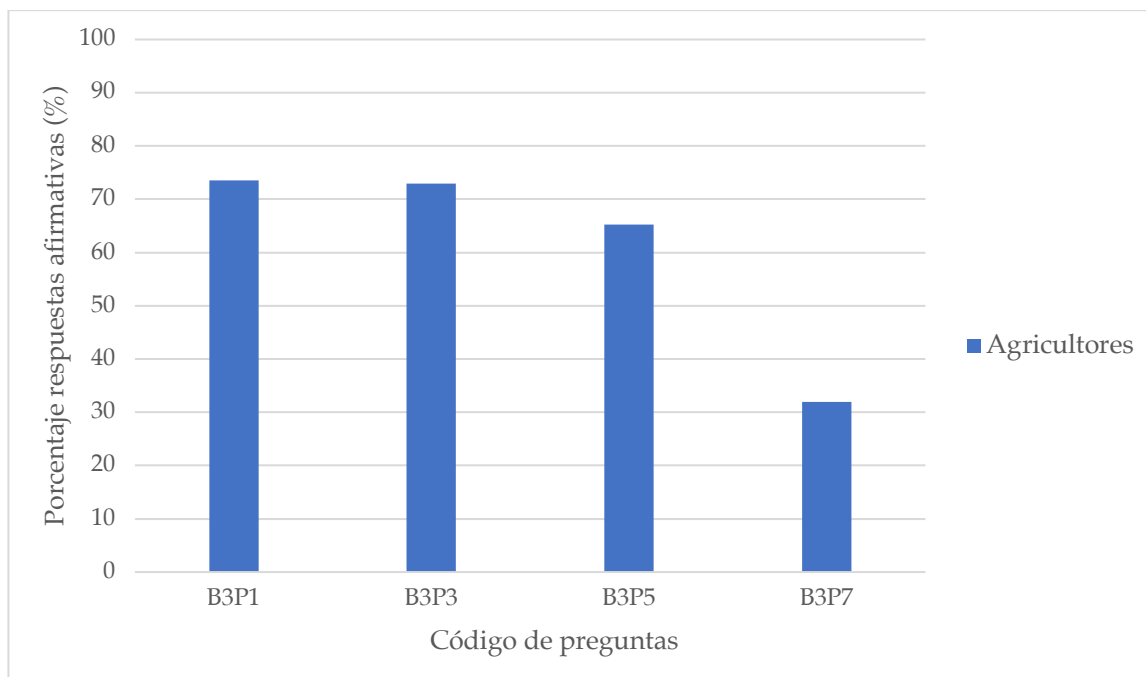


Figura 33: Resultados afirmativos para las preguntas a agricultores del bloque 3

b) Preguntas realizado solo a técnicos y directivos (Figura 34):

- Respecto a la pregunta (B3P2) “¿tiene que gestionar datos relativos a los miembros de su organización?”, el 63,6% de los técnicos y el 93,3% de los directivos respondieron afirmativamente.
- El 80,1% de los técnicos y el 93,3% de los directivos respondieron afirmativamente a la pregunta (B3P4) “¿puede obtener información actualizada de los miembros de su organización en un tiempo razonable?”.
- La pregunta (B3P6) “¿puede decir, con datos reales, si existen diferencias edafoclimáticas entre las zonas que su organización cuida o gestiona?” fue respondida afirmativamente por un 93,3% de los técnicos y el 81,8% de los directivos.
- El 66,7% de los técnicos y el 63,6% de los directivos pudieron recordar cuándo fue la última vez que alguien solicitó una información específica sobre uno de sus asociados (B3P8).

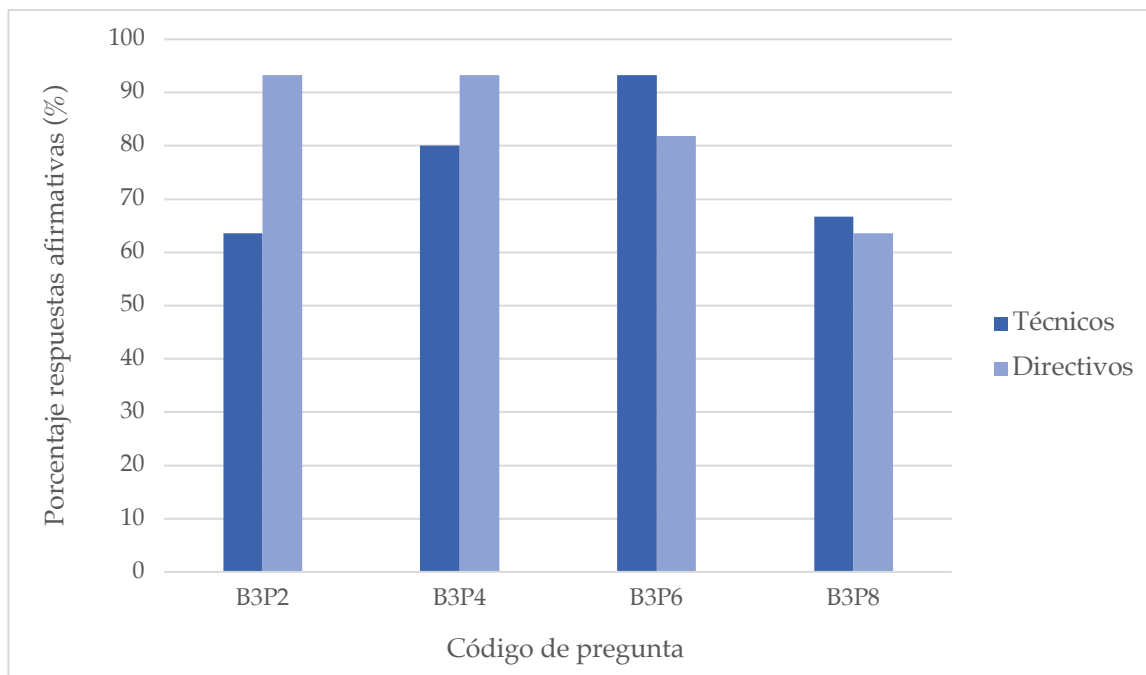


Figura 34: Resultados afirmativos para las preguntas a técnicos y directivos del bloque

c) Preguntas realizadas a todos los grupos:

- La pregunta (B3P9) “¿encuentra complicado rellenar y gestionar la documentación requerida por la legislación actual?” obtuvo una respuesta afirmativa de forma generalizada entre los tres grupos: 84,3% de los agricultores, el 70,7% de los técnicos y el 80,8% de los directivos.
- A la pregunta (B3P10) “¿necesita información agrupada por zonas para tomar tomar decisiones globales?” el 26,5% de los agricultores, el 73,3% de los técnicos y el 72,7% de los directivos consideraron que necesitan la información para tomar decisiones generales. En esta pregunta, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los agricultores y los otros dos grupos (Figura 35).
- Ante la pregunta (B3P11) “¿considera necesario un sistema de contabilidad vinculado con los datos de producción?” el 90,3% de los agricultores, el 86,3% de los técnicos y el 93,3% de los directivos consideraron necesario un sistema contable vinculado al suministro de datos de producción.

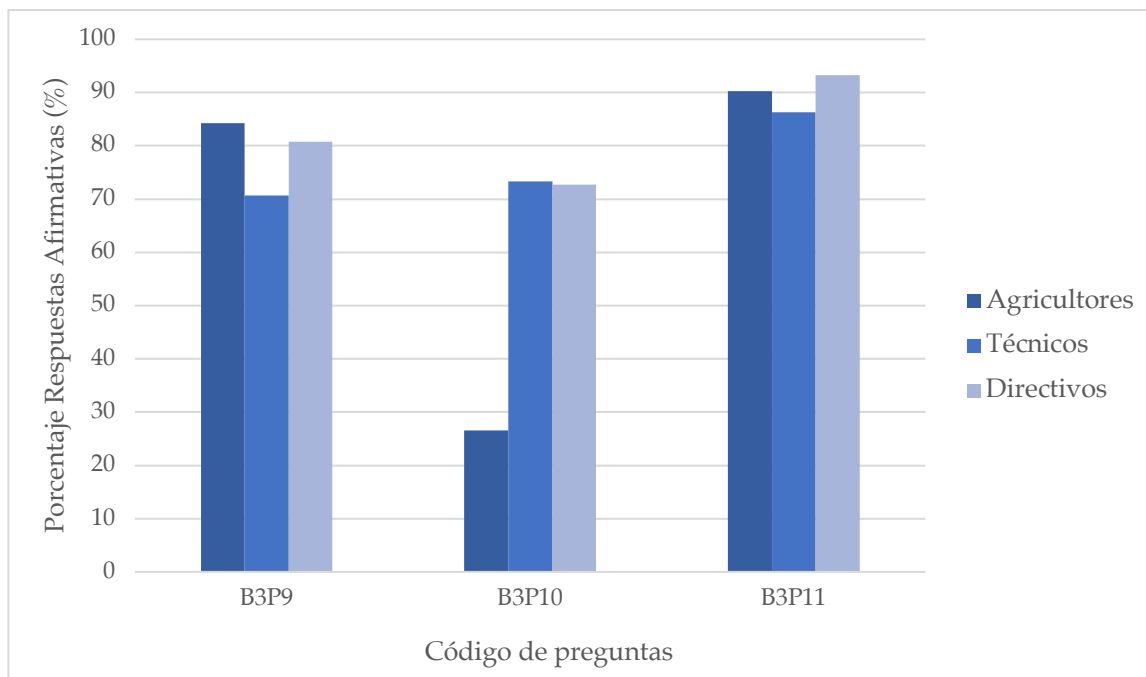


Figura 35: Resultados afirmativos para las preguntas del bloque 3 (todos los grupos)

4.1.4. Resultados del cuarto bloque.

El cuarto bloque de preguntas se centra en la utilización de software y soluciones tecnológicas en la agricultura. Las preguntas del bloque 4 se encuentran en en Anexo I (Tabla A1.4) y en la Tabla 28 se encuentran las respuestas.

En este bloque también se han realizado preguntas en función del grupo. Las preguntas B4P1 y B4P3 han sido realizadas solo al grupo de los agricultores, mientras que las preguntas B4P2 y B4P4 han sido realizadas a técnicos y directivos, como puede verse en detalle en la Tabla 28.

Pregunta	Agricultores		Técnicos		Directivos	
	% Si	% No	% Si	% No	% Si	% No
B4P1	9.8	90.2	-	-	-	-
B4P2	-	-	70.4	29.6	80.3	19.7
B4P3	9.8	90.2	-	-	-	-
B4P4	-	-	66.7	33.3	63.6	36.4

Tabla 28: Resultados para las preguntas del bloque 3. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$

En la Tabla 29 pueden verse los resultados calculados para el análisis de las variables cuantitativas de la encuesta mostrada en la Tabla 28.

Preguntas	A×T×D		T×D		A×D		A×T		A×(T+D)	
	H - Kruskal Wallis		U - Mann-Whitney							
	X ²	p	U	p	U	p	U	p	U	p
B4P1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B4P2	-	-	7.3	0.24	-	-	-	-	-	-
B4P3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B4P4	-	-	0.0	0.87	-	-	-	-	-	-

Tabla 29: Resultados para las interacciones entre grupos mediante el programa SPSS para la tabla 32. A: agricultores, T: técnicos y D: directivos. El símbolo - indica que la pregunta no aplica al grupo en cuestión. El símbolo * significa que el resultado es estadísticamente significativo a $p < 0,05$

a) Preguntas realizadas solo a los agricultores:

- La pregunta (B4P1) “¿utiliza algún tipo de programa informático para la gestión de sus parcelas agrícolas?” ha sido respondida negativamente por un 90,2% de los agricultores.
- En cuanto a la pregunta (B4P3) “¿utiliza algún tipo de programa informático para la toma de decisiones en lo referido a las producciones de su explotación?” solo el 9,8% respondió afirmativamente.
- Las respuestas a las preguntas B4P1 y B4P2 indican un bajo grado de digitalización en el grupo de los agricultores.

b) Preguntas realizadas solo a técnicos y directivos:

- La pregunta (B4P2) “¿utiliza algún tipo de programa informático para la gestión de personal o asociados?” ha sido respondida afirmativamente por un 70,4% de los técnicos y un 80,3% de los directivos.

- Sobre la pregunta (B4P4) “¿utiliza algún tipo de programa informático para la toma de decisiones a nivel territorial?” un 66,6% de los técnicos y un 63,6% de los directivos afirmaron utilizarlo.

En base a los datos obtenidos de la encuesta y las entrevistas, se puede decir que existe una necesidad de una plataforma ERP que coordine la gestión y la toma de decisiones a nivel de parcela para los tres grupos: agricultores, técnicos y directivos.

Todos los grupos han mostrado interés por las funcionalidades propuestas para un hipotético *software* de gestión agrícola, principalmente aquellas que facilitan el trabajo diario en la explotación agraria.

También consideran que el *software* debe de ser capaz de gestionar y simplificar todo el papeleo generado por la explotación (referenciado en las preguntas B2P3f y B3P9; y en la pregunta B1P3c hay un interés moderado) y, además, ser capaz de llevar tanto el registro de los rendimientos por parcela como la gestión de plagas y enfermedades.

4.2. FUNCIONAMIENTO DE UNA PLATAFORMA ERP PARA LA GESTIÓN AGRÍCOLA.

A continuación, se explica el funcionamiento de la plataforma ERP diseñada para gestionar explotaciones agrarias. La plataforma ha sido desarrollada y probada bajo la supervisión de la Conselleria de Agricultura, Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica de la Comunidad Valenciana y las FCD de la Comunidad Valenciana. Adicionalmente, bajo la colaboración de la DOPGME, un grupo de sus agricultores, técnicos y directivos han estado utilizando la plataforma de forma continuada, enviando sugerencias y notificando errores que ha permitido el desarrollo y la mejora de AGROEPSO, la cual está actualmente en fase de producción, es decir, plenamente operativa.

La plataforma ha ido evolucionando a lo largo de los últimos cinco años, y ha ido desde su versión inicial que estaba desarrollada para la gestión vitícola (versión 1.7), hasta la versión versátil y funcional que se dispone hoy en día (versión 9.1). En definitiva, una versión apta para cualquier tipo de cultivo y con funcionalidades impensables cuando se empezó a desarrollar la plataforma.

El procedimiento de desarrollo, implementación y puesta en marcha del sistema puede verse en la Figura 36, incluidas las futuras líneas de investigación y desarrollo.

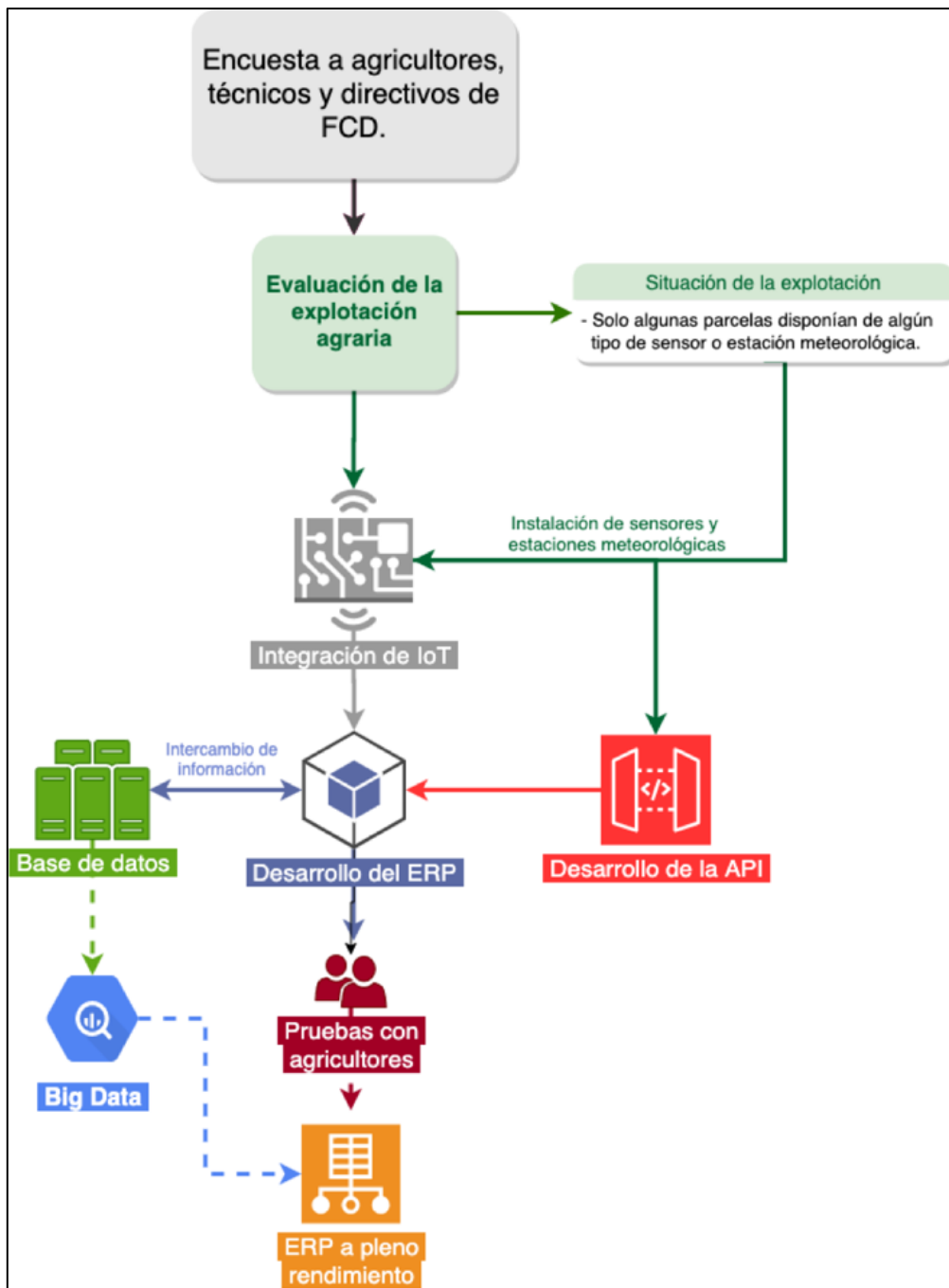


Figura 36: Diagrama completo del proceso de investigación, desarrollo y puesta en marcha. La línea discontinua señala las futuras líneas de investigación y desarrollo.

En las entrevistas realizadas a técnicos y directivos de empresas y FCD un promedio del 65% de ellos utilizaba un *software* de gestión agrícola para la administración de las parcelas (pregunta B4P4 punto 4.1.4), la idea es que AGROEPSO sea utilizado por todo tipo de usuarios y perfiles y, además, que se convierta en una plataforma única de gestión global de la empresa agraria.

Es importante indicar que la plataforma ha sido pensada considerando el concepto de “*software* colaborativo”. Es decir, a diferencia de lo que ocurre con otros programas de gestión agrícola comerciales, la idea no es la de que cada usuario gestione sus datos, o que

una cooperativa gestione la información de sus socios. El concepto detrás de la plataforma es que los datos sean compartidos entre todos los usuarios, pero siempre teniendo en cuenta la privacidad de cada uno de ellos. Es decir, los datos se compartirán anónimamente y servirán para generar grandes bases de datos de información útil para todos los usuarios del sistema. Por ejemplo, cuando una parcela sea vinculada a una estación meteorológica de AEMET más cercana (procedimiento estándar al dar de alta una parcela, punto 4.2.4.2), y esta se encuentre a 12 kilómetros de la parcela en cuestión, el sistema podrá buscar estaciones meteorológicas más cercanas pertenecientes a otros usuarios, y entonces, utilizar estos datos en vez de los de AEMET. En este caso, el usuario nunca sabría de qué parcela provendría la información, pero sí que los datos serían más fiables al estar la fuente de datos más cerca de la parcela.

4.2.1. Gestión de usuarios.

4.2.1.1. ROLES Y PERMISOS.

La plataforma AGROEPSO dispone de un sistema jerárquico de usuarios, permitiendo cuatro niveles de acceso:

- 1 **Nivel agricultor.** Es el nivel más bajo de todos y permite tener acceso y gestión a todos los aspectos relacionados con las parcelas que posee el propio agricultor.
 - Cada agricultor debe pertenecer a una empresa o FCD¹.
 - Solo puede ver sus datos y sus parcelas pero, sin embargo, tiene acceso y control completo sobre ellas.
 - Tiene acceso a informes y a los “cuadernos de campo” de toda su explotación.
 - No puede crear nuevos usuarios en su red.

- 2 **Nivel técnico.** Está pensado para los técnicos de empresas y FCD. Permite tener acceso a todas las parcelas y a los datos de los usuarios de su red, pero con limitaciones:

¹ Esta idea de pertenencia a un grupo de tipo jerárquico vamos a definirla como “una red”, es decir, todos los agricultores, técnicos y directivos de la DOPGME forman una red, y solo pueden acceder a ella. En ningún caso podrán acceder a los datos e información a la red de otra empresa o FDC.

- Cada técnico tiene que pertenecer a una red y debe tener agricultores que dependan de él y administradores que lo supervisen.
- Solo pueden visualizar los datos no agronómicos, por ejemplo, el teléfono del socio o la ubicación de una parcela. No tienen permisos para: modificar, añadir o eliminar estos datos personales de los usuarios.
- Puede acceder a los datos agronómicos y añadir nuevas entradas, pero nunca modificar o eliminar datos que se hayan añadido por parte de otro usuario (solo puede modificar o eliminar los datos agronómicos que haya añadido él mismo).
- Tiene acceso a los informes y “cuadernos de campo” de toda su red.
- Puede crear, editar y eliminar informes de inspección.
- Al crearse el usuario se hace distinción sobre si es un técnico de empresa o de FCD, pensando en que en el futuro los técnicos de las FCD tengan acceso a funcionalidades específicas de una FCD, aunque hoy en día no existen diferencias algunas. Es decir, se pueden crear dos perfiles de usuario de nivel técnico: “inspector” y “engineer”, siendo exactamente iguales.
- No pueden crear nuevos usuarios en su red.

3 **Nivel administrador/gestor.** Es el nivel de gestión agronómica mayor y permite el acceso a todas las parcelas y datos del sistema, que pertenezcan a su cooperativa o FCD.

- Por debajo de él y en su red, tendrá técnicos y agricultores.
- Este usuario no tiene limitaciones de acceso, modificación y creación de registros.
- Puede crear nuevos usuarios en su red interna, es decir, nuevos socios de la cooperativa o la FCD.
- Puede ver todas las operaciones realizadas en su red por todos los agricultores y técnicos.
- Tiene acceso a análisis y gráficos de situación de toda su red.

- Tiene acceso a informes y “cuadernos de campo” de toda su red.
- El sistema denomina a este usuario como Gestor.
- Tiene acceso a las copias de seguridad de su red.

4 **Nivel super-administrador.** Es el administrador del sistema y tiene acceso global y sin restricciones a la plataforma y su código fuente. Este nivel está reservado para los desarrolladores de la plataforma.

Como nota final, hay que aclarar que cualquier operación en el sistema queda registrada en la base de datos indicando que usuario la ha realizado, en qué sección y en qué fecha. Es una medida de seguridad que permite una trazabilidad de todas las operaciones realizadas en el sistema.

4.2.1.2. REGISTRO, ACCESO Y MODIFICACIÓN DE USUARIOS.

Una vez definidos los diferentes perfiles de usuario y los permisos que tienen, se puede proceder con el registro, acceso y modificación de usuarios.

El acceso y registro de usuarios se hace mediante el sistema de autenticación de Laravel (Otwell, 2012), un sistema robusto y continuamente puesto a prueba por la comunidad de desarrolladores, y que por defecto ofrece características como: creación de usuarios, acceso de usuarios, recuperación de contraseñas o mantenerse conectado a AGROEPSO de forma permanente.

a) Creación de usuarios.

Solo un administrador o super-administrador, puede crear usuarios nuevos en el sistema, ya que todos los usuarios dependen o bien de una FCD o de una empresa y por tanto, deben de ser aprobados por alguien.

Lo primero que hay que hacer es buscar en la barra de navegación lateral izquierda (BNLI) el campo “Usuarios” (esta sección solo está visible para administradores o super-administradores ya que como se ha mencionado, solo ellos pueden crear usuarios).

Una vez en la sección de “usuarios”, hay que pulsar sobre “Crear Usuario” y nos llevará a un formulario que deberemos rellenar con los datos este y los permisos que se le van a dar. El formulario de registro dispone de tres pestañas:

- **Información general.** En el formulario de información general se recopila la información básica del usuario (**Figura 37**):
 - Por un lado, se requieren una serie de campos obligatorios como son:
 - El nombre de usuario.
 - El email.
 - La contraseña.
 - También se dispone de un campo optativo que sirve para vincular al nuevo usuario con la empresa o CFD. Este campo solo está disponible para el super-administrador ya que los administradores solo pueden añadir a los nuevos usuarios en su propia red, mientras que el super-administrador puede añadir a un usuario a cualquier red, ya que tiene acceso a todas.

The image shows a web form titled "Nuevo Usuario" with three tabs: "Información general", "Permisos", and "Módulos". The "Información general" tab is active. It is divided into two sections: "CAMPOS OBLIGATORIOS" and "CAMPOS OPTATIVOS (PUEDE DEJARLOS EN BLANCO)".

CAMPOS OBLIGATORIOS:

- Nombre: Input field with placeholder "Nombre".
- Email: Input field with placeholder "Email".
- Contraseña: Input field with placeholder "Contraseña".
- Repetir contraseña: Input field with placeholder "Repetir contraseña".

CAMPOS OPTATIVOS (PUEDE DEJARLOS EN BLANCO):

- Pertence a: Dropdown menu with placeholder "Haga clic para seleccionar".
- Mostrar Eliminados

At the bottom right, there are two buttons: "Crear & Agregar otro" and "Crear Usuario".

Figura 37: Campos de "Información general" del formulario de registro de usuarios

- **Permisos.** El siguiente paso (**Figura 38**) consiste en designar el nivel de acceso del usuario. Debemos tener en cuenta varias cuestiones:

- Los usuarios con capacidad para añadir a nuevos usuarios son el administrador y super-administrador.
- Estos usuarios solo pueden añadir nuevos usuarios de rango inferior, nunca igual o superior a él.
- En la Figura 38 se puede observar que las opciones disponibles para un super-administrador del sistema son todas las opciones inferiores a su nivel jerárquico. Es decir, en ningún momento se le da la opción de crear un nuevo super-administrador, aunque en el momento que se creó AGROEPSO se habilitaron perfiles de super-administrador para todos los desarrolladores involucrados en el proyecto. Esta operación se realizó directamente sobre la base de datos.
- Los permisos pueden cambiarse en cualquier momento por el administrador de una red.

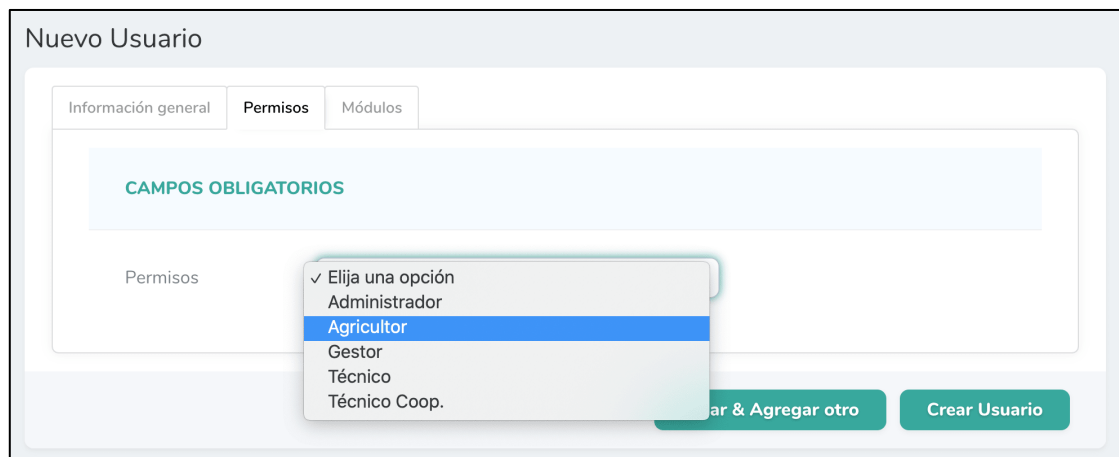


Figura 38: Campos para asignar permisos en el registro de usuarios

- **Módulos.** Cuando se da de alta a un usuario se pueden seleccionar los módulos a los que va a tener acceso (**Figura 39**):
 - El módulo agronómico para la gestión del “cuaderno de campo”, el de facturación y el de gestión de parcelas aparecen por defecto al darse de alta en la plataforma.
 - Un administrador o un super-administrador pueden modificar los módulos a los que tiene acceso una red o un usuario particular. Por ejemplo, si el administrador de una red considera que el módulo de facturación no es necesario, puede eliminarlo de todos los usuarios de su red.

- El sistema de módulos permite ir añadiendo funcionalidades al sistema y autorizando a los diferentes usuarios y redes a poder utilizarlos.

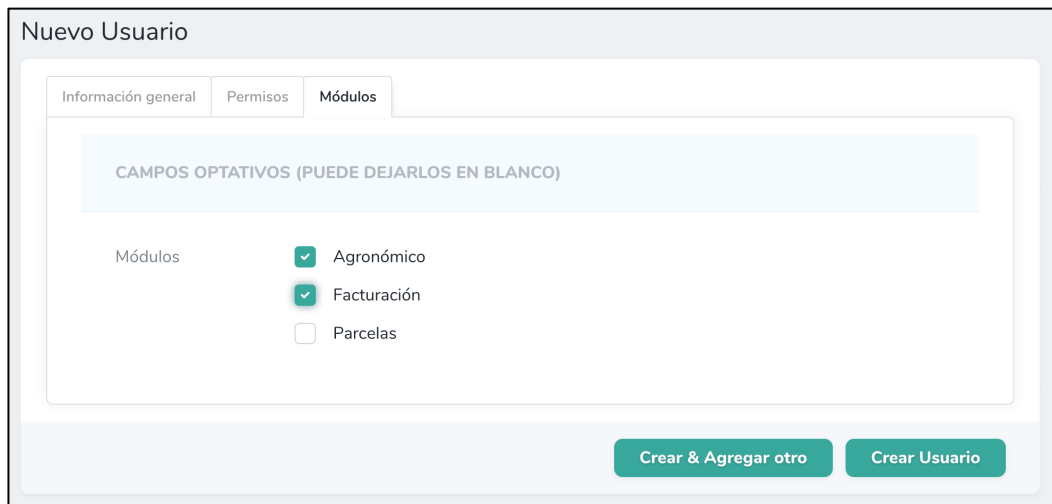


Figura 39: Campos para asignar módulos en el registro de usuarios

b) Acceso de usuarios.

El acceso de usuarios se realiza de forma directa a través del módulo de autenticación de Laravel. Para ello se ha creado un formulario (Figura 40) de recopilación de datos desde el que el usuario puede introducir su email y contraseña y acceder al sistema.

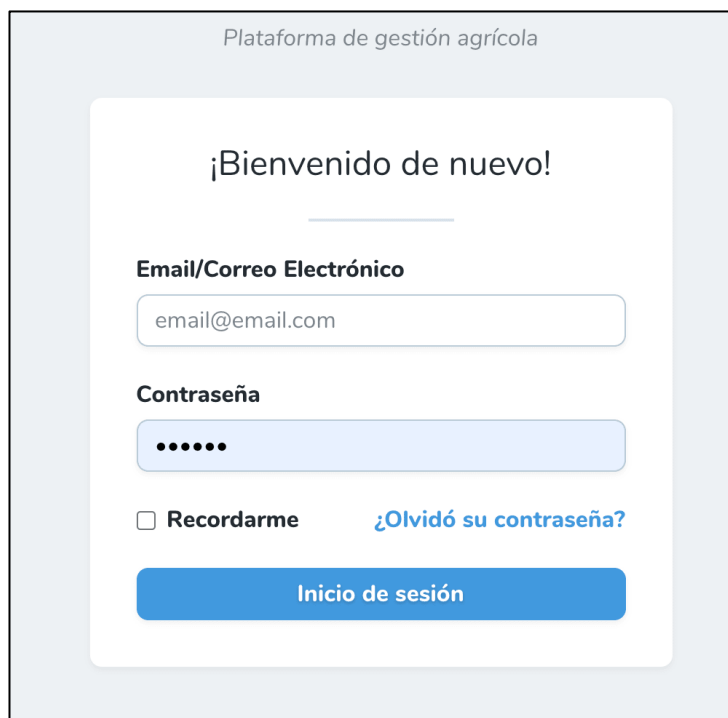


Figura 40: Formulario de acceso a AGROEPSO

En el caso de no recordar la contraseña, el formulario proporciona un enlace con el texto “¿Olvidó su contraseña?” sobre el que se puede clicar para iniciar el proceso de recuperación de contraseña.

Este proceso consiste en que se solicitará el email con el que el usuario se dio de alta en el sistema, verificando que es correcto y que existe en la base de datos. A partir de este punto, el sistema envía automáticamente un email con las instrucciones para cambiar la contraseña anterior por una nueva.

c) Modificación de usuarios.

Este proceso puede hacerse de dos formas, en función de si es el propio usuario el que quiere modificar sus datos o es un administrador el que quiere hacerlo.

Si es el propio usuario, lo que tiene que hacer es acceder al menú superior de navegación y en la parte derecha, podrá ver su propio nombre de usuario. Al clicar sobre él se desplegará un menú que le dará acceso a su perfil, y a partir de aquí, podrá editarlo (**Figura 41**), simplemente accediendo al formulario de edición donde solo tendrá que cambiar los datos personales que desee modificar.

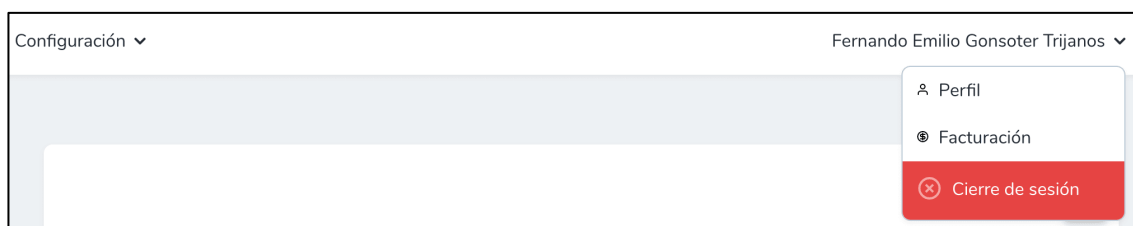


Figura 41: Menú navegación superior de AGROEPSO. En él podemos encontrar el perfil de usuario, los datos de facturación y el cierre de sesión. El nombre de usuario es ficticio

En la Figura 42 se muestra el ejemplo (desde el punto de vista de un super-administrador) de acceso a sus propios datos mediante la actualización de su perfil de usuario. Los datos que se puede cambiar son:

- Estado del usuario: activo o desactivado. Este campo solo está disponible para super-administradores y administradores, y sirve para desactivar un usuario sin necesidad de borrarlo. A efectos prácticos el usuario no tiene acceso a la plataforma y se le puede volver a dar acceso cambiado el estado a “activo”.
- Nombre del usuario.
- Email del usuario. Este campo se utiliza para la autenticación.

- Contraseña y repetir contraseña. Si se dejan en blanco no se actualizan.
- API_KEY. Es la clave para conectar con dispositivos externos y que se genera de forma automática al darse de alta en el sistema. Este campo no puede modificarse.
- En el caso de un super-administrador se da la opción de asignar el usuario a una red existente mediante el campo optativo de "Pertenece a". En el caso de un administrador, esta opción no estaría visible ya que solo puede añadir usuarios a su propia red.

Hay que aclarar, que si el que accede a su propio perfil de usuario no es administrador o super-administrador, los campos "Estado" y "Pertenece a" no estarían ni disponibles ni visibles.

The screenshot shows a web form titled "Editar Usuario" with three tabs: "Información general", "Permisos", and "Módulos". The "Información general" tab is active. The form is divided into two sections: "CAMPOS OBLIGATORIOS" and "CAMPOS OPTATIVOS (PUEDE DEJARLOS EN BLANCO)".

CAMPOS OBLIGATORIOS:

- Estado:** A green toggle switch is turned on.
- Nombre:** Text input field containing "Fernando Emilio Gonsoter Trijanos".
- Email:** Text input field containing "fermamgonsoter92@yahoo.es".
- Contraseña:** Text input field containing "Contraseña".
- Repetir contraseña:** Text input field containing "Repetir contraseña".
- API_KEY:** Text input field containing "9z071aabddFgptAMiYHyIP3LRiWSqsvi2gBNz".

CAMPOS OPTATIVOS (PUEDE DEJARLOS EN BLANCO):

- Pertence a:** A dropdown menu showing "Damián Aguilar" with a close button (x). Below it is a checkbox labeled "Mostrar Eliminados" which is currently unchecked.

At the bottom of the form, there are two buttons: "Actualizar y continuar editando" and "Actualizar Usuario".

Figura 42: Formulario de modificación de datos de usuario desde el punto de vista de un super-administrador

En caso de que sea un super-administrador o un administrador el que desea modificar los datos de un usuario que no es él, la forma de proceder es diferente y se describe a continuación en el punto 4.2.2.

4.2.2. El sistema CRUD. Ejemplo de administración de usuarios.

El sistema CRUD (*Create, Read, Update and Delete*) busca crear una misma forma de proceder en toda la aplicación, es decir, persigue la simplicidad de utilización haciendo que todas las secciones de la plataforma sigan un patrón de funcionamiento y operatividad similar. Algo especialmente requerido por el grupo de los agricultores, cuando en el punto 4.1.1 se les preguntó si la plataforma de gestión debería ser simple (B1P3a), valorando esta opción con un 7.7 sobre 10.

AGROEPSO utiliza un sistema de base de datos para almacenar la información que luego mostrará en las diferentes secciones de la plataforma, para ello es necesario ejecutar una serie de acciones básicas que quedan referenciadas bajo el acrónimo de CRUD y que, en castellano, serían: crear, leer, editar y eliminar (Acens Technologies, 2017). La finalidad es que todas las secciones de la plataforma sigan este patrón de: crear, leer, editar y eliminar; de forma que todas las secciones tengan un funcionamiento similar evitando que el usuario tenga que pasar horas estudiando el funcionamiento de cada sección.

En la Figura 43, en la parte izquierda se puede observar la BNLI. Esta barra sirve para acceder a las diferentes secciones de la plataforma, y las opciones que muestra dependerán del nivel de acceso del usuario.

ID	ESTADO	NOMBRE	EMAIL	PERTENECE A	PERMISOS	MÓDULOS
32	●	Braulio O'Hara V	helmer.wintheisser@example.net	DOPGME	Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agronómico ✓ Facturación ✓ Parcelas
34	●	Prof. Oliver Green	kbrakus@example.net	DOPGME	Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Facturación ✓ Parcelas ✗ Agronómico
23	●	Kefen Doyle	gust99@example.org	DOPGME	Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Agronómico ✗ Facturación ✗ Parcelas
11	●	Prof. Alanna Marvin	quitzon.djuan@example.com	DOPGME	Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agronómico ✓ Facturación ✓ Parcelas
17	●	Emerald Hills	hane.eric@example.org	DOPGME	Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agronómico ✓ Facturación ✗ Parcelas
18	●	Alfonso Osinski	koss.minnie@example.org	DOPGME	Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parcelas ✗ Agronómico ✗ Facturación
19	●	Marietta Mohr	wyman.jamar@example.net	DOPGME	Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Facturación ✗ Agronómico ✗ Parcelas
15	●	Mateo Klocko	edyth90@example.com	DOPGME	Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parcelas ✗ Agronómico ✗ Facturación
2	●	Kassandra Auer	kasey.reichert@example.com	DOPGME	Administrador	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agronómico ✓ Facturación ✓ Parcelas

Figura 43: Listado de usuarios para mostrar el sistema CRUD. Los datos han sido generados de forma aleatoria mediante Laravel para evitar mostrar datos reales

En la parte inferior izquierda de la BNLI, se puede encontrar el texto “Usuarios”. Al clicar sobre él se accede a la página principal de usuarios. En esta página se encuentra un listado con todos los recursos disponibles. En este caso los recursos son los usuarios, pero si se estuviera en la sección de vehículos se mostraría el listado completo de vehículos.

La idea es la de encontrar siempre en la página principal el listado completo de todos los recursos. En ella se dispone de un buscador y una serie de filtros que van a ir variando en función de la sección en que se encuentre el usuario (se ampliará esta parte en el punto 4.2.3).

En la Figura 44 pueden verse remarcadas en rojo dos secciones. La primera (marcada con un 1) es el botón para la creación de un nuevo usuario. Al clicar en el botón “Crear Usuario” se accedería a la página descrita en la Figura 37. Este sería la primera acción del sistema CRUD: **crear**.

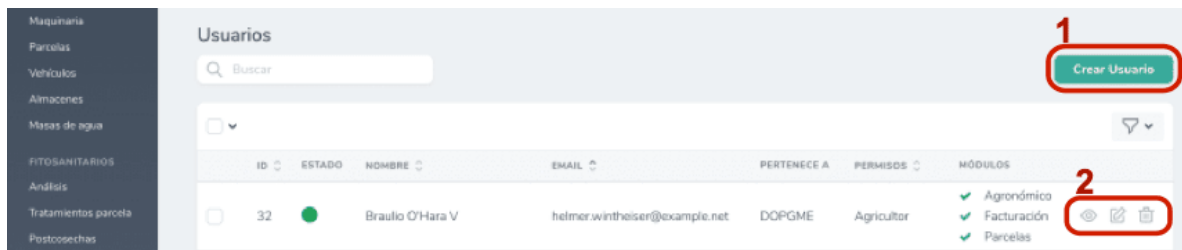


Figura 44: Detalle de la Figura 43 con la ubicación de las funcionalidades CRUD. Los datos han sido generados de forma aleatoria mediante Laravel para evitar mostrar datos reales

En la segunda sección (marcada con 2) se muestran tres botones. De izquierda a derecha: ver, editar y eliminar. Viéndolo detalladamente:

- **Ver.** Si se clikea en el primer botón se accederá a una página donde solo se muestran datos del usuario, sin opción de modificarlos. Esta opción sirve solo para la visualización de datos.
- **Editar.** Con el segundo botón se accede a un formulario con todos los datos del usuario con la opción de poder editarlos, aunque en función de los permisos asignados por el administrador, puede haber datos que no se puedan editar.
- **Eliminar.** Esta acción permite eliminar a un usuario. Siempre que se realice la acción de eliminar un recurso, se pedirá confirmación (**Figura 45**). Hay que tener en cuenta que solo un administrador puede eliminar un usuario y, por tanto, la idea es la de comprender que todo recurso (sea un usuario o una parcela), puede eliminarse mediante esta opción del sistema CRUD.



Figura 45:: Confirmación de eliminación de recurso del sistema

4.2.3. Búsqueda y filtrado de recursos.

AGROEPSO dispone de la base completa de municipios de España y, además de ello, están geolocalizados mediante latitud y longitud. Se van a utilizar estos recursos almacenados en la base de datos para explicar la utilización del buscador (Figura 46) y los filtros personalizados de la plataforma.

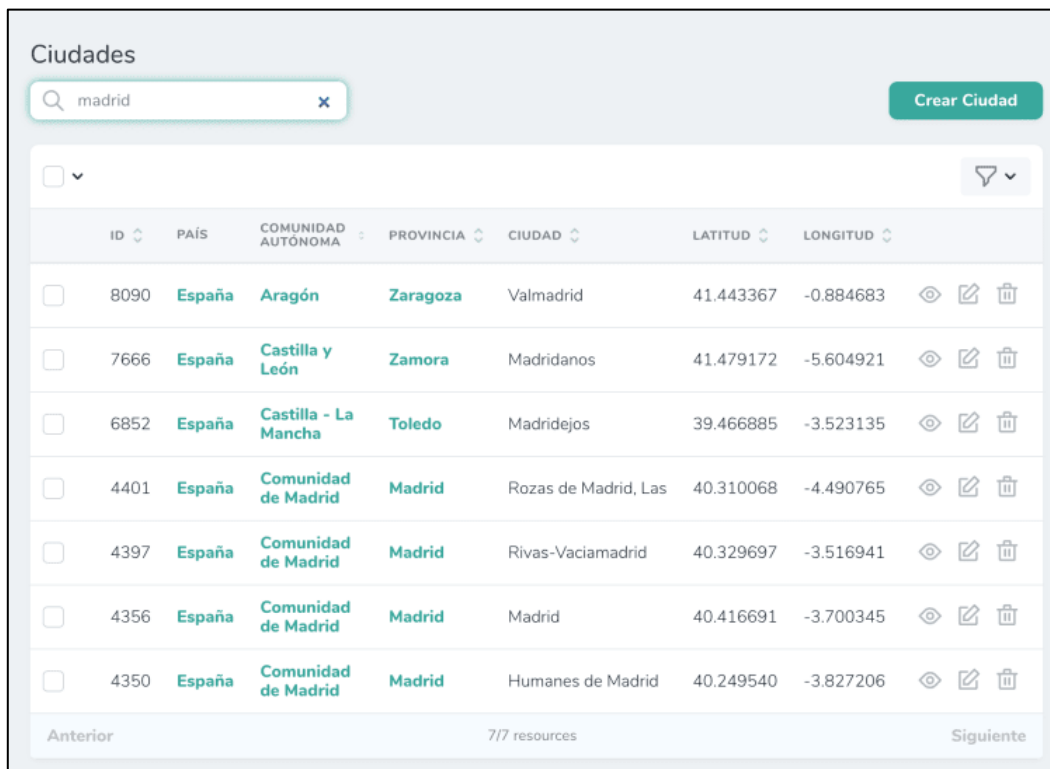


Figura 46: Utilización del buscador de recursos de AGROEPSO

En la Figura 47 puede verse con detalle la ubicación del buscador y de los filtros. En la Figura 46 se ha introducido en el buscador la palabra "madrid" y automáticamente se ha buscado en la base de datos de todas las ciudades que incluyen esa palabra en su nombre, y como puede verse en la imagen son 7 ciudades. El sistema de búsqueda es inteligente y es capaz de buscar por cualquier parámetro, aunque estos deben de ser configurados en

función de las características de cada sección. Por ejemplo, en la sección de vehículos se podrá buscar por marca, modelo y matrícula.



Figura 47: Detalle de la ubicación del buscador y los filtros en la Figura 45

En cuanto a los filtros, sucede igual que con el buscador. Cada sección dispone de sus propios filtros, por ejemplo, la sección actual con los municipios de España dispone de los filtros que se ven en la Figura 48, en la que se puede ver que se ha filtrado por Comunidad Autónoma y Provincia.



Figura 48: Detalle de la utilización de filtros en la Figura 47

Además, como puede verse en la Figura 48, se dispone de un filtro de resultados por página ("PER PAGE") que se encuentra en todas las secciones, y por defecto muestra 25 resultados por página. Este filtro tiene la opción de mostrar entre 25, 50 o 100 resultados por página.

² Existen algunos problemas de traducción en el filtro debido a un error de la versión 2.0.5 de Laravel Nova (Otwell y Hemphill, 2019). Este error ha sido solucionado en versiones siguientes de Laravel Nova, y en la versión 10 de AGROEPSO (aún en desarrollo). Este inconveniente es debido a que AGROEPSO está diseñado con los archivos de idioma separados del código, de forma que traducir toda la plataforma a otro idioma sea una tarea sencilla y rápida, aumentando su versatilidad.

En la Figura 49 puede verse que en la sección “Usuarios” de la plataforma, se dispone de un filtro para mostrar solo usuarios en función del nivel jerárquico. En este caso solo se muestran usuarios que tengan el nivel “Agricultor”, este filtro se denomina “PERMISOS”.

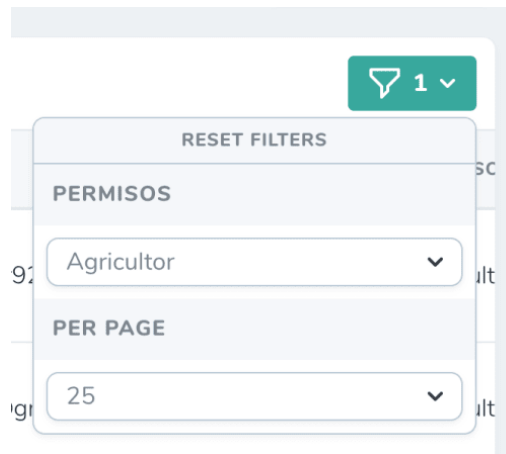


Figura 49: Filtro jerárquico para la sección “usuarios” de AGROEPSO

Por tanto, cada sección de la plataforma dispone de filtros y criterios de búsqueda personalizados y adaptados a sus características. Estas configuraciones han sido establecidas en función de las preferencias de las diferentes FCD que han participado de forma activa en el proyecto y que han estado enviando información sobre como mejorar la experiencia de usuario, principalmente la DOPGME que se ha implicado claramente en el proyecto.

4.2.4. Cuaderno de campo o explotación.

Es una de las características más solicitadas por los agricultores (punto 4.1.1) con más de 7 puntos sobre 10 de valoración (pregunta B1P3e). El cuaderno a través de todas las funcionalidades que se van a explicar a lo largo del punto 4.2.4 pretende hacer más sencillas las tareas cotidianas de una explotación, tal y como reflejaron agricultores, técnicos y directivos en la pregunta B1P3f del punto 4.1.1, donde puntuó más de 9 puntos sobre 10 sobre el requerimiento de que fuera un sistema que facilitara las tareas del día a día.

Lo primero que hay que se debe hacer es crear un nuevo “cuaderno de campo”. En principio, no existe ningún tipo de restricciones para la creación de los cuadernos, por lo tanto, cada usuario podrá crear tantos cuadernos como desee. El primer paso será el acceder a la página principal de los cuadernos, para ello, se debe buscar en la barra de navegación izquierda el campo “Cuadernos” y clicar en él. Tal y como se ha comentado anteriormente, todas las secciones de AGROEPSO se rigen por el principio de acciones CRUD y los “cuadernos de campo” no son una excepción, por ello, en el punto siguiente vamos a ver un ejemplo de funcionamiento de un sistema CRUD utilizando el “cuaderno de explotación”.

4.2.4.1. CRUD DE UN CUADERNO DE CAMPO.

Una vez que se entra en la página principal de “cuaderno de campo”, lo primero que aparece es un mensaje “No se han encontrado cuaderno en la base de datos” (Figura 50) por tanto, va a ser necesario crear un cuaderno nuevo para poder empezar a gestionar la plataforma.

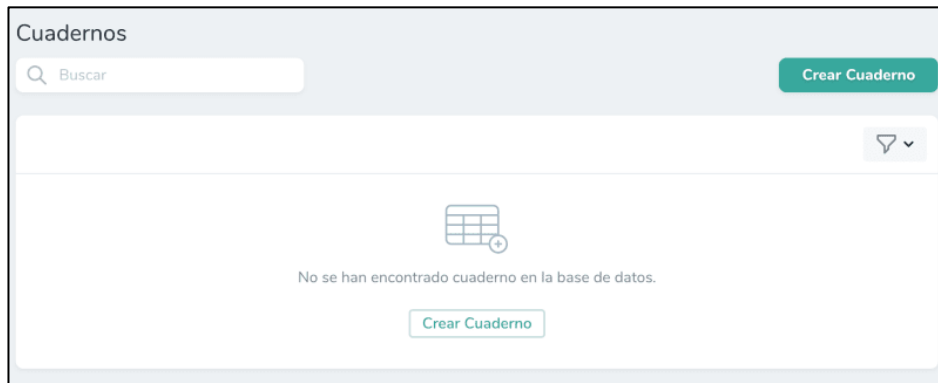


Figura 50: Captura de pantalla de la sección “cuaderno de explotación”. Con el mensaje de que no hay ningún cuaderno asociado a este usuario

El siguiente paso es clicar en “Crear Cuaderno”, y como puede verse en la Figura 50, podemos hacerlo desde cualquiera de los dos sitios en los que aparece el mensaje. Al hacerlo nos llevará al formulario de creación de un nuevo cuaderno (Figura 51) donde tendremos que rellenar todos los datos requeridos por el modelo de “cuaderno de explotación” del CADRECTE (s. f.).

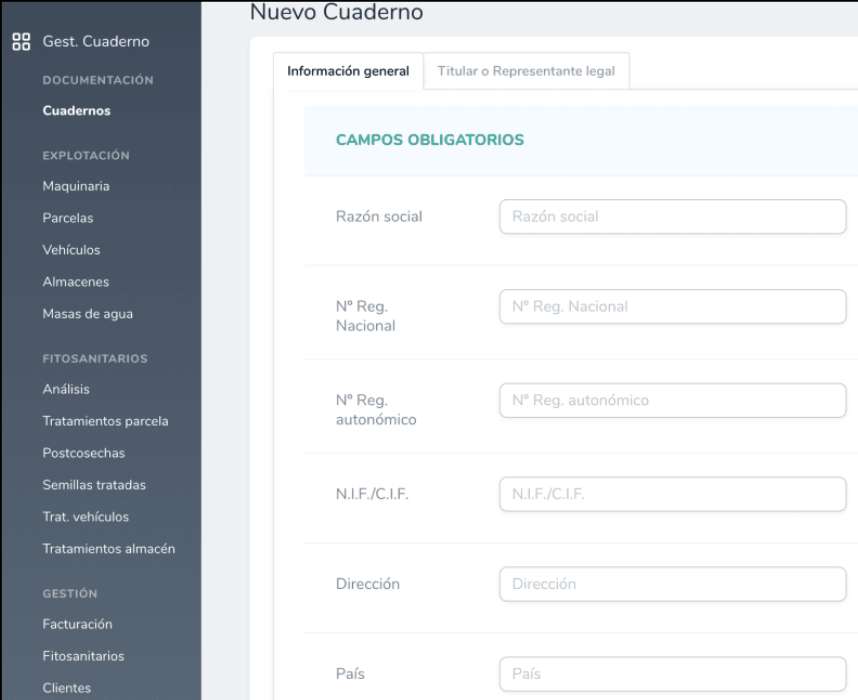
The screenshot shows a form titled 'Nuevo Cuaderno'. On the left is a dark sidebar menu with categories: 'Gest. Cuaderno', 'DOCUMENTACIÓN', 'Cuadernos', 'EXPLOTACIÓN', 'FITOSANITARIOS', and 'GESTIÓN'. The main content area has two tabs: 'Información general' (selected) and 'Titular o Representante legal'. Under the 'CAMPOS OBLIGATORIOS' section, there are six input fields: 'Razón social', 'N° Reg. Nacional', 'N° Reg. autonómico', 'N.I.F./C.I.F.', 'Dirección', and 'País'.

Figura 51: Formulario de creación de un “cuaderno de campo”

Los campos mínimos requeridos para crear un “cuaderno de campo” son los que pueden observarse en la tabla 30.

Nombre del campo	Nombre del campo	Nombre del campo
Razón social	Número de Registro Nacional	Número de Registro autonómico
N.I.F. / C.I.F.	Dirección	País
Comunidad Autónoma	Provincia	Ciudad
Código Postal	Email	Teléfono

Tabla 30: Campos mínimos para crear un “cuaderno de explotación”

El formulario ofrece dos pestañas con formularios similares (**Figura 51**). En la primera pestaña “*Información general*” hay que introducir los datos de la explotación agraria incluyendo el número de registro nacional y el autonómico. En la segunda pestaña “*Titular o Representante legal*” hay que añadir los datos de un particular o empresa que represente a la explotación y que sean diferentes a los de la primera pestaña.

Una vez que se han introducido los datos en el formulario y estos son enviados, se crea un “cuaderno de campo” vinculado al usuario que lo ha creado (**Figura 52**). En este cuaderno se visualizan los datos básicos del dueño del cuaderno y a quién pertenece. En la Figura 52 se puede ver el texto de “*Crear Cuaderno*” y bajo este, los iconos de ver (1), editar (2) y eliminar (3) cuaderno, siguiendo el sistema CRUD.

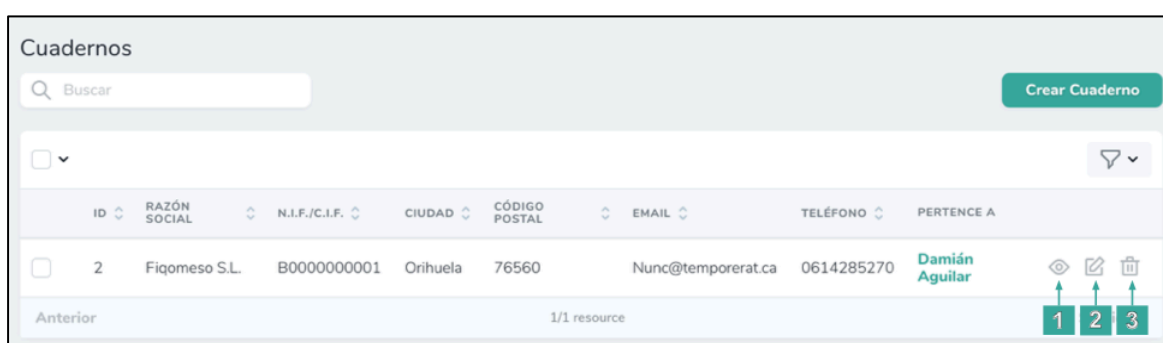


Figura 52: Visualización de un “cuaderno de campo” vinculado a un usuario. Algunos datos han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad

Si se pulsa sobre el primer icono (visualización) se puede ver que ha generado todas las pestañas necesarias para la gestión del “cuaderno de campo”, tal y como puede verse en la Figura 53.

El listado de opciones disponibles a través de pestañas es:

- **Información general.** Aquí es donde se muestran los datos del propio cuaderno, es decir, a quién pertenece.
- **Titular o Representante legal.** En el caso de que el cuaderno sea gestionado por un tercero.
- **Parcelas.** Aquí se puede ver el listado de parcelas inscritas en el cuaderno y toda la información vinculada a ellas.
- **Riegos.** Acceso al listado histórico de riegos realizados en la parcela.
- **Masas de agua.** Listado de masas de agua vinculadas a las parcelas (y por tanto al cuaderno) y su gestión conforme a la legislación.
- **Almacenes.** Listado y gestión de almacenes vinculados al cuaderno, y el histórico de tratamientos fitosanitarios realizados allí.
- **Vehículos.** Listado y gestión de vehículos vinculados al cuaderno y el histórico de los tratamientos fitosanitarios realizados.
- **Aplicadores.** Listado y gestión de trabajadores con la acreditación para poder realizar aplicaciones de fitosanitarios.
- **Semillas tratadas.** Histórico de los tratamientos fitosanitarios aplicados a las semillas utilizadas en las parcelas.

Cuaderno - Información	
ID	2
Razón social	Fiqomeso S.L.
N° Reg. Nacional	00000000001
N° Reg. autonómico	00000000002
N.I.F./C.I.F.	B0000000001
Dirección	Ctra. de Beniel, km 10
País	España
Comunidad Autónoma	Comunidad Valenciana
Provincia	Alicante
Ciudad	Orihuela
Código Postal	76560
Email	Nunc@temporerat.ca
Teléfono	0614285270
Teléfono móvil	0614285272
Pertence a	Damián Aguilar

Figura 53: Visualización de las diferentes pestañas y opciones de un "cuaderno de campo" vinculado a un usuario. Algunos datos han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad

Una vez se ha llegado a este punto, se acaba de finalizar la operación de creación del “cuaderno de explotación”, esto significa que, aunque ya está creado no hay ningún ítem asignado a él, es decir, no hay ni parcelas, ni riegos, ni almacenes, etc. Por tanto, si se entra en cualquiera de estas secciones clicando en la pestaña pertinente, no se mostrará ningún elemento y nos ofrecerá la opción de crear un nuevo ítem.

Por ejemplo, si se accede a la pestaña “Parcelas” (Figura 54) se puede ver el mensaje de “No se han encontrado parcela en la base de datos”, por lo que el siguiente paso debe ser el de añadir una parcela al “cuaderno de explotación”.

Lo recomendable sería empezar añadiendo una parcela al cuaderno, pero se puede proceder como se desee. A partir de aquí, es cuestión de ir añadiendo todos los demás elementos al cuaderno.

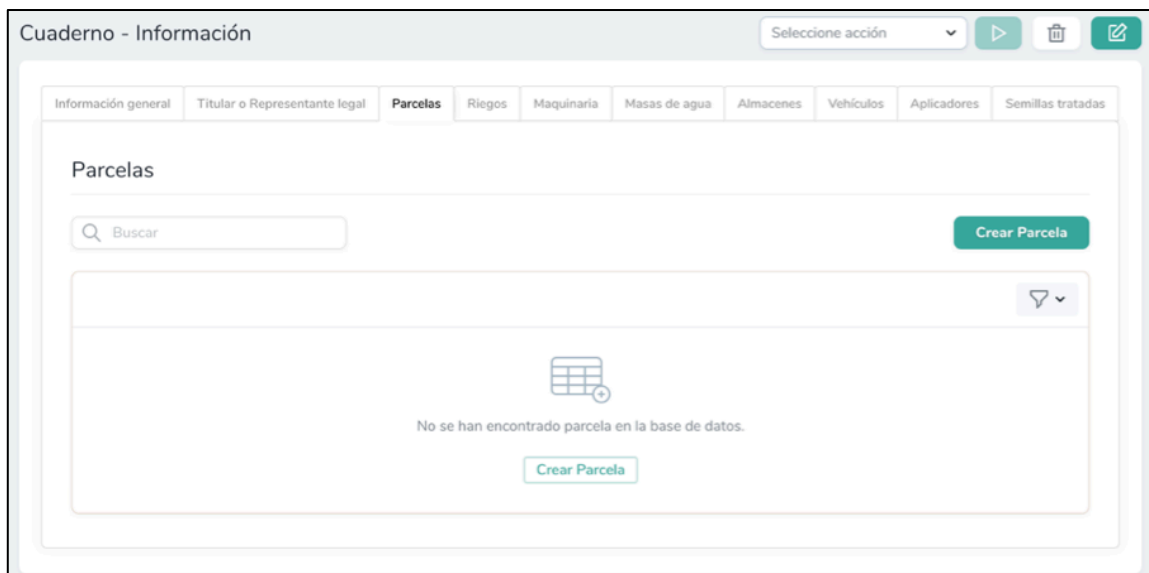


Figura 54: Visualización de las diferentes pestañas y opciones de un “cuaderno de campo” vinculado a un usuario. Se muestra la pestaña de “Parcelas”, en este caso, sin ninguna añadida hasta el momento

Tal y como se ha comentado antes, la mejor opción es empezar añadiendo parcelas al sistema y esta operación se puede hacer de dos formas. La primera y más sencilla, y sobre todo pensada para las FCD y las empresas, es mediante un archivo Excel donde se incluyen todas las parcelas que se quieren añadir a la plataforma. En este caso, fue la propia DOPGME la que nos solicitó este método para añadir parcelas, ya que disponía del archivo y no quería añadir todas las parcelas a mano. Los datos básicos para añadir una parcela serían:

- **Nombre de la parcela.** Si se deja en blanco el sistema genera un código de identificación.
- **Nombre del titular.** Es importante que en todas las parcelas que se añadan al documento, se utilice exactamente el mismo nombre.

- **Código del SIGPAC.** Este campo es básico ya que, gracias a él, se geolocaliza la parcela y se recopilan datos de fuentes externas. Cada dígito del SIGPAC debe de ir en una columna diferente.
- **Tipo de cultivo.** A partir de la base de datos de cultivos de AGROEPSO.

En el caso de la DOPGME, al disponer de dicho documento, AGROEPSO empezó de forma automática la geolocalización y recopilación de información de todas las parcelas incluidas en el Excel.

La segunda opción es pulsar sobre el botón con el texto “*Crear Parcela*” (Figura 54), y desde aquí se llega a la Figura 55, en la cual se puede observar las diferentes pestañas de datos disponibles. En la primera pestaña “*Información general*” se debe añadir el nombre de la parcela (aunque es optativo) para continuar en la pestaña “*SIGPAC*” donde se tendrá que introducir los datos de localización de la parcela y, por último, hay que ir a la pestaña “*Cultivo*” y seleccionar el cultivo que está presente en la parcela.

Una vez completados estos campos, el siguiente paso es pulsar en “*Crear Parcela*”, y automáticamente el sistema comienza el proceso de recopilar datos e información de la parcela.

Figura 55: Proceso de creación de nueva parcela agrícola

En este primer momento, lo único que se crea es un registro en la base de datos con la información que se ha añadido desde el formulario, más la información que genera el sistema de forma automática:

- Identificador de parcela (ID). Generado por el sistema.
- Nombre de parcela o código del sistema (dependiendo de si se deja en blanco o no).
- Dueño de la parcela. Al añadirse desde la cuenta de usuario, se asigna a dicho usuario.
- El código SIGPAC de la parcela. Introducido por el usuario.
- El cultivo seleccionado.
- Identificador de la FCD o empresa a la que pertenece la parcela y el usuario. Este código lo añade automáticamente el sistema, ya que el usuario debe pertenecer de forma jerárquica a una sola red.

El resto de los datos son obtenidos por geolocalización o mediante fuentes externas y de forma automática. Este proceso de recopilación de información puede tardar varios minutos en completarse y mientras esto sucede los datos no se mostrarán en la información de la parcela. Esto es debido a que esta operación se realiza en segundo plano y conforme se van recopilando los datos, estos se van añadiendo a la base de datos (este proceso ya fue mencionado en el punto 3.2.2.6, donde se hablaba de la capacidad de Laravel de gestionar “queues” en segundo plano y de cómo se monitorizaban con la utilización del *package* Laravel Horizon desarrollado por Otwell (2017/2020) y que permite gestionar todo el proceso).

Ahora debemos repetir este proceso con cada una de las parcelas que queremos añadir al “cuaderno de explotación”, y con el resto de los componentes vinculados al cuaderno:

- Riegos.
- Maquinaria.
- Masas de agua.
- Almacenes.
- Vehículos.

- Aplicadores.
- Semillas.

4.2.4.2. GESTIÓN DE PARCELAS.

En la BNLI, las parcelas están englobadas en el grupo “EXPLOTACION”, junto con las secciones de “Maquinaria”, “Vehículos”, “Almacenes”, “Dispositivos” y las “Masas de agua” (más adelante puede verse en la **Figura 67**).

La parcela es un elemento básico para el “cuaderno de explotación”, y su correcta gestión es imprescindible para que el resto de las secciones de la plataforma funcionen correctamente. Este es el motivo por lo que se va a entrar en detalle en todas y cada una de las diferentes subsecciones que forman parte de la gestión de parcelas.

El primer paso será acceder a la parcela que se ha acaba de añadir al sistema, y vamos a ver que datos que ha recopilado de forma automática el sistema y los datos que debemos de completar de forma manual. En la Tabla 31 se muestran todos los campos de la sección “Información general”, y en la Figura 56 puede verse en detalle los campos descritos.

Campos manuales		Campos automáticos	
Campo	Descripción	Campo	Descripción
Nombre de la parcela	El nombre con el que se conoce a la parcela.	ID	Es un campo asignado por el sistema para identificar la parcela.
Referencia	A veces se asignan números o códigos a las parcelas.	Pertenece a	Hace referencia a la FCD o la cooperativa a la que pertenece la parcela.
Año de plantación	Año en que fue plantado el cultivo. Pensado para leñosos.	Cuaderno	El nombre del “cuaderno de explotación” al que pertenece la parcela.
Observaciones	Notas por parte del usuario sobre la parcela.	Municipio	Ciudad o localidad en la que se encuentra la parcela.
		Uso del suelo	Código del SIGPAC para el uso del suelo.

Tabla 31: Campos manuales y automáticos de la sección “Información general”

Parcela - Información Seleccione acción ▶ 🗑️ ✎️

Información general	Características	SIGPAC	Geolocalización	Cultivo	Ref. Catastral	Opciones	Riegos	Producciones	Dispositivos
ID	1636								
Pertence a	Damián Aguilar								
Cuaderno	Razon 1								
Nombre de la parcela	Parcela 1024								
Municipio	Albatera								
Referencia	00000001								
Año de plantación	01/01/2010								
Uso del suelo	FY - Frutales								
Observaciones	La parte norte de la parcela no está cultivada.								

Figura 56: Detalle de la pestaña "Información general" donde se muestra la información básica de la parcela

La siguiente pestaña define las "Características" de la parcela, en la Tabla 32 pueden verse los campos que se generan de forma automática y los que hay que añadir manualmente, y en la Figura 57 puede verse en detalle.

Campos manuales		Campos automáticos	
Campo	Descripción	Campo	Descripción
Separación entre cepas/árboles	Para definir el marco de plantación.	% de suelo cultivado	Dato oficial de suelo cultivado según SIGPAC.
Distancia entre líneas	Para definir el marco de plantación.	Pendiente	Dato de pendiente de la parcela según SIGPAC.
Superficie cultivada	En caso de que la superficie del SIGPAC no coincida con la real. Este campo tendrá prioridad sobre el automático.	Superficie según SIGPAC	Dato de superficie de la parcela según SIGPAC.
		Coefficiente de regadío	Dato de coeficiente de regadío utilizada en la parcela según SIGPAC.

Tabla 32: Campos manuales y automáticos de la sección "Características"

Parcela - Información		Seleccione acción							
Información general	Características	SIGPAC	Geolocalización	Cultivo	Ref. Catastral	Opciones	Riegos	Producciones	Dispositivos
Separación entre cepas	2 m								
Distancia entre líneas	4 m								
Superficie según SIGPAC	7298.97 m ²								
Superficie	7298.97 m ²								
% suelo cultivado	100 %								
Sup. cultivada	7298.97 m ²								
Pendiente	18.00 %								
Coefficiente de regadio	0.00 %								

Figura 57: Detalle de la pestaña "Características" donde se muestra la información básica de la parcela

En la siguiente pestaña "SIGPAC" se visualizan los datos del SIGPAC que se introdujeron para dar de alta la parcela en el sistema, al igual que una visualización de un mapa parcelario con la ubicación de la parcela y la delimitación del recinto como puede verse en la Figura 58. Además, también se puede observar en la parte derecha, justo encima del mapa, el filtro "Seleccione capa" que permite superponer las capas de parcela y recinto proporcionadas por el sistema WMS del SIGPAC.

Información general	Características	SIGPAC	Geolocalización	Cultivo	Ref. Catastral	Opciones	Riegos	Producciones	Dispositivos
SIGPAC		Abrir en SIGPAC							
Región	3								
Municipio	5								
Polígono	8								
Parcela	152								
Recinto	1								

Figura 58: Detalle de la pestaña "SIGPAC" donde se muestra la visualización de la parcela

La siguiente pestaña es la de “Geolocalización”, todos los datos de esta sección son obtenidos de forma automática desde diversas fuentes y a través de técnicas diferentes:

- Catálogo de servicios WMS para agricultura (Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, s. f.-c). Entre otros el SIGPAC.
- Servicio WMS del Catastro (Dirección General del Catastro, s. f.).
- Geonames API (Wick, s. f.).
- OpenStreetMap API (Coast, 2009/2020)

En la Figura 59 pueden verse los campos obtenidos de forma automática mediante geolocalización de la parcela (pestaña “Geolocalización”).

Información general	Características	SIGPAC	Geolocalización	Cultivo	Ref. Catastral	Opciones	Riegos	Producciones	Dispositivos
Latitud	38.		35542112						
Longitud	-0.83		286734						
Coordenada X (UTM)	68		61.22						
Coordenada Y (UTM)	42		602.50						
SRS (Referencia espacial)			EPSG:32630						
Altitud sobre el nivel del mar			20 m						
Estación Meteorológica			Elche/Elx						
Kms			16.41						

Figura 59: Detalle de la pestaña “Geolocalización” donde se muestra la información de geolocalización de la parcela. Algunos datos han sido censurados para evitar problemas de privacidad

Los datos obtenidos son:

- Latitud y longitud de la parcela.
- Las mismas informaciones, pero en formato UTM mediante las coordenadas X e Y.
- La referencia espacial (SRS) indica el formato que se ha utilizado como referencia para las coordenadas UTM. Está basado en la lista de la European Petroleum Survey Group (EPSG) que establecieron una serie de estándares para las proyecciones cartográficas (Neteler y Mitasova, 2008). Existe otro sistema de referencia también compatible por la plataforma como es el SRID

(*Spatial Reference System Identifier*). En la Figura 59 se está utilizando el EPSG:32630.

- Altitud sobre el nivel del mar.
- La plataforma por defecto busca la estación meteorológica (de la red de AEMET) más cercana a la parcela y la distancia en kilómetros a la que se encuentra.

La utilización de dos sistemas diferentes EPSG y SRID se debe a que los datos provienen de distintas fuentes, y se ha optado por utilizar los formatos nativos utilizado por cada una de ellas, independientemente del hecho de que ambos sistemas sean equivalentes (Alonso, 2016). Al final de cuentas, lo que realmente se hace en la base de datos es guardar el código de referencia y el formato.

En la Figura 60 puede verse la pestaña “Cultivo” donde se muestran todos los datos sobre el cultivo. Toda esta información debe de introducirse a mano, aunque como todos los datos que no son automáticos son optativos, en este caso, con la excepción del cultivo que es un dato obligatorio para añadir una parcela.

Información general	Características	SIGPAC	Geolocalización	Cultivo	Ref. Catastral	Opciones	Riegos	Producciones	Dispositivos
Cultivo				Granada					
Variedad				Mollar					
¿Variedad modificada genéticamente?				<input checked="" type="checkbox"/>					
Nº total de cepas / árboles				2000 unidad(es)					
Patrón / pie				R4002					
Tipo de conducción				Espaldera					

Figura 60: Detalle de la pestaña “Cultivo” donde se muestra la información del cultivo de la parcela. Algunos datos son ficticios, la idea es la de mostrar el potencial de la plataforma

La pestaña de “Ref. Catastral” también recopila la información automáticamente, y nos muestra el número de referencia Catastral y nos da acceso directo a la ficha que el Catastro tiene de la parcela (Figura 61).

Información general	Características	SIGPAC	Geolocalización	Cultivo	Ref. Catastral	Opciones	Riegos	Producciones	Dispositivos
Ref. Catastral	03005A [REDACTED] 000DB								
Ficha Catastral	https://www1.sedecatastro.gob.es/CYCBienInmueble/OVCConCiud.aspx?UrbRus=R&RefC=03005A [REDACTED] 000DB&...								

Figura 61: Detalle de la pestaña “Ref. Catastral” donde se muestra la información catastral de la parcela. Algunos datos han sido censurados para evitar problemas de privacidad

En la Figura 62, puede verse en detalle la pestaña “Opciones”, donde se han agrupado una serie de cuestiones planteadas en el modelo de “cuaderno de explotación” de la CADRECTE (s. f.), y que vamos a desarrollar a continuación.

Información general	Características	SIGPAC	Geolocalización	Cultivo	Ref. Catastral	Opciones	Riegos	Producciones	Dispositivos
Se encuentra bajo una D.O.P.	<input checked="" type="radio"/>								
Se encuentra bajo una I.G.P.	<input type="radio"/>								
¿Sistema de asesoramiento en GIP?	<input checked="" type="radio"/>								
¿Qué tipo de asesoramiento utiliza?	Asistida por asesor								
¿Utiliza cubierta vegetal?	<input checked="" type="radio"/>								
¿Cultivo protegido (Cubierto)?	<input type="radio"/>								
Tipo de acceso	Carretera								

Figura 62: Detalle de la pestaña “Opciones” donde se muestra la información adicional de la parcela

A continuación, se muestran a uno los campos de la Figura 62 y las opciones que ofrecen:

- El primer campo pregunta si “Se encuentra en una D.O.P.” debiendo marcar si o no.
- El segundo campo pregunta si “Se encuentra en una I.G.P.” debiendo marcar si o no.
- Al preguntar si se dispone de un “¿Sistema de asesoramiento GIP?”, en referencia a si se dispone de un Sistema de Gestión Integral de Plagas, en caso negativo se marca la opción “Sin Obligación legal de GIP”. Si se responde afirmativamente, el sistema dará a elegir entre las siguientes opciones:

- a) Asistida por asesor.
 - b) Agrupación de Tratamiento Integrado en Agricultura.
 - c) Certificación privada.
 - d) Producción Integrada.
 - e) Agricultura ecológica.
- La siguiente opción es si “¿Utiliza cubierta vegetal?” en su parcela.
 - En el caso de no proteger el cultivo, seleccionará por defecto la opción de cultivo al aire libre, en caso de protegerlo se ofrecerán ofrecerá las siguientes opciones:
 - a) Cubierta bajo plástico.
 - b) Invernadero.
 - c) Malla.
 - La última opción es sobre el acceso a la parcela, las opciones son:
 - a) Camino.
 - b) Carretera.
 - c) Sin carretera.

El siguiente campo es la pestaña “Riegos”, en ella tendremos que definir las características del sistema de riego de la parcela. Las aportaciones de agua se hacen desde otra sección que explicaremos más adelante. En la Figura 63 puede verse en detalle.

Información general	Características	SIGPAC	Geolocalización	Cultivo	Ref. Catastral	Opciones	Riegos	Producciones	Dispositivos
Dispone de balsa de agua		<input type="radio"/>							
¿Cultivo bajo regadío?		<input checked="" type="radio"/>							
Modo de riego		Riego por goteo							
Nº de emisores por árbol		8							
Caudal por emisor		8 l/h							

Figura 63: Detalle de la pestaña “Riegos” donde se muestra las características del sistema de riego de la parcela

En la Figura 63 pueden verse los campos a rellenar:

- Si se dispone de balsa de agua.
- En caso de estar bajo regadío, se ofrecen las siguientes opciones:
 - a) Aspersión.
 - b) Gravedad.
 - c) Riego por goteo.
- El número de emisores por árbol.
- Y el caudal aportado al suelo por emisor.

En cuando a las producciones, al entrar en la pestaña “Producciones” vemos el histórico de la parcela, con los kilogramos producidos y el precio por kilo (**Figura 64**). Este registro del rendimiento de la parcela es una característica bien vista por parte de los agricultores, técnicos y directivos de empresas y FCD, ya que casi el 70% de ellos (pregunta B2P2 del punto 4.1.2) disponían de este tipo de registro en su explotación.

ID	PRODUCCIÓN	PRECIO	AÑO
1159	6880.00 Kg	0.98 €	2019
1158	12030.00 Kg	1.25 €	2018
1157	11880.00 Kg	1.52 €	2017

Figura 64: Detalle de la pestaña “Producciones” donde se muestra un histórico de las producciones y el precio de comercialización de la parcela

La última opción que ofrece las parcelas es la de vincular dispositivos a ella. Es decir, añadir una estación meteorológica o un sensor a la plataforma, de forma que se puedan

guardar y visualizar los datos. Si entramos en la pestaña “Dispositivo” vamos a encontrarnos el listado de todos los dispositivos vinculados a la parcela (Figura 65).

API KEY	PERTENECER A	PLOT_ID	IDENTIFICADOR DEL DISPOSITIVO	NOMBRE DEL DISPOSITIVO	TIPO DE CAMPO
<input type="checkbox"/> 0Q9lwR8W67hZtDqe7D80m2AviFpx1u	Damián Aguilar	1636	CERbBKRJ	Sensor Temp. sector 1 norte	Humedad
<input type="checkbox"/> 0Q9lwR8W67hZtDqe7D80m2AviFpx1u	Damián Aguilar	1636	AUhpIbHO	Humedad del suelo en zona A	Temperatura

Figura 65: Detalle de la pestaña “Dispositivos” donde se muestran los dispositivos de la parcela

Añadir un nuevo dispositivo es una tarea sencilla. Desde la pestaña “Dispositivos”, se debe buscar el botón “Crear Dispositivo” (situado a la derecha) y clicar sobre él. Una vez hecho, el sistema nos redireccionará al formulario de alta donde nos pedirá toda la información del dispositivo que se desea añadir (Figura 66).

Nuevo Dispositivo

API key: 0Q9lwR8W67hZtDqe7D80m2AviFpx1u

Pertence a: Damián Aguilar

Parcela: Parcela 1024

Identificador del dispositivo: CERbBKRJ

Nombre del dispositivo: Temperatura del suelo

Tipo de campo: Temperatura

Observaciones: Se encuentra junto a la parte norte cerca junto al embalse

Crear & Agregar otro | Crear Dispositivo

Figura 66: Detalle de la pestaña “Dispositivos” donde se muestran los dispositivos de la parcela

El formulario contiene campos que son generados de forma automática por el sistema y que por tanto no pueden modificarse, y también dispone de campos que deben rellenarse por parte del usuario, estos campos deben de aportar información relevante sobre el dispositivo.

A continuación, se va a explicar con detalle el funcionamiento y la naturaleza de cada campo (Tabla 33). Ya que se dispone de campos automáticos (que son completados por el sistema) o campos que deben de ser completados por el usuario.

Campos manuales		Campos automáticos	
Campo	Descripción	Campo	Descripción
Nombre del dispositivo	Debemos asignar un nombre identificativo al dispositivo.	API key	Es generado por el sistema al crear el usuario. Es nuestra clave de conexión a la API
Tipo de campo	Debemos elegir entre las opciones del sistema. Si no encontramos uno que se adapte a nuestras necesidades debemos elegir la opción "otro" y nos desplegará un campo de formulario nuevo para que indiquemos el tipo de dispositivo personalizado.	Pertenece a	Asigna a la FCD o la cooperativa a la que pertenece el usuario.
Observaciones	Podemos añadir cualquier tipo de información adicional.	Identificador de dispositivo	Es un código generado por el sistema para nuestro dispositivo. No puede cambiarse.

Tabla 33: Campos manuales y automáticos de la sección "Dispositivos"

Una vez dado de alta el dispositivo se debe configurar para que envíe la información conforme a las especificaciones de la API de AGROEPSO tal y como se explicó en el punto 3.2.2.8.

4.2.4.3. GESTIÓN DE ALMACENES, MAQUINARIA Y VEHÍCULOS.

Son tres campos diferentes pero su funcionamiento es similar. Por ello, se va a explicar en detalle la gestión de vehículos, para posteriormente explicar mediante tablas todas las opciones de que dispone tanto la gestión de maquinaria como los almacenes. Estos tres campos junto con las parcelas están agrupados en la categoría "Explotación" que puede verse en la Figura 67. La gestión de vehículos y maquinaria es una funcionalidad muy bien

valorada por los agricultores, con una puntuación de 7.7 sobre 10 en la encuesta realizada en el punto 4.1.2 (pregunta B2P3d).

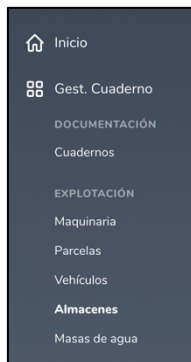


Figura 67: Detalle de la barra de navegación lateral donde se puede ver el grupo “Explotación”

En este grupo, también se encuentra el de “Masas de agua”, pero este caso se explicará en el punto siguiente (4.2.4.4), ya que es más complejo y tiene sus peculiaridades.

a) Inventario de vehículos.

Lo primero es crear un vehículo, para ello entramos en la sección y pulsamos en “Crear vehículo”, y la aplicación se redirige al formulario de alta (**Figura 68**).

Figura 68: Formulario de alta de nuevo vehículo

Dispone de dos tipos de campos: obligatorios y optativos. A continuación, se detallan los campos obligatorios del formulario:

- Fecha de compra del vehículo.
- Tipo de vehículo. Por ejemplo, si es un coche o una camioneta.
- Modelo del vehículo. Este campo está pensado para añadir la marca y modelo del vehículo.
- La matrícula del vehículo.

Véase ahora los campos optativos:

- Se puede añadir el vehículo sin asignarlo a un cuaderno de explotación, pero lo ideal es hacerlo. Se permite esta opción, porque el vehículo puede ir cambiando de ubicación y de cuaderno.
- El último campo es para añadir cualquier tipo de observación pertinente sobre el vehículo.

Al añadir el vehículo quedará listado en la sección de vehículos, tal y como se ve en la Figura 69. Además, se puede apreciar de nuevo la ubicación de los diferentes componentes del sistema CRUD (crear, ver, editar y eliminar).



Figura 69: Listado de vehículos y las opciones CRUD de la sección. Los datos del vehículo son ficticios

b) Inventario de maquinaria.

El formulario para el inventario de maquinaria dispone de campos obligatorios y optativos, los cuales pueden verse en detalle en la Tabla 34.

Campo	Tipo	Descripción
Maquina	Obligatorio	Sirve para definir y describir el tipo de máquina que es. Por ejemplo, un tractor.
Modelo	Obligatorio	Hay que indicar la marca y modelo de la máquina.
Fecha de compra	Obligatorio	Fecha de compra de la maquinaria
Última inspección	Obligatorio	Fecha de la última inspección realizada
Cuaderno	Optativo	Al igual que sucede con los vehículos, la maquinaria puede ir rotando por diversos cuadernos, por tanto, es un campo optativo y que puede modificarse.
Marca	Optativo	Por lo general, los agricultores prefieren utilizar un solo campo para marca y modelo, pero en caso de que se desee separar marca y modelo, se ofrece la opción.
Código ROMA	Optativo	Es el código asignado por el Registro Oficial de Maquinaria Agrícola. Es optativo porque no toda la maquinaria debe de registrarse (MAPA, s. f.-d).
Número de serie	Optativo	Si se desea se puede añadir el número de serie de la maquinaria. Útil a nivel de inventario.
Próxima inspección	Optativo	Si se añade una fecha para la próxima inspección, el sistema generará una alarma 15 días antes de que se cumpla.
¿Fitosanitarios?	Optativo	Hay que indicar si la maquinaria se utiliza para la aplicación de fitosanitarios o participa en algún proceso relacionado con los productos fitosanitarios.
Observaciones	Optativo	Cualquier tipo de anotación en referencia a la maquinaria que pueda ser de utilidad.

Tabla 34: Campos obligatorios y optativos para el inventario de maquinaria

c) Inventario de almacenes.

El formulario para la gestión de almacenes dispone de campos obligatorios y optativos, los cuales pueden verse en detalle en la Tabla 35.

Campo	Tipo	Descripción
Referencia	Obligatorio	Cada almacén debe referenciarse con un código o nombre identificativo.
Tipo/Clase	Obligatorio	Especificar si se guardan materias primas, productos terminados, fitosanitarios, etc.
Dirección	Obligatorio	Dirección completa del almacén.

N.I.F./C.I.F.	Obligatorio	Identificación del dueño del almacén ya sea una empresa o un particular.
País	Optativo	País donde está ubicado el almacén.
Comunidad Autónoma	Obligatorio	Comunidad Autónoma donde está ubicado el almacén.
Provincia	Obligatorio	Provincia donde está ubicado el almacén.
Ciudad	Obligatorio	Ciudad donde está ubicado el almacén
Teléfono	Optativo	Teléfono del almacén
Contacto	Optativo	Persona de contacto del almacén.
Cuaderno	Optativo	Cuaderno al que está asociado el almacén.
Observaciones	Optativo	Cualquier tipo de anotación en referencia sobre el almacén que pueda ser de utilidad.

Tabla 35: Campos obligatorios y optativos para el inventario de almacenes

4.2.4.4. GESTIÓN DE MASAS DE AGUA.

La sección “*Masas de agua*” es la última parte de la sección “*EXPLOTACIÓN*” de la plataforma, la cual tiene la función de añadir al sistema los elementos que forman parte de la explotación agraria, y se hace como si se tratara de un inventario.

Las masas de agua para consumo humano (y que están dentro o cerca de explotaciones agrarias), están específicamente recogidas en los modelos de “cuaderno de explotación” debido a su posible contaminación por nitratos, por lo tanto, hay que identificarlas y localizarlas (Real Decreto 1311/2012).

En la figura 70 puede verse una ficha de una masa de agua.

Masa de agua - Información	
ID	1
Masa de agua	Masa situada al norte
Parcela	Parcela 1024
¿Se encuentra dentro de la parcela?	<input type="radio"/>
Distancia a la parcela	100.00 m
¿Se encuentra TOTALMENTE en zona específica?	<input type="radio"/>
¿Se encuentra PARCIALMENTE en zona específica?	<input checked="" type="radio"/>
Hectáreas afectadas	8.00 ha
Cuaderno	Razon 1
Latitud	38. <input type="text"/> 36
Longitud	-0.8 <input type="text"/> 50
Observaciones	Se utiliza para la parte norte de la finca. Alta salinidad.

Figura 70: Descripción de masa de agua situada cerca una parcela agrícola. Los datos han sido parcialmente censurados o modificados para evitar problemas de privacidad

A continuación, se detallarán los campos necesarios para crear una masa de agua y las diversas opciones que ofrecen cada uno de estos campos (**Tabla 36**).

Campo	Tipo	Descripción
Masas de agua	Obligatorio	Sirve para describir o identificar el pozo o masas de agua para consumo humano.
Parcela	Obligatorio	Hay que vincularla a una parcela.
¿Se encuentra dentro de la parcela?	Obligatorio	Opción cerrada: Si o No.
Distancia a la parcela	Obligatorio	En caso de responder que “no se encuentra dentro de la parcela”, hay que indicar los metros de distancia que los separan.

¿Se encuentra totalmente en zona específica?	Obligatorio	Hay que responder “sí” o “no” a la pregunta. En cuanto la definición de zona específica CADRECTE (s. f.) la define “Se considerarán zonas específicas, según el artículo 34 del RD 1311/2012, las zonas de extracción de agua para consumo humano, las Zonas de protección de hábitats y especies y Zonas de protección de especies acuáticas significativas declaradas protegidas en virtud del Reglamento de la Planificación Hidrológica, las Zonas de protección declaradas en el marco del RD 139/2011 para el desarrollo del Listado de Especies Silvestres en Régimen de Protección Especial y del Catálogo Español de Especies Amenazadas, o del RD 1997/1995 por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres”.
¿Se encuentra parcialmente en zona específica?	Obligatorio	Hay que responder “sí” o “no” a la pregunta.
Hectáreas afectadas	Obligatorio	En caso de responder a la pregunta anterior afirmativamente, hay que indicar las hectáreas que se encuentran dentro de zona específica.
Cuaderno	Optativo	Es conveniente vincular la masa de agua a un cuaderno de explotación, aunque no es requisito para poder tener la masa de agua en el inventario.
Latitud	Optativo	La normativa propone que el dato de geolocalización se realice en formato UTM, pero debido a que es más sencillo usar Latitud y Longitud, la plataforma realizar la conversión automáticamente cuando se genera el documento PDF del “cuaderno de explotación”.
Longitud	Optativo	Igual que en el campo de latitud.
Observaciones	Optativo	Información adicional sobre el pozo o la masa de agua que pueda ser considerada de interés.

Tabla 36: Campos obligatorios y optativos para el inventario de masas de agua

4.2.4.5. ANÁLISIS DE PARCELA Y COSECHA.

El siguiente gran grupo de elementos en el menú de navegación lateral es el de “FITOSANITARIOS”. Esta sección tiene las subsecciones: “Tratamientos de parcela”, “Postcosechas”, “Semillas tratadas”, “Tratamientos de vehículos” y “Tratamientos almacenén”.

A parte de estas subsecciones, se encuentra también la de “Análisis”. Al principio este elemento se encontraba de forma independiente en el menú lateral, pero por petición de los usuarios de la plataforma se añadió al grupo “FITOSANITARIOS” ya que argumentaron que era más sencillo localizarlo en dicha ubicación, y el objetivo de la plataforma es el de facilitar las cosas a los usuarios. En esta subsección, se van a poder añadir los diferentes

boletines de análisis generados por los laboratorios como puede verse en la Tabla 37 y en detalle en la Figura 71.

Campo	Tipo	Descripción
Nº de boletín	Obligatorio	El número de boletín de análisis del laboratorio donde se ha realizado.
Fecha	Obligatorio	Fecha de emisión del boletín.
Material utilizado	Obligatorio	Hay que especificar si ha sido: agua, suelo/tierra o vegetal. El sistema ofrece las tres opciones para seleccionar una.
Muestra	Obligatorio	Hay que especificar si ha sido de: cosecha o de parcela/cultivo. El sistema ofrece las dos opciones para seleccionar una.
Laboratorio	Obligatorio	Hay que indicar el nombre del laboratorio que ha emitido el boletín.
Dirección	Obligatorio	La dirección completa del laboratorio que ha emitido el boletín.
Cuaderno	Optativo	Es conveniente vincular un boletín de análisis a un cuaderno de explotación, aunque no es requisito para poder tener un inventario de boletines de análisis.
Parcela	Optativo	También se puede identificar la parcela en la que se ha realizado la toma de muestras. Este campo es optativo y debe de ser la FCD la que lo active. En este caso, la DOPGME no lo tenía activado y por ello no se muestra en la figura 69.
Archivo	Optativo	Se puede adjuntar el boletín de análisis como archivo. Se admiten los formatos: text, pdf, odt, doc, docx, csv, xml, xmls.
Resultados	Optativo	Se debe indicar si se ha encontrado alguna sustancia activa o algo que merezca la pena ser indicado. En caso contrario, debe dejarse en blanco.

Tabla 37: Campos obligatorios y optativos para los boletines de análisis

La posibilidad de añadir los análisis de suelo y conocer las características de este, ha sido una característica muy solicitada por parte de los agricultores. Ante la pregunta (punto 4.1.1) de si la plataforma debía integrar la gestión del suelo obtuvo una puntuación de 7.2 sobre 10 (B1P3d), mientras que a la pregunta de si había diferencias edafológicas entre sus parcelas, solo un 31,9% contestó afirmativamente (pregunta B3P7 del punto 4.1.3).

Nuevo Análisis

CAMPOS OBLIGATORIOS

N° de boletín	<input type="text" value="N° de boletín"/>
Fecha	<input type="text" value="Fecha"/>
Material analizado	<input type="text" value="Elija una opción"/>
Muestra	<input type="text" value="Elija una opción"/>
Laboratorio	<input type="text" value="Laboratorio"/>
Dirección	<input type="text" value="Dirección"/>

CAMPOS OPTATIVOS (PUEDE DEJARLOS EN BLANCO)

Cuaderno	<input type="text" value="Haga clic para seleccionar"/>
Archivo	<input type="button" value="Elija archivo"/> No se ha seleccionado archivo
Resultados	<div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; min-height: 60px;"> <input type="text" value="Resultados"/> </div> <p style="font-size: 0.8em; margin-top: 5px;">Indique si se ha encontrado alguna sustancia activa. En caso contrario, déjelo en blanco.</p>

Figura 71: Formulario para añadir nuevo boletín de análisis

4.2.4.6. TRATAMIENTOS DE PARCELA.

De entre los campos que forman parte de este grupo, este es el más complejo y el que requiere de una mayor explicación. Por ello, se va a utilizar como modelo del resto de subsecciones de la sección “FITOSANITARIOS” entrando en detalle todas las opciones que tiene. Mientras que en el resto de las subsecciones se detallará el proceso mediante tablas, tal y como se hizo con la sección “EXPLOTACION” con los almacenes, maquinaria y vehículos (punto 4.2.4.3). El tratamiento fitosanitario de una parcela requiere de tres grupos diferenciados de datos:

- Información general: parcela, maquinaria utilizada, fecha, superficie, plaga, etc.
- Datos fitosanitarios: identificación del producto utilizado y sus características.
- Datos del aplicador: identificando a la persona que ha realizado la operación.

En la Figura 72 pueden verse los datos que hay que cumplimentar para la pestaña “Información general”.

The screenshot shows a web form titled 'Información general' with two tabs: 'Fitosanitarios' and 'Seleccione entre Asesor o Aplicador'. The form is organized into two main sections: 'CAMPOS OBLIGATORIOS' (Mandatory Fields) and 'CAMPOS OPTATIVOS (PUEDE DEJARLOS EN BLANCO)' (Optional Fields).
 In the 'CAMPOS OBLIGATORIOS' section, there are six fields:
 1. 'Parcela': A dropdown menu with the placeholder text 'Haga clic para seleccionar'.
 2. 'Maquina': A dropdown menu with the placeholder text 'Haga clic para seleccionar'.
 3. 'Fecha de aplicación': A text input field with the placeholder text 'Fecha de aplicación'.
 4. 'Problemática/Plaga': A text input field with the placeholder text 'Problemática/Plaga' and a sub-label '¿Qué problema ha causado el tratamiento fitosanitario?'.
 5. 'Superficie tratada': A text input field with the placeholder text 'Superficie tratada' and a unit selector 'ha'. Below it is the sub-label 'Superficie de parcela tratada en hectáreas'.
 6. 'Eficacia': A dropdown menu with the placeholder text 'Elija una opción'.
 In the 'CAMPOS OPTATIVOS' section, there are two fields:
 1. 'Cuaderno': A dropdown menu with the placeholder text 'Haga clic para seleccionar'.
 2. 'Observaciones': A large text area with the placeholder text 'Observaciones'.
 At the bottom of the form, there are two buttons: 'Crear & Agregar otro' and 'Crear Tratamiento parcela'.

Figura 72: Información general para añadir una aplicación fitosanitaria

Y en la Tabla 38 se detallan los campos y las características de cada uno de ellos.

Campo	Tipo	Descripción
Parcela	Obligatorio	Hay que identificar la parcela en la que se ha aplicado el fitosanitario, de entre las que hemos añadido al sistema.
Maquinaria	Obligatorio	Hay que identificar la maquinaria o dispositivo utilizado para la aplicación del producto fitosanitario. Si se ha completado el inventario de

		maquinaria nos ofrecerá las opciones que hemos añadido.
Fecha de aplicación	Obligatorio	Fecha de aplicación del producto fitosanitario.
Problemática/Plaga	Obligatorio	Hay que indicar qué problema ha sido el origen de la aplicación del fitosanitario.
Superficie tratada	Obligatorio	Superficie tratada en hectáreas.
Eficacia	Obligatorio	Hay que elegir entre las opciones: buena, mala, regular.
Cuaderno	Optativo	Es conveniente vincular la aplicación fitosanitaria a un cuaderno de explotación. Si no se hace no quedará reflejado en el documento.
Observaciones	Optativo	Cualquier incidente o dato que deba de ser documentado sobre la operación.

Tabla 38: Campos obligatorios y optativos para la pestaña "Información general" de los tratamientos fitosanitarios de parcela

En la pestaña "Fitosanitarios" se dispone de dos métodos para añadir una operación: (a) mediante una aplicación tradicional de fitosanitarios o (b) mediante métodos no químicos.

a) Aplicación de fitosanitarios.

AGROEPSO dispone de la base completa de fitosanitarios del MAPA y, por tanto, se ha integrado un pequeño buscador de productos fitosanitarios, de forma que completar toda la información requerida por la legislación, en lo referido al producto fitosanitario, sea una operación sencilla y fácil de realizar por parte del agricultor.

Pero antes de llegar a este punto, es necesario tener una visión general de los campos requeridos para añadir una operación fitosanitaria al sistema, para ello hay que fijarse en la Figura 73, donde se visualizan todos los campos.

También puede verse que en la Figura 73 se encuentra la opción de "¿Aplicación de fitosanitarios?". Si seleccionamos esta opción el campo cambia su color gris (por defecto) por el color verde, indicativo de que la opción está activa. Cuando esta opción está activa se despliegan los campos de formulario para añadir el producto fitosanitario, si lo desmarcamos los campos vuelven a esconderse.

Nuevo Tratamiento parcela

Información general **Fitosanitarios** Seleccione entre Asesor o Aplicador

CAMPOS SELECCIONABLES

¿Aplicación de fitosanitarios?

¿Se utilizan alternativas químicas?

Crear & Agregar otro Crear Tratamiento parcela

Figura 73: Selección del producto fitosanitario aplicado

En la Figura 74 pueden verse los campos de formulario para producto fitosanitario desplegados.

Información general **Fitosanitarios** Seleccione entre Asesor o Aplicador

CAMPOS SELECCIONABLES

¿Aplicación de fitosanitarios?

¿Se utilizan alternativas químicas?

CAMPOS OBLIGATORIOS

Fitosanitario

Referencia

Empresa

Fórmula

Cantidad de fitosanitario(s)

Cantidad de fitosanitario utilizada en Kilogramos por hectárea o en litros por hectárea

Figura 74: Detalle de los campos de producto fitosanitario desplegados

El siguiente paso es utilizar el buscador de fitosanitarios. Para utilizar el buscador de productos, solo hay que empezar a teclear sobre el campo de formulario "Fitosanitario", y al hacerlo el sistema irá sugiriendo productos en función del texto que se vaya introduciendo (Figura 75).

Fitosanitario	cas
Referencia	PHOSTOXIN-MG PLACAS
	CASPER
	DESSICASH 20SL
	CASPER 55 WG
Empresa	Empresa
Fórmula	Fórmula

Figura 75: Buscador de productos fitosanitarios

Al clicar sobre el producto DESSICASH 20SL (**Figura 75**), automáticamente el sistema rellena todos los campos restantes con la información de la base de datos (**Figura 76**).

Fitosanitario	DESSICASH 20SL
Referencia	25574
Empresa	SHARDA EUROPE B.V.B.A.
Fórmula	DIQUAT 20% (DIBROMURO) [SL] P/V
Cantidad de fitosanitario(s)	Cantidad de fitosanitario(s) <input type="text"/> Kg/ha o l/ha
	<small>Cantidad de fitosanitario utilizada en Kilogramos por hectárea o en litros por hectárea</small>

Figura 76:: Autocompletado de productos fitosanitarios por parte de AGROEPSO

Los campos que hay que completar en esta sección son:

- Fitosanitario.
- Referencia del producto fitosanitario asignada por el MAPA.

- Empresa suministradora del producto.
- Fórmula del producto aplicado.
- Cantidad de producto en kilogramos o litros por hectárea.

b) Tratamientos no químicos.

En la Figura 73 puede verse que también se dispone del campo “¿Se utilizan alternativas químicas?”. Este campo sirve para indicar otros métodos de lucha contra plagas, como puede ser la colocación de trampas. Y funciona igual que el campo anterior, al seleccionarlo se pone en verde y despliega los campos de formulario de la opción.

Los campos que hay que rellenar (**Figura 77**), son:

- **Justificación.** Hay que justificar por qué se está llevando a cabo la acción. Por ejemplo: condiciones meteorológicas, superación de umbrales, etc.
- **Actuación.** Descripción del tipo de actuación o medida adoptada. Por ejemplo: se han colocado trampas cromáticas.
- **Intensidad.** Descripción de la intensidad aplicada. Por ejemplo: el número de trampas cromáticas colocadas.

The screenshot shows a web interface with the following elements:

- Navigation tabs: "Información general", "Fitosanitarios", and "Seleccione entre Asesor o Aplicador".
- Section: "CAMPOS SELECCIONABLES" (Selectable Fields)
 - Toggle: "¿Aplicación de fitosanitarios?" (disabled, grey).
 - Toggle: "¿Se utilizan alternativas químicas?" (enabled, green).
- Section: "CAMPOS OBLIGATORIOS" (Required Fields)
 - Field: "Justificación" (Justification) with a text input box and a description: "Justificación de la actuación: reducir poblaciones, superación de umbrales, condiciones meteorológicas,..."
 - Field: "Actuación" (Action) with a text input box and a description: "Tipo de actuación/medida adoptada"
 - Field: "Intensidad" (Intensity) with a text input box and a description: "Descripción de la intensidad de la actuación: número de trampas, número de difusores,..."

Figura 77: Alternativa a la utilización de productos fitosanitarios

En la última pestaña “*Seleccione entre Asesor o Aplicador*”, se debe seleccionar si la aplicación del producto fitosanitario la ha realizado un trabajador vinculado a la explotación o ha sido un asesor externo (**Figura 78**). En ambos casos hay que dar de alta en el sistema tanto a los trabajadores como a los asesores externos, procedimiento que se explicará más adelante en el punto 4.2.4.9.

La imagen muestra una interfaz de usuario con tres pestañas: "Información general", "Fitosanitarios" y "Seleccione entre Asesor o Aplicador". La pestaña activa es "Seleccione entre Asesor o Aplicador". Dentro de esta pestaña, hay un encabezado "CAMPOS OBLIGATORIOS" en verde. Debajo de él, un subencabezado "SELECCIONA ENTRE ASESOR O APLICADOR" en rojo. Hay dos campos de entrada: "Aplicador" y "Asesor". Cada campo tiene un menú desplegable con el texto "Elija una opción" y un icono de flecha hacia abajo.

Figura 78: Determinación de quién es la persona responsable en la aplicación de fitosanitarios

El selector desplegable de cada opción (**Figura 78**) mostrará la lista de aplicadores y asesores dados de alta en el sistema, y de entre ellos, se deberá seleccionar el que ha realizado la aplicación fitosanitaria.

4.2.4.7. TRATAMIENTOS EN POSTCOSECHAS, SEMILLAS, VEHÍCULOS Y ALMACENES.

En este punto se va a explicar el procedimiento de aplicación de productos fitosanitarios a cosechas recolectadas, semillas, vehículos y almacenes.

Tal y como se indicó en el punto anterior, el sistema de proceder de todas las secciones agrupadas en este punto es similar, y se basa en dividir la información solicitada mediante dos pestañas (**Figura 79**):

- La primera llamada “*Información general*” albergará las características particulares de cada sección, y que se detallarán mediante tablas.
- La segunda llamada “*Fitosanitarios*”, en la que encontraremos el buscador descrito en las Figuras 75 y 76, con el mismo funcionamiento y objetivo. Es decir, identificar el producto fitosanitario aplicado, su referencia, la empresa comercializadora y la fórmula del producto.

Figura 79: Aplicación de fitosanitarios en postcosecha

a) Tratamiento fitosanitario de postcosecha.

En la Figura 79 puede verse un ejemplo de las opciones requeridas para generar una entrada de fitosanitarios en postcosecha. En la Tabla 39 se indica la descripción de los campos obligatorios y optativos que deben rellenarse para realizar la operación en la plataforma.

Campo	Tipo	Descripción
Fecha de aplicación	Obligatorio	Fecha de aplicación del producto fitosanitario.
Producto vegetal	Obligatorio	Descripción del producto sobre el que se está aplicando el tratamiento.
Problemática	Obligatorio	Por qué se está aplicando el producto fitosanitario.
Cantidad de producto	Obligatorio	Cantidad de producto vegetal (en toneladas métricas) que ha sido tratado.
Cuaderno	Optativo	Es conveniente vincular la aplicación fitosanitaria a un cuaderno de explotación, si no se hace no quedará reflejado en el documento.
Observaciones	Optativo	Cualquier información adicional que sea necesario comentar.

Tabla 39: Campos obligatorios y optativos para la pestaña "Información general" de los tratamientos fitosanitarios de postcosecha

b) Semillas tratadas con productos fitosanitarios.

Los campos requeridos para añadir semillas que han sido tratadas con productos fitosanitarios son los descritos en la Tabla 40.

Campo	Tipo	Descripción
Parcela	Obligatorio	Es obligatorio vincular las semillas tratadas con la parcela donde se han cultivado.
Superficie	Obligatorio	Superficie de la parcela sembrada en hectáreas.
Problemática	Obligatorio	Por qué se está aplicando el producto fitosanitario.
Fecha de siembra	Obligatorio	Hay que indicar la fecha en la que se produjo la siembra de la parcela.
Cantidad de semilla	Obligatorio	Cantidad de semillas utilizadas en kilogramos.
Cuaderno	Optativo	Es conveniente vincular la aplicación fitosanitaria a un cuaderno de explotación, si no se hace no quedará reflejado en el documento.
Observaciones	Optativo	Cualquier información adicional que sea necesario comentar.

Tabla 40: Campos obligatorios y optativos para la pestaña "Información general" de los tratamientos fitosanitarios en semillas

c) Tratamientos fitosanitarios en vehículos.

Los campos requeridos para añadir tratamientos fitosanitarios a vehículos son los descritos en la Tabla 41. Hay que recordar que, para poder vincular el tratamiento fitosanitario a un vehículo, primero hay que añadir el vehículo al sistema tal y como se explicó en el punto 4.2.4.3.

Campo	Tipo	Descripción
Fecha de aplicación	Obligatorio	Fecha de aplicación del producto fitosanitario.
Vehículo	Obligatorio	Se muestra un desplegable con todos los vehículos añadidos al sistema y que pertenecen al usuario.
Problemática	Obligatorio	Por qué se está aplicando el producto fitosanitario.
Volumen tratado	Obligatorio	Volumen (en metros cúbicos) en los que se ha aplicado el tratamiento.

Cuaderno	Optativo	Es conveniente vincular la aplicación fitosanitaria a un cuaderno de explotación. Si no se hace no quedará reflejado en el documento.
Observaciones	Optativo	Cualquier información adicional que sea necesaria comentar.

Tabla 41: Campos obligatorios y optativos para la pestaña "Información general" de los tratamientos fitosanitarios en vehículos

d) Tratamientos fitosanitarios a almacenes.

La forma de añadir un tratamiento fitosanitario a un almacén es exactamente igual a como se ha descrito en el punto anterior ("*Tratamientos fitosanitarios en vehículos*"). El único campo que hay que cambiar es el campo "*Vehículo*" por el campo "*Almacén*", tal y como se muestra en la tabla 42.

Campo	Tipo	Descripción
Almacén	Obligatorio	Se muestra un desplegable con todos los almacenes añadidos al sistema y que pertenecen al usuario.

Tabla 42: Campo que sustituye al campo "Vehículo" en la Tabla 41

4.2.4.8. GESTIÓN DE OPERACIONES.

En el día a día de la explotación también hay una serie de operaciones que deben quedar reflejadas en el "cuaderno de explotación", estas operaciones son:

- Comercializaciones.
- Fertilización.
- Riego.

a) Comercialización de la producción.

La comercialización de la producción es otro campo importante dentro del "cuaderno de explotación" ya que es un punto clave dentro de la trazabilidad final del producto (**Figura 80**).

También nos permite conocer los rendimientos de la parcela y disponer de un registro de ellas.

Antes de poder realizar una operación de comercialización debemos añadir a los clientes a la base de datos. Este proceso se verá en el punto 4.2.4.8 (sección b) del módulo de gestión.

El formulario, titulado "CAMPOS OBLIGATORIOS", contiene los siguientes campos:

- Cliente:** Selector con el texto "Haga clic para seleccionar".
- Cultivo:** Selector con el texto "Haga clic para seleccionar".
- Fecha:** Campo de texto con el texto "Fecha".
- Tipo comercialización:** Selector con el texto "Elija una opción".
- Precio:** Campo de texto con el texto "Precio".
- Nº Factura:** Campo de texto con el texto "Nº Factura".
- Nº lote:** Campo de texto con el texto "Nº lote".
- Cantidad producto:** Campo de texto con el texto "Cantidad producto".
- Factura:** Botón "Elija archivo" y texto "No se ha seleccionado archivo".

Figura 80: Campos obligatorios de la comercialización de cosecha

En la Figura 80 se pueden ver los campos obligatorios para generar una comercialización de producto, los campos optativos no se muestran debido a que ha sido imposible realizar una captura de pantalla tan grande y se ha optado por cortar la imagen y no mostrar los campos optativos. En cualquier caso, estos campos optativos son los mismos que en la mayoría de las secciones de la plataforma: cuaderno y observaciones.

En la Tabla 43 se podrá observar en detalle cada uno de estos campos, junto con los campos optativos.

Campo	Tipo	Descripción
Cliente	Obligatorio	Se muestra un desplegable con todos los clientes/proveedores añadidos al sistema y que pertenecen al usuario. Aunque se utilice el término cliente, también hace referencia a proveedores.
Cultivo	Obligatorio	Hay que seleccionar el cultivo que se ha comercializado a partir de un desplegable generado por el sistema.
Fecha	Obligatorio	Fecha de comercialización del producto.
Tipo de comercialización	Obligatorio	A partir de un desplegable que ofrece las opciones: <ul style="list-style-type: none"> - Alfarraso (en euros por parcela). - Corte (en euros por kilo). - Todo (en euros por kilo).
Precio	Obligatorio	Precio de venta.
Nº de factura	Obligatorio*	El número de factura de la venta.
Nº de lote	Obligatorio*	Número de lote de la venta.
Cantidad de producto	Obligatorio	Kilogramos de producto comercializado.
Factura	Obligatorio	Es necesario adjuntar el archivo en formato digital de la factura, ya sea una fotografía desde el teléfono móvil o la factura en un formato autorizado como son: pdf, doc, docx, odt y txt.
Cuaderno	Optativo	Es conveniente vincular la aplicación fitosanitaria a un cuaderno de explotación, si no se hace no quedará reflejado en el documento.
Observaciones	Optativo	Cualquier información adicional que sea necesaria comentar.

Tabla 43: Campos para la comercialización de producciones. **Nota:** El símbolo * significa que, aunque en los modelos propuestos por las diferentes administraciones este campo es optativo, las FCD que han colaborado en el desarrollo de este proyecto han pedido que el campo sea obligatorio para mejorar la trazabilidad del producto

b) Fertilizaciones.

La operación de fertilización debe de quedar registrada también en el “cuaderno de explotación”. En este caso, se vuelve a tener dos pestañas (siempre intentando mantener una continuidad en todas las partes del proyecto), estas pestañas son las de “Información general” y “Fertilización”.

En la Figura 81, se pueden ver los campos necesarios para rellenar la pestaña “Información general”.

Figura 81: Campos de "Información general" para la creación de un registro de fertilización

En la Tabla 44 pueden verse los campos requeridos para la fertilización y su descripción.

Campo	Tipo	Descripción
Parcela	Obligatorio	Hay que vincular la fertilización con una de las parcelas que gestiona el usuario.
Fecha	Obligatorio	Fecha de la operación.
Albarán	Obligatorio	Número de albarán del producto aplicado.
Adjuntar albarán	Optativo	Se puede adjuntar un archivo con el albarán en los formatos: pdf, doc, docx, odt y txt.
Cuaderno	Optativo	Es conveniente vincular la aplicación fitosanitaria a un cuaderno de explotación, si no se hace no quedará reflejado en el documento.
Observaciones	Optativo	Cualquier información adicional que sea necesaria comentar.

Tabla 44: Campos necesarios para crear un registro de fertilización

En la segunda pestaña “Fertilización” se debe añadir las características y dosis del producto utilizado (Figura 82).

Figura 82: Campos de la pestaña “Fertilización” para la creación de un registro de fertilización

En la Tabla 45 podemos ver con detalle los diferentes campos del registro de fertilización del “cuaderno de campo”.

Campo	Tipo	Descripción
Modo de aplicación	Obligatorio	Se debe elegir entre las opciones que muestra el desplegable: <ul style="list-style-type: none"> - Abonado de cobertera. - Abonado de fondo. - Fertirrigación.
Sustancias orgánicas regladas	Obligatorio	Por defecto está desactivado, si se activa el campo siguiente “Tipo de abono” cambia por un desplegable con los diferentes abonos orgánicos autorizados.
Tipo de abono	Obligatorio	Se indica el abono que se está utilizando ya sea por su fórmula o por su nombre comercial.

Sustancias orgánicas regladas	Obligatorio	Si se ha marcado la opción de “Sustancias orgánicas regladas”, en vez del campo “Tipo de abono” tendremos este campo, que nos dará a elegir entre: <ul style="list-style-type: none"> - Efluentes de almazara. - Estiércol de bovino. - Estiércol de porcino. - Gallinaza. - Lodos tratados. - Purines de porcino. - Otros.
Fertilización	Obligatorio	Se indica la dosis en porcentaje de: nitrógeno, fósforo y potasio.
Dosis	Obligatorio	Dosis aplicada.
Unidad	Obligatorio	A elegir entre kilogramos por hectárea o litros por hectárea.

Tabla 45: Campos para definir la operación de fertilización

c) Aplicación de riego.

Esta sección dispone también de dos pestañas. La primera es la clásica de “*Información general*”, y la segunda se llama “*Costes*” y está pensada para realizar un seguimiento de los costes derivados de la utilización de este recurso tan preciado. Se debe tener en cuenta, que el “cuaderno de explotación” no se exige un control del riego, pero a petición de las FCD, y más concretamente por parte de la DOPGME se incluyó esta sección en el “cuaderno de explotación”, además de la pestaña de “*Costes*”.

En la Figura 83 puede verse la pestaña “*Información general*”, donde se muestran los campos requeridos para crear un registro de riego.

Información general Costes

CAMPOS OBLIGATORIOS

Fecha de aplicación

Seleccione modo de riego

Volumen/tiempo de riego

Origen del agua
Indique de dónde proviene el agua de riego

Parcela

CAMPOS OPTATIVOS (PUEDE DEJARLOS EN BLANCO)

Cuaderno

Observaciones

Figura 83: Campos de la pestaña "Información general" del registro de riegos

Y en la Figura 84, pueden verse los campos para la sección "Costes", los cuales son optativos.

Información general Costes

CAMPOS OPTATIVOS (PUEDE DEJARLOS EN BLANCO)

Precio del agua €

Coste de los trabajadores €

Figura 84: Campos de la pestaña "Costes" del registro de riegos

En la Tabla 46 se detallan todos los campos tanto obligatorios como optativos de la gestión de riegos de la plataforma.

Campo	Tipo	Descripción
Fecha de aplicación	Obligatorio	Fecha en que se produjo el riego.
Seleccione modo de riego	Obligatorio	Se da a elegir entre: <ul style="list-style-type: none"> - Metros cúbicos de agua. - Horas de riego.
Volumen/Tiempo de riego	Obligatorio	En función de lo seleccionado en la pregunta anterior o los metros cúbicos o las horas de riego.
Origen del agua	Obligatorio	Se debe indicar la procedencia del agua de riego. Por ejemplo: pozo, balsa, trasvase, etc.
Parcela	Obligatorio	Se debe identificar la parcela en la que se ha producido el riego.
Cuaderno	Optativo	Es conveniente vincular la aplicación fitosanitaria a un cuaderno de explotación, si no se hace no quedará reflejado en el documento.
Observaciones	Optativo	Cualquier información adicional que sea necesario comentar.

Tabla 46: Campos obligatorios y optativos para el registro de riegos

La pestaña de “Costes” es totalmente optativa, y solo hay que añadir el coste del precio del agua y el coste derivado por los trabajadores (**Figura 84**).

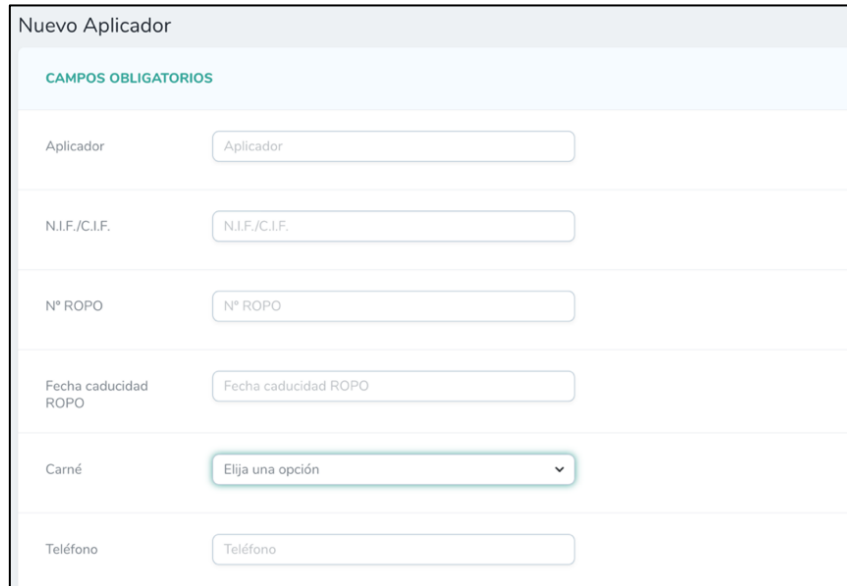
4.2.4.9. GESTIÓN DE TRABAJADORES

En cuanto a los requerimientos de información sobre trabajadores y asociados, son los directivos los que más necesidad tienen de estos datos, un 93,3% de ellos afirmaron que tienen que gestionarlos (pregunta B3P2, del punto 4.1.3), y el 80,3% afirmó que ya utilizaba un programa para ello, mientras que en los técnicos el porcentaje era del 70,4% (pregunta B4P2 del punto 4.1.4), y en ambos casos la información que disponían de sus asociados se encontraba bastante actualizada (pregunta B3P4 punto 4.1.3).

AGROEPSO ofrece un sistema de gestión de trabajadores que se integra de forma sencilla en todas las operaciones que se realizan en la explotación, por lo que una vez que se añade la información de un trabajador al sistema, se puede acceder a ella desde las diferentes partes de la plataforma. Por ejemplo, si se realiza una operación con productos fitosanitarios, automáticamente el sistema ofrecerá un listado de trabajadores que han podido realizar la operación que se está intentando añadir.

En la plataforma puede verse en la barra de navegación lateral izquierda, en la sección “Personal” bajo el epígrafe de “Aplicadores”, ya que en algunas ocasiones el servicio se externaliza a una empresa y, por tanto, se utiliza un término más genérico.

En la Figura 85, se pueden ver los campos obligatorios para crear un nuevo registro de usuario.



Nuevo Aplicador

CAMPOS OBLIGATORIOS

Aplicador

N.I.F./C.I.F.

Nº ROPO

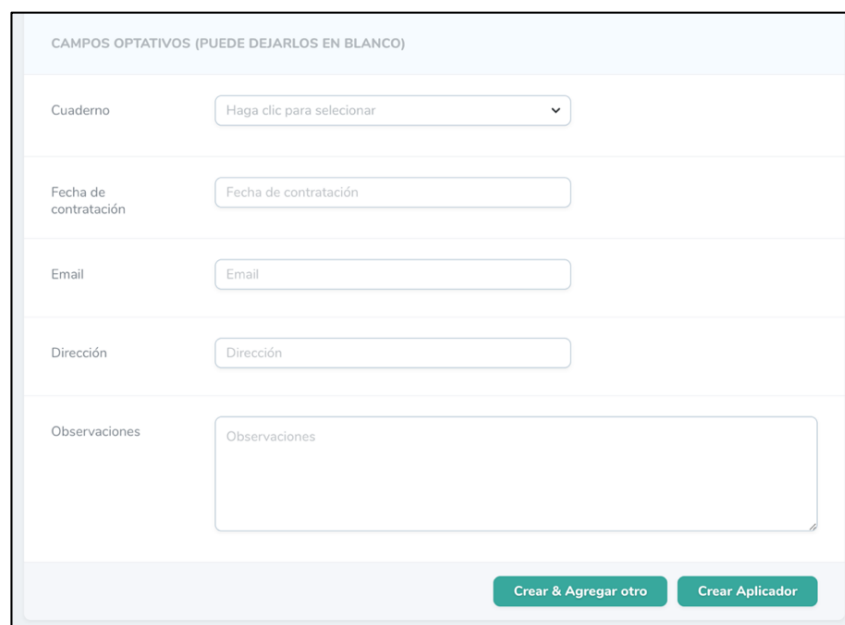
Fecha caducidad ROPO

Carné

Teléfono

Figura 85: Campos obligatorios para crear un nuevo “Aplicador” (ya sea trabajador o empresa)

Nótese que la Figura 85 ha tenido que dividirse en dos partes debido a que la captura de la imagen era demasiado grande. La segunda parte de la imagen puede verse en la Figura 86.



CAMPOS OPTATIVOS (PUEDE DEJARLOS EN BLANCO)

Cuaderno

Fecha de contratación

Email

Dirección

Observaciones

Figura 86: Campos optativos para crear un nuevo “Aplicador” (ya sea trabajador o empresa)

En la Tabla 47 pueden verse con detalle los diferentes campos para crear un “Aplicador”.

Campo	Tipo	Descripción
Aplicador	Obligatorio	Nombre y apellidos del trabajador o razón social en el caso de ser una empresa.
N.I.F./C.I.F.	Obligatorio	Documento de identificativo del trabajador o la empresa.
Nº ROPO	Obligatorio	Número del Registro de Productores y Operadores de medios de defensa fitosanitaria.
Fecha de caducidad ROPO	Obligatorio	Se debe indicar la fecha en la que caduca el documento.
Carné	Obligatorio	Se da a elegir entre: <ul style="list-style-type: none"> - Asesor. - Básico. - Cualificado. - Fumigador. - Piloto.
Teléfono	Obligatorio	Teléfono de contacto del trabajador o la empresa que ofrece el servicio.
Cuaderno	Optativo	Es conveniente vincular la aplicación fitosanitaria a un cuaderno de explotación, si no se hace no quedará reflejado en el documento.
Fecha de contratación	Optativo	Fecha de contratación del trabajador o la empresa.
Email	Optativo	Email del trabajador o la empresa.
Dirección	Optativo	Dirección del trabajador o la empresa.
Observaciones	Optativo	Cualquier información adicional que sea necesaria comentar.

Tabla 47: Campos obligatorios y optativos para el registro de aplicadores

4.2.5. Gestión general

El módulo de “GESTIÓN” (Figura 87) permite operar en una serie de secciones que están limitadas en función del nivel de acceso que se tiene en la plataforma. En la Tabla 48 se detallan las diferentes secciones que operan en este módulo, su descripción general y que nivel de acceso se necesita para acceder a cada una de ellas.

Sección	Nivel de acceso	Descripción
Facturación	Todos los niveles	Permite emitir facturas y ver los visualizar los gastos en función de filtros.
Fitosanitarios	Solo super-administrador	Permite modificar y actualizar la base de datos de productos fitosanitarios del MAPA.
Clientes	Todos los niveles	Permite gestionar los clientes del usuario.
Cultivos	Solo super-administrador	Permite añadir, modificar o eliminar cultivos de la base de datos de la plataforma.

Tabla 48: Secciones del módulo de "GESTIÓN" y los niveles de acceso necesarios para acceder a ellas

En la Figura 87 puede verse el detalle de la barra de navegación lateral en la que se ven las opciones desde el punto de vista de un super-administrador y desde el de cualquier otro usuario.

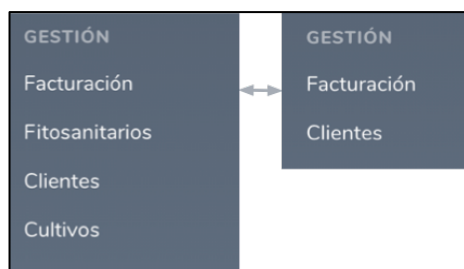


Figura 87: Barra de navegación lateral en la que se muestra la sección de "GESTIÓN". A la izquierda las opciones de un super-administrador, a la derecha del resto de usuarios

4.2.5.1 FACTURACIÓN.

El módulo de facturación permite llevar la gestión contable básica de la explotación, permitiendo generar facturas y realizar un balance de ingresos y gastos. La facturación nos permite incorporar a nuestra gestión contable los gastos producidos por la explotación. Un requerimiento con casi un 90% de apoyo entre agricultores, técnicos y directivos (pregunta B3P11 punto 4.1.3). Este proceso es bastante sencillo, ya que previamente se debe dar de alta a todos los posibles proveedores en la sección de clientes³ (que veremos en el punto siguiente), y a partir de aquí, solo hay que seleccionar el cliente (en este caso proveedor) y simplemente añadir el concepto de la factura, la fecha y el importe, ya que el resto de los datos se obtienen de la ficha del cliente.

³ Aunque se utilice el término cliente, la base de datos es para clientes y proveedores. En la agricultura pueden darse casos de que un cliente se convierta en proveedor y a la inversa, por lo que se ha optado por utilizar una única base de datos para ambos conceptos contables, conforme a los requerimientos de las FCD.

En la Figura 88 puede verse un listado de facturas emitidas por un usuario del sistema, y las estadísticas de gastos e ingresos, junto con el total de facturas emitidas en todo el año.



Figura 88: Listado de facturas generadas por un usuario del sistema, junto con los ingresos y gastos del último año (2019). Los datos han sido generados de forma aleatoria para evitar problemas de privacidad

Las gráficas de datos ofrecen también la posibilidad de filtrar los resultados por fecha, tal y como se aprecia en la Figura 89 se puede apreciar otro tipo de métrica donde se muestra el total de gastos en los últimos 365 días. El filtro de intervalos de tiempo puede ser configurado por parte del super-administrador y adaptados a las necesidades de cada gráfica.

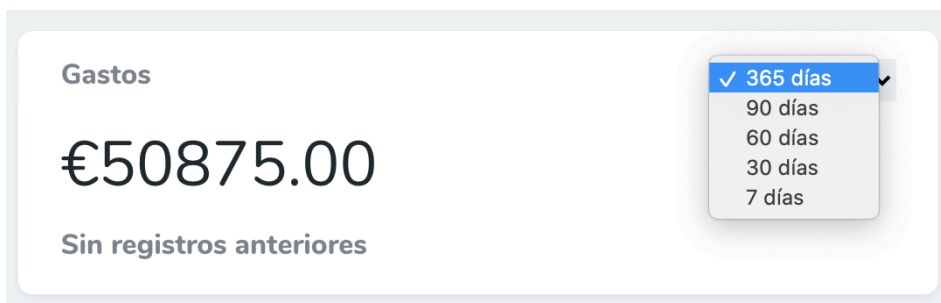


Figura 89: Métrica con filtro de resultados por días. Podemos mostrar los gastos del último año o los últimos siete días

Para crear una nueva factura se deberá rellenar un formulario (**Figura 90**) con datos muy básicos, como son:

- **El cliente o proveedor.** Al estar dado de alta en el sistema, todos los datos personales necesarios para la factura ya están en la base de datos, por lo que solo es necesario identificar al cliente.
- La **fecha** de emisión de la factura.

- La **fecha de pago** de la factura (cuando se produzca).
- Y los **conceptos** con su descripción, cantidad e importe.

Nuevo Factura

CAMPOS OBLIGATORIOS

Fecha

Fecha de pago

Cliente

Conceptos

Descripción	Cantidad	Importe

+

Crear & Agregar otro Crear Factura

Figura 90: Formulario para añadir factura al sistema

En la parte final de la Figura 90, en el campo “Conceptos” se encuentra una tabla con tres columnas: “Descripción”, “Cantidad” e “Importe”. Aquí se deberán ir introduciendo los diferentes ítems de cada factura.

Esta tabla, está basada en la tabla para Laravel Nova desarrollada por Rosin (2020) y que permite añadir y eliminar las filas a voluntad, pudiendo añadir tantos ítems como se desee.

El funcionamiento es sencillo, si se quiere añadir una nueva fila con un concepto nuevo a la lista, lo que se tendrá que hacer es clicar sobre el símbolo “+” situado en la parte inferior izquierda de la tabla, y al hacerlo se generaría una nueva fila.

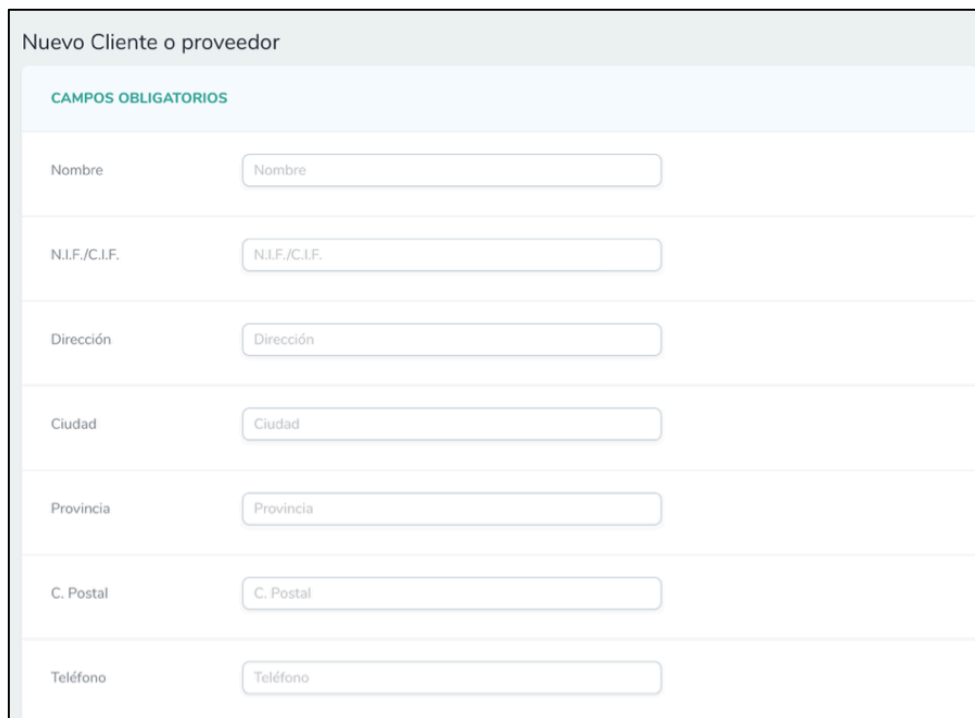
Si por otro lado el objetivo fuera eliminar una fila, habría que clicar sobre el icono situado a la derecha de dicha fila (en el icono con forma de cubo de basura), y el elemento sería eliminado de la lista.

4.2.5.2. CLIENTES Y PROVEEDORES.

La gestión de clientes y proveedores está pensada para crear una herramienta que permita facilitar las operaciones del usuario en la plataforma. Por ejemplo, en la Figura 90, cuando el usuario crea una nueva factura solo necesita hacer referencia al cliente, no siendo necesario introducir sus datos. Esto es debido a que ya se ha generado una ficha de cliente, (**Figura 91**) donde previamente se han introducido datos como el nombre, la dirección, el código postal, etc.

Debido al gran tamaño de la imagen del formulario de clientes, no ha sido posible realizar una captura de pantalla única, por lo que esta se ha dividido en dos imágenes separadas:

- En la Figura 91 se pueden observar los campos obligatorios.
- Y en la Figura 92 se podrán ver los campos optativos del formulario y los botones de envío del formulario.



Nuevo Cliente o proveedor

CAMPOS OBLIGATORIOS

Nombre	<input type="text" value="Nombre"/>
N.I.F./C.I.F.	<input type="text" value="N.I.F./C.I.F."/>
Dirección	<input type="text" value="Dirección"/>
Ciudad	<input type="text" value="Ciudad"/>
Provincia	<input type="text" value="Provincia"/>
C. Postal	<input type="text" value="C. Postal"/>
Teléfono	<input type="text" value="Teléfono"/>

Figura 91: Formulario para añadir clientes o proveedores al sistema. Campos obligatorios

Llegados a este punto es necesario aclarar las razones por las que en todos los formularios de la plataforma basados en el sistema CRUD, se presentan dos botones de confirmación de envío. En la Figura 92 pueden verse los dos botones con los siguientes textos: "Crear & Agregar otro" y "Crear Cliente o proveedor".

El primer botón sirve para crear un registro y al finalizar volver a mostrar el formulario de alta para añadir un registro nuevo. El segundo botón, una vez se crea el usuario, nos conduce a la pantalla de visualización de sus datos.

Es decir, el primer botón se usa para añadir múltiples registros, y el segundo cuando solo queremos añadir un registro a la base de datos.

Figura 92: Formulario para añadir clientes o proveedores al sistema. Campos optativos

En la Tabla 49 pueden verse los diferentes campos obligatorios y optativos para crear un nuevo registro de cliente o proveedor.

Campo	Tipo	Descripción
Nombre	Obligatorio	Nombre del cliente o proveedor.
N.I.F./C.I.F.	Obligatorio	Documento identificativo de persona o empresa.
Dirección	Obligatorio	Dirección del cliente o proveedor.
Ciudad	Obligatorio	Ciudad del cliente o proveedor.
Provincia	Obligatorio	Provincia del cliente o proveedor.
Código Postal	Obligatorio	Código Postal del cliente o proveedor.
Teléfono	Obligatorio	Teléfono del cliente o proveedor.
Persona de contacto	Optativo	La persona, por parte del cliente o proveedor, con la que contactar.
Número RGSEAA	Optativo	Si el cliente o proveedor dispone de número de Registro General Sanitario y de Empresas Alimentarias y Alimentos.

Observaciones	Optativo	Cualquier información adicional que sea necesaria comentar.
---------------	----------	-------------------------------------------------------------

Tabla 49: Campos obligatorios y optativos para el registro de clientes y proveedores

4.2.5.3. CULTIVOS.

Esta sección solo está disponible para el super-administrador y le permite añadir, modificar o eliminar los diferentes cultivos que se encuentran en la base de datos.

AGROEPSO ya dispone de una base de datos con todos los cultivos utilizados por las FCD de la Comunidad Valenciana y que forman parte del proyecto. Sin embargo, hay que destacar que esta base de datos puede ampliarse y adaptarse a las necesidades de cualquier otro sector que solicite la utilización de la plataforma.

En la Figura 93 puede verse el formulario de alta de un nuevo cultivo.

Figura 93: Formulario para añadir nuevos cultivos

Los campos requeridos son:

- Nombre del cultivo.
- Referencia del cultivo (por si se quiere identificar de alguna manera específica).
- Descripción del cultivo.

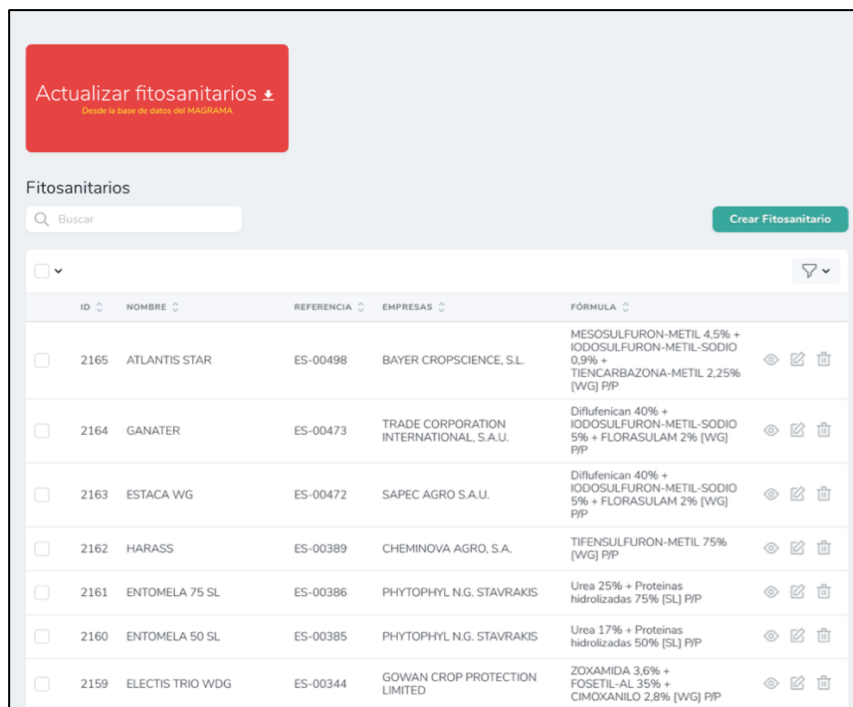
Aunque solo el nombre del cultivo es obligatorio, el resto de los campos puede quedarse en blanco.

4.2.5.4. LISTADO DE PRODUCTOS FITOSANITARIOS.

En primer lugar, hay que aclarar que esta sección solo puede ser accedida y gestionada por un super-administrador del sistema.

El programa actualiza de forma automática la base de datos de productos fitosanitarios del MAPA, y este proceso lo hace de dos formas:

- El día 7 de cada mes, el sistema descarga la base de datos del MAPA y la compara con la base de datos actual de AGROEPSO, añadiendo, modificando o eliminando las entradas según la nueva información.
- Un super-administrador puede ejecutar este proceso de actualización en el momento que lo desee. En la Figura 94 se observa un panel en color rojo con el texto “Actualizar fitosanitarios”, simplemente se tiene que clicar sobre él y el proceso de actualización se inicializa de forma automática y en segundo plano.



ID	NOMBRE	REFERENCIA	EMPRESAS	FÓRMULA
2165	ATLANTIS STAR	ES-00498	BAYER CROPSCIENCE, S.L.	MESOSULFURON-METIL 4.5% + IODOSULFURON-METIL-SODIO 0.9% + TIENCARBAZONA-METIL 2.25% [WG] P/P
2164	GANATER	ES-00473	TRADE CORPORATION INTERNATIONAL, S.A.U.	Diflufenican 40% + IODOSULFURON-METIL-SODIO 5% + FLORASULAM 2% [WG] P/P
2163	ESTACA WG	ES-00472	SAPEC AGRO S.A.U.	Diflufenican 40% + IODOSULFURON-METIL-SODIO 5% + FLORASULAM 2% [WG] P/P
2162	HARASS	ES-00389	CHEMINOVA AGRO, S.A.	TIFENSULFURON-METIL 75% [WG] P/P
2161	ENTOMELA 75 SL	ES-00386	PHYTOPHYL N.G. STAVRAKIS	Urea 25% + Proteínas hidrolizadas 75% [SL] P/P
2160	ENTOMELA 50 SL	ES-00385	PHYTOPHYL N.G. STAVRAKIS	Urea 17% + Proteínas hidrolizadas 50% [SL] P/P
2159	ELECTIS TRIO WDG	ES-00344	GOWAN CROP PROTECTION LIMITED	ZOXAMIDA 3.6% + FOSETIL-AL 35% + CIMOXANILO 2.9% [WG] P/P

Figura 94: Listado de productos fitosanitarios, donde se observa el panel de “Actualizar fitosanitarios” en la parte superior izquierda

No es recomendable añadir, modificar o eliminar registros de productos fitosanitarios, pero en el caso de que se deba hacer por cualquier causa, es posible como puede verse en la Figura 95.

Figura 95: Crear producto fitosanitario

4.2.6. Inspecciones.

AGROEPSO proporciona un sistema de gestión de inspecciones, por ejemplo, por parte de las FCD a sus socios. Para ello, siempre y cuando el usuario tenga un nivel jerárquico superior al de “agricultor” tendrá acceso a las herramientas de inspección en el grupo “DOCUMENTACIÓN” de la barra de navegación lateral, tal y como puede verse en la Figura 96.

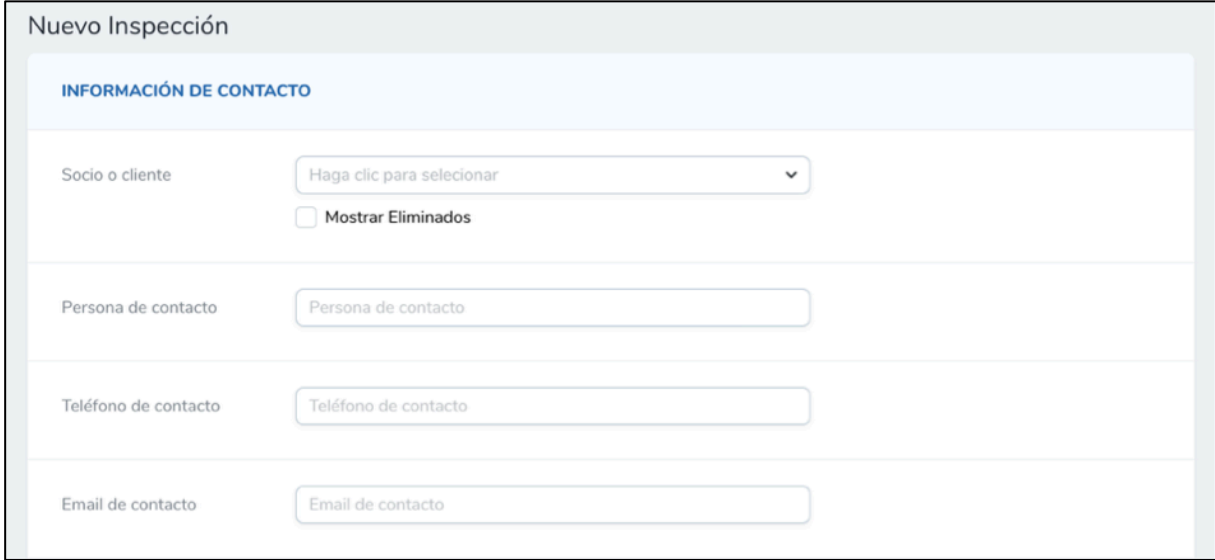


Figura 96: Detalle de la barra de navegación lateral izquierda en la que se puede ver el acceso a las inspecciones. Todo ello, visto desde la perspectiva de un usuario con nivel de acceso superior a “Agricultor”

La plataforma permite llevar un histórico de las inspecciones realizadas y planificar las próximas inspecciones, ya que se pueden visualizar las inspecciones pendientes y

ordenarlas por fecha utilizando las capacidades de filtrado y búsqueda que tiene la plataforma y que se describieron en el punto 4.2.4.1.

El registro de una inspección dispone de dos partes: la información del socio y los resultados de la inspección. La primera parte se puede visualizar en la Figura 97.

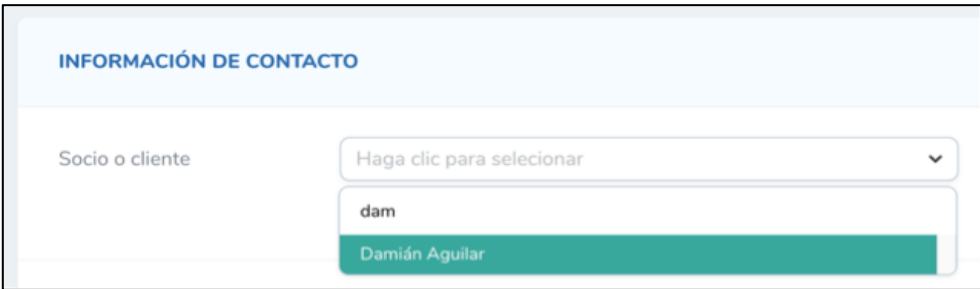


The screenshot shows a web form titled "Nuevo Inspección". Under the heading "INFORMACIÓN DE CONTACTO", there are four input fields: "Socio o cliente" (a dropdown menu with the placeholder "Haga clic para seleccionar" and a "Mostrar Eliminados" checkbox below it), "Persona de contacto", "Teléfono de contacto", and "Email de contacto". Each of the latter three fields has a placeholder text matching the field name.

Figura 97: Información de contacto del socio a inspeccionar por parte de la FCD

Si se observa el primer campo de la Figura 97 “Socio o cliente”, se puede ver que es un buscador que nos va a permitir localizar al socio de forma que se autocompleten el resto de los datos de contacto (Figura 98).

Para utilizar el buscador simplemente hay que empezar a teclear sobre él el nombre del socio y automáticamente, el sistema va a ir sugiriendo nombres de socios que contengan la cadena de caracteres que se está introduciendo en el campo de búsqueda.



This close-up shows the "Socio o cliente" dropdown menu. The text "dam" is entered into the search field, and a dropdown list is open, showing a single suggestion: "Damián Aguilar", which is highlighted with a green background.

Figura 98: Detalle de la búsqueda de socios en el formulario de inspecciones

Los campos referidos a la propia inspección pueden verse en detalle en la Figura 99.

INFORMACIÓN DE LA INSPECCIÓN

Fecha

Próxima inspección

Resultado de la inspección

Motivo de la inspección

Motivo de la inspección

Notas de la inspección

Notas de la inspección

Problemas encontrados

Problemas encontrados

Fotografías Elija archivo No se ha seleccionado archivo

Documentación Elija archivo No se ha seleccionado archivo

Crear & Agregar otro
Crear Inspección

Figura 99: Detalle de los campos de formulario necesarios para realizar una inspección

En la Tabla 50, se explican con detalle los diferentes campos del formulario para el registro de una inspección.

Campo	Tipo	Descripción
Socio o cliente	Obligatorio	Nombre del socio. Dispone de un buscador de socios para autocompletar el resto de los campos de contacto del socio.
Persona de contacto	Obligatorio	Se autocompleta a partir del socio.
Teléfono de contacto	Obligatorio	Se autocompleta a partir del socio.
Email de contacto	Obligatorio	Se autocompleta a partir del socio.
Fecha	Obligatorio	Fecha de inspección.

Próxima inspección	Obligatorio	Fecha de la próxima inspección.
Resultado de la inspección	Obligatorio	Apto o no apto.
Motivo de inspección	Obligatorio	Hay que especificar el motivo por el cual se ha llevado a cabo la inspección al socio y el lugar inspeccionado: parcela, almacén, etc.
Notas de inspección	Optativo	Información adicional sobre la inspección.
Problemas encontrados	Optativo	Si se han encontrado no conformidades o problemas deben reflejarse.
Fotografías	Optativo	El sistema permite subir hasta 10 fotografías relacionadas con la inspección.
Documentación	Optativo	El sistema permite subir hasta 10 documentos relacionadas con la inspección, en los formatos: pdf, doc, docx, odt y txt.

Tabla 50: Campos obligatorios y optativos para el registro de inspecciones

4.2.7. Datos climáticos.

La utilización de datos climáticos es una funcionalidad muy útil para el sector agrario, sin embargo, su utilización por parte del grupo de los agricultores es más bien baja, ya sea por desconocimiento de como acceder a los datos, por temas tecnológicos o incluso económicos, mientras que los técnicos y directivos de FCD y empresas del sector, suelen utilizarlos con regularidad (punto 4.1.2, pregunta B2P1). AGROEPSO se propone subsanar el problema aportando una potente base de datos climáticos a partir de fuentes diversas, poniéndolas al servicio de los usuarios de la plataforma.

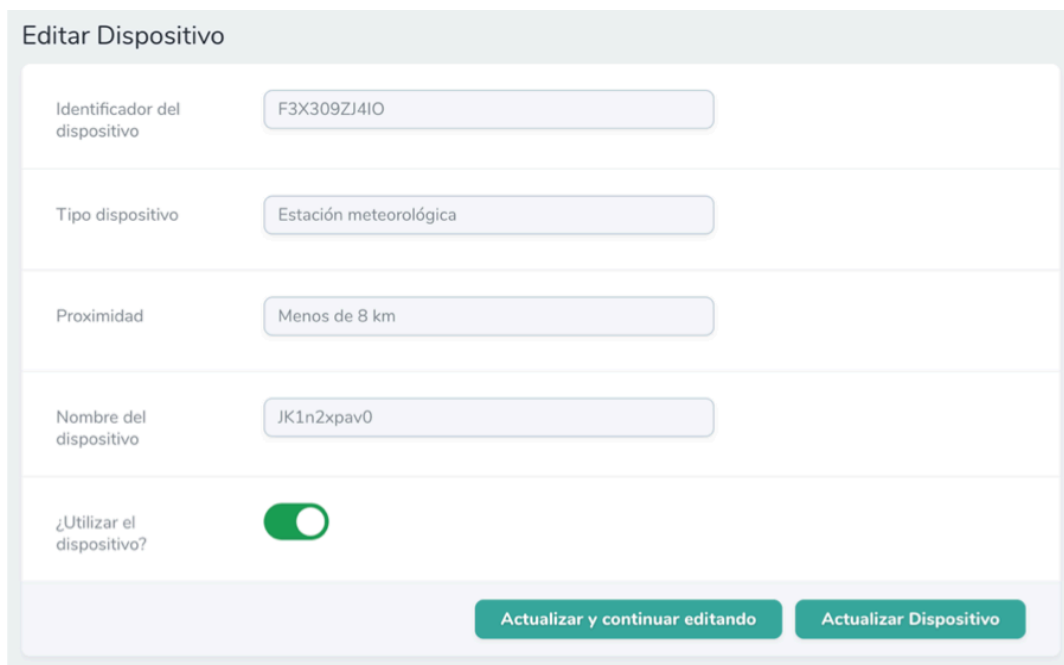
Los datos climáticos utilizados por la plataforma pueden provenir de diversas fuentes: de la propia parcela mediante una estación meteorológica propia, de las estaciones de AEMET o de alguna estación próxima a la parcela (propiedad de otro usuario de la plataforma y que ofrece los datos de forma anónima) y que pueda aportar datos más realistas acerca de la situación climática de la parcela. La visualización de los datos en ambos casos es la misma, ya que lo único que cambia es el origen de la fuente puesto que los datos son guardados utilizando el mismo formato.

Cuando se añade una parcela, AGROEPSO busca por defecto la estación meteorológica de la red de AEMET más cercana, y en ese momento, vincula los datos climáticos de la estación a la parcela. En el caso de que se hubiese añadido la estación meteorológica de forma manual (punto 4.2.4.2 en la sección de dispositivos), sería el sistema al detectar dos dispositivos del mismo tipo, el que preguntaría cual se preferiría como fuente de datos. En el caso de detectar la estación meteorológica de alguna parcela próxima y que

estuviera más cerca que la de AEMET, la añadiría al panel como si fuera un dispositivo más, indicando que es una estación meteorológica, pero ocultando los datos originales de ubicación de la estación.

En la Figura 100 puede verse como el sistema detecta automáticamente la estación, oculta sus datos, y nos da la opción de “¿Utilizar dispositivo?” de forma que si no aceptamos podemos usar la estación de AEMET más próxima.

Otro aspecto importante es el campo “Proximidad” que nos va a ofrecer intervalos de proximidad para la estación meteorológica. Los intervalos son: menos de 8 kilómetros, menos de 15 kilómetros, menos de 20 kilómetros, menos de 25 kilómetros, menos de 30 kilómetros y más de 30 km, con la idea de no identificar y anonimizar la estación que está proporcionando los datos.



The image shows a web form titled "Editar Dispositivo" (Edit Device). It contains the following fields and controls:

- Identificador del dispositivo:** A text input field containing the value "F3X309ZJ4IO".
- Tipo dispositivo:** A dropdown menu with the selected option "Estación meteorológica".
- Proximidad:** A dropdown menu with the selected option "Menos de 8 km".
- Nombre del dispositivo:** A text input field containing the value "JK1n2xpav0".
- ¿Utilizar el dispositivo?:** A toggle switch that is currently turned on (green).

At the bottom of the form, there are two buttons: "Actualizar y continuar editando" (Update and continue editing) and "Actualizar Dispositivo" (Update Device).

Figura 100: Vinculación con estación meteorológica de proximidad perteneciente a otro usuario

Por el momento, una parcela solo puede tener una sola fuente de datos, sin descartar que en el futuro esto pueda cambiar.

En la Figura 101 puede verse en la BNLI la ubicación de la sección climática de la plataforma.



Figura 101: Detalle de la barra de navegación lateral izquierda donde se pueden ver los datos climáticos

El siguiente paso lógico será empezar con las estaciones meteorológicas y desde allí llegar hasta los datos climáticos. La base de datos de AGROEPSO dispone de las más de ochocientas estaciones meteorológicas que tiene AEMET por toda España y, además, su ubicación está geolocalizada.

En la Figura 102 puede verse un listado de las estaciones meteorológicas, y fijándose en detalle, puede verse que en el buscador (situado en la parte superior izquierda), se ha escrito la palabra “alicante”. Esta acción ha devuelto solo las estaciones meteorológicas ubicadas en la provincia de Alicante.

ID	CÓDIGO DE LA ESTACIÓN	CIUDAD	PROVINCIA	ALTITUD	LATITUD	LONGITUD	
28	8059C	Alcoy/Alcoi	Alacant/Alicante	530.00 m	38.710833	-0.46	
27	8057C	Pego	Alacant/Alicante	60.00 m	38.846667	-0.118333	
26	8050X	Jívea/Xàbia	Alacant/Alicante	15.00 m	38.783611	0.167778	
25	8036Y	Benidorm	Alacant/Alicante	70.00 m	38.551667	-0.133333	
24	8025	Alicante/Alacant	Alacant/Alicante	81.00 m	38.3725	-0.494167	
23	8019	Elche/Elx	Alacant/Alicante	43.00 m	38.282778	-0.570833	
22	8018X	Elche/Elx	Alacant/Alicante	110.00 m	38.2875	-0.680556	
21	8013X	Novelda	Alacant/Alicante	230.00 m	38.386667	-0.757778	
20	8008Y	Villena	Alacant/Alicante	486.00 m	38.576944	-0.865556	
19	7261X	Rojales	Alacant/Alicante	31.00 m	38.088056	-0.715278	
18	7247X	Pinós, el/Pinoso	Alacant/Alicante	575.00 m	38.399722	-1.038056	
17	7244X	Orihuela	Alacant/Alicante	26.00 m	38.067778	-0.981389	

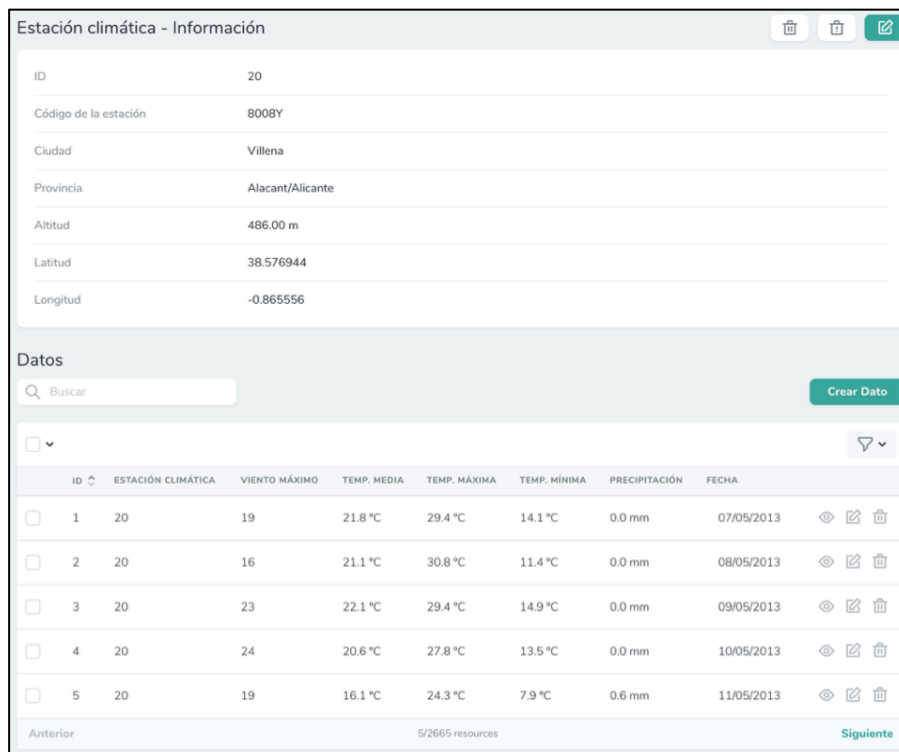
Figura 102: Listado de estaciones meteorológicas de AEMET

Aunque el sistema mantiene la estructura CRUD, en esta sección no tiene demasiado sentido añadir, modificar o eliminar estaciones meteorológicas. Pero se ha dejado esta funcionalidad debido a que pueden ocurrir situaciones en las que una estación meteorológica deje de funcionar o sea reubicada y en estos casos, se tenga que actualizar la información. Pero en general, las estaciones de AEMET son parámetros constantes que no deben de preocupar demasiado.

Las estaciones se identifican con los siguientes campos:

- **ID.** Identificador interno de la estación. Es asignado por AGROEPSO al crearse el registro.
- **Código de la estación.** Código que utiliza AEMET para identificar a la estación.
- **Ciudad.** Municipio o localidad donde está ubicada la estación.
- **Provincia.** Provincia donde está localizada la estación.
- **Altitud.** La altitud sobre el nivel del mar a la que se encuentra la estación.
- **Latitud.** Coordenada de latitud de la estación.
- **Longitud.** Coordenada de longitud de la estación.

El siguiente paso es clicar en el icono de visualización (véase punto 4.2.4.1), y al hacerlo se accede a los datos de la estación. En la Figura 103 se puede ver el detalle de la estación de AEMET, y como abajo muestra los datos, en este caso, hay datos desde julio de 2013 hasta agosto de 2020. En algunas otras estaciones se dispone de histórico de datos de más de 20 años.



The screenshot displays a web interface for a climate station. The top section, titled 'Estación climática - Información', lists the following details: ID (20), Código de la estación (8008Y), Ciudad (Villena), Provincia (Alacant/Alicante), Altitud (486.00 m), Latitud (38.576944), and Longitud (-0.865556). Below this is a 'Datos' section with a search bar and a 'Crear Dato' button. A table shows the first five data entries for the station, with columns for ID, ESTACIÓN CLIMÁTICA, VIENTO MÁXIMO, TEMP. MEDIA, TEMP. MÁXIMA, TEMP. MÍNIMA, PRECIPITACIÓN, and FECHA. The table is paginated, showing 5/2665 resources.

ID	ESTACIÓN CLIMÁTICA	VIENTO MÁXIMO	TEMP. MEDIA	TEMP. MÁXIMA	TEMP. MÍNIMA	PRECIPITACIÓN	FECHA
1	20	19	21.8 °C	29.4 °C	14.1 °C	0.0 mm	07/05/2013
2	20	16	21.1 °C	30.8 °C	11.4 °C	0.0 mm	08/05/2013
3	20	23	22.1 °C	29.4 °C	14.9 °C	0.0 mm	09/05/2013
4	20	24	20.6 °C	27.8 °C	13.5 °C	0.0 mm	10/05/2013
5	20	19	16.1 °C	24.3 °C	7.9 °C	0.6 mm	11/05/2013

Figura 103: Estación meteorológica de AEMET 8008Y, con detalle de los datos

Y los datos se pueden filtrar según las necesidades, mostrando solo los de temperatura, la precipitación, estableciendo intervalos de tiempo, etc. En la Figura 104 puede verse un detalle de búsqueda por intervalos de tiempo, donde automáticamente se despliega un calendario para que seleccionemos la fecha de final⁴.

ID	ESTACIÓN CLIMÁTICA	VIENTO MÁXIMO	TEMP. MEDIA	TEMP. MÁXIMA	TEMP. MÍNIMA	PRECIPITACIÓN
1	20	19	21.8 °C	29.4 °C	14.1 °C	0.0 mm
2	20	16	21.1 °C	30.8 °C	11.4 °C	0.0 mm
3	20	23	22.1 °C	29.4 °C	14.9 °C	0.0 mm
4	20	24	20.6 °C	27.8 °C	13.5 °C	0.0 mm
5	20	19	16.1 °C	24.3 °C	7.9 °C	0.6 mm

Figura 104: Detalle del buscador de datos en base a intervalos de tiempo. En este caso nos indica la fecha de inicio (DESDE) y la fecha de final (HASTA)

También se pueden mostrar gráficas con los datos por meses, como se ve en la Figura 105.

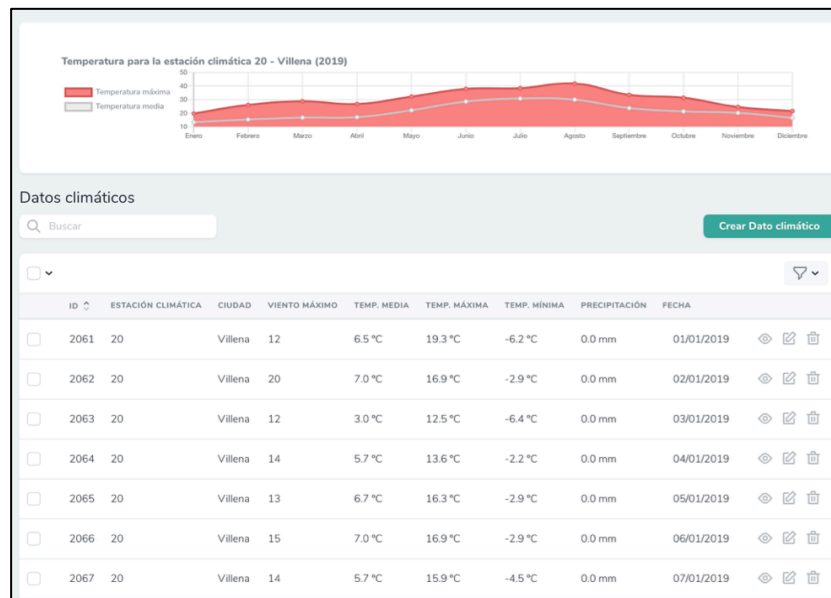


Figura 105: Gráfica con la temperatura media y máxima en la estación de AEMET en Villena durante el año 2019

⁴ Al igual que sucedía en la sección 4.2.3 (cuando se hablaba de filtros), existen algunos problemas con Laravel Nova (Otwell y Hemphill, 2019) con la localización de idiomas, tal y como puede verse en el calendario desplegado que se muestra en inglés. En las versiones más actuales de la distribución este error ya se encuentra solucionado.

Y por supuesto, la información climática puede integrarse completamente en la gestión de parcelas (**Figura 106**).

The screenshot shows a web interface titled 'Parcela - Información'. At the top right, there is a dropdown menu labeled 'Seleccione acción' and three icons: a play button, a trash can, and a document with a pencil. Below this is a horizontal navigation bar with tabs: 'Información general', 'Características', 'SIGPAC', 'Geolocalización', 'Cultivo', 'Ref. Catastral', 'Opciones', 'Riegos', 'Producciones', 'Dispositivos', and 'Climáticos'. The 'Climáticos' tab is active. Below the tabs, there is a search bar labeled 'Buscar' and a green button labeled 'Crear Climático'. A table with 8 columns is displayed: 'ID', 'ESTACIÓN CLIMÁTICA', 'VIENTO MÁXIMO', 'TEMP. MEDIA', 'TEMP. MÁXIMA', 'TEMP. MÍNIMA', 'PRECIPITACIÓN', and 'FECHA'. The table contains 5 rows of data. At the bottom of the table, there are navigation links: 'Anterior' on the left, '5/2665 resources' in the center, and 'Siguiete' on the right.

ID	ESTACIÓN CLIMÁTICA	VIENTO MÁXIMO	TEMP. MEDIA	TEMP. MÁXIMA	TEMP. MÍNIMA	PRECIPITACIÓN	FECHA
2665	20	27	18.0 °C	27.1 °C	8.9 °C		31/08/2020
2664	20	27	19.5 °C	28.1 °C	10.9 °C		30/08/2020
2663	20	24	24.0 °C	31.7 °C	16.2 °C		29/08/2020
2662	20	27	26.4 °C	34.9 °C	17.8 °C		28/08/2020
2661	20	36	24.6 °C	36.3 °C	13.0 °C		27/08/2020

Figura 106: Detalle de la integración de los datos climáticos la parcela, a través de la pestaña “Climáticos”

4.2.8. Otras secciones.

4.2.8.1. LOCALIZACIONES.










Los usuarios con acceso de super-administrador (desarrolladores involucrados en el proyecto), tienen acceso a una serie de herramientas más amplias. Por ejemplo, la gestión de localizaciones, es decir, el acceso a poder añadir, modificar y gestionar la base de datos de Países, Comunidades Autónomas, Provincias y Ciudades.

La base de datos tiene más de 8000 registros, y contiene la información generada por Instituto Nacional de Estadística (2020), y que a sido descargada y geolocalizada durante esta investigación añadiendo los datos de latitud y longitud gracias a la programación de un pequeño código informático que ha realizado la labor de geolocalizar todos los municipios.

En la Figura 107 se puede ver una captura de pantalla con el listado de municipios y otra con las provincias, ambas superpuestas una sobre otra formando una sola imagen. Esta composición solo tiene el único objetivo de mostrar la existencia de las secciones y de que funcionan según el sistema CRUD, pudiendo añadir o modificar cualquier municipio.

Ciudades

Buscar Crear Ciudad

ID	PAÍS	COMUNIDAD AUTÓNOMA	PROVINCIA	CIUDAD	LATITUD	LONGITUD	
2164	España	Galicia	A Coruña	Mañón	43.769194	-7.685581	  
4273	España	Galicia	Lugo	Vicedo, O	43.733364	-7.672058	  
2139	España	Galicia	A Coruña	Cariño	43.732648	-7.877766	  
2181	España	Galicia					
4277	España	Galicia					
4225	España	Galicia					
4275	España	Galicia					
2142	España	Galicia					
4220	España	Galicia					
2145	España	Galicia					
2208	España	Galicia					
4991	España	Principado de Asturias					

Provincias

Buscar

ID	PAÍS	COMUNIDAD AUTÓNOMA	PROVINCIA
52	España	Melilla	Melilla
51	España	Ceuta	Ceuta
50	España	Aragón	Zaragoza
49	España	Castilla y León	Zamora
48	España	País Vasco	Vizcaya
47	España	Castilla y León	Valladolid

Figura 107: Detalle del listado de provincias y municipios

4.2.8.2. GESTIÓN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.

Una petición por parte de la DOPGME y que viene reflejada en las preguntas a agricultores, técnicos y directivos de empresas y FCD, era la de implementar un registro de plagas y enfermedades. Esta funcionalidad no está definida en los modelos de “cuaderno de explotación”, pero entre los encuestados superó en 8 puntos sobre 10 la importancia de esta funcionalidad (punto 4.1.2 pregunta B2P3c).

Se trata de una función experimental que consiste en generar un registro sobre la plaga o enfermedad, y vincularlo con una aplicación de fitosanitario o una opción no química que se ha realizado en la parcela.

Es decir, vincular la entrada del “cuaderno de campo” sobre tratamientos en parcela con un registro de plagas y enfermedades.

Editar Parcela

Información general Características SIGPAC Geolocalización Cultivo Ref. Catastral Opciones Riegos **Plagas**

CAMPOS OBLIGATORIOS

Cuaderno

Fecha

Plaga

Enfermedades

Descripción del problema

Aplicación fitosanitaria

Actualizar y continuar editando Actualizar Parcela

Figura 108: Gestión de plagas y enfermedades en parcela

La Figura 108 pueden verse los campos necesarios para crear una entrada en el registro de plagas:

- Cuaderno al que asociar la plaga.
- Fecha de detección de la plaga.
- La plaga en sí. A partir de una lista básica de enfermedades más comunes y que está en estudio.
- Lo mismo con el listado de enfermedades.
- Descripción del problema detectado. Anotaciones sobre la plaga, localización, etc.
- Aplicación fitosanitaria realizada. Se puede vincular la plaga con un tratamiento de parcela ya realizado (Figura 109).

Como nota final. Los campos “Descripción del problema” y “Aplicación Fitosanitaria” son optativos, aunque no se refleje aún en pantalla.

Plaga: Pulgón

Enfermedades:

Descripción del problema: Plaga de pulgón en la parte norte de la parcela.

Aplicación fitosanitaria:

- ✓ Elija una opción
- 20/08/2020 - FASTAC - BASF ESPAÑOLA S.L.U. - ALFA CIPERMETRIN 10% [EC] P/V
- 10/03/2020 - FRUTARGAS - ABELLÓ LINDE, S.A. - ETILENO 4% [GA] P/P
- 04/01/2020 - NISSORUN FLOW - NISSO CHEMICAL EUROPE GMBH - HEXITIAZOX 25% [SC] P/V

Actualizar y continuar editando Actualizar Parcela

Figura 109: Se puede apreciar el listado de aplicaciones fitosanitarias a la parcela, mostrándose por orden de más reciente

Pero al ser un sistema colaborativo, una de las principales ventajas de registrar las plagas y enfermedades, es que se pueden crear alertas que avisan a usuarios próximos a la zona donde se ha registrado la incidencia. Las parcelas, al estar geolocalizadas, permiten calcular la distancia entre ellas de forma sencilla, y por tanto el sistema avisa automáticamente a los usuarios de que se ha detectado una plaga cerca de su parcela.

El sistema dispone de las modalidades de aviso:

- La plaga se encuentra a 5 kilómetros o menos.
- La plaga se encuentra a 10 kilómetros o menos.
- La plaga se encuentra a 15 kilómetros o menos.
- La plaga se encuentra a 20 kilómetros o menos.
- La plaga se encuentra a más de 20 kilómetros.

Los avisos pueden verse en la página principal de las parcelas, tal y como se aprecia en la Figura 110 y en detalle, en la Figura 111.

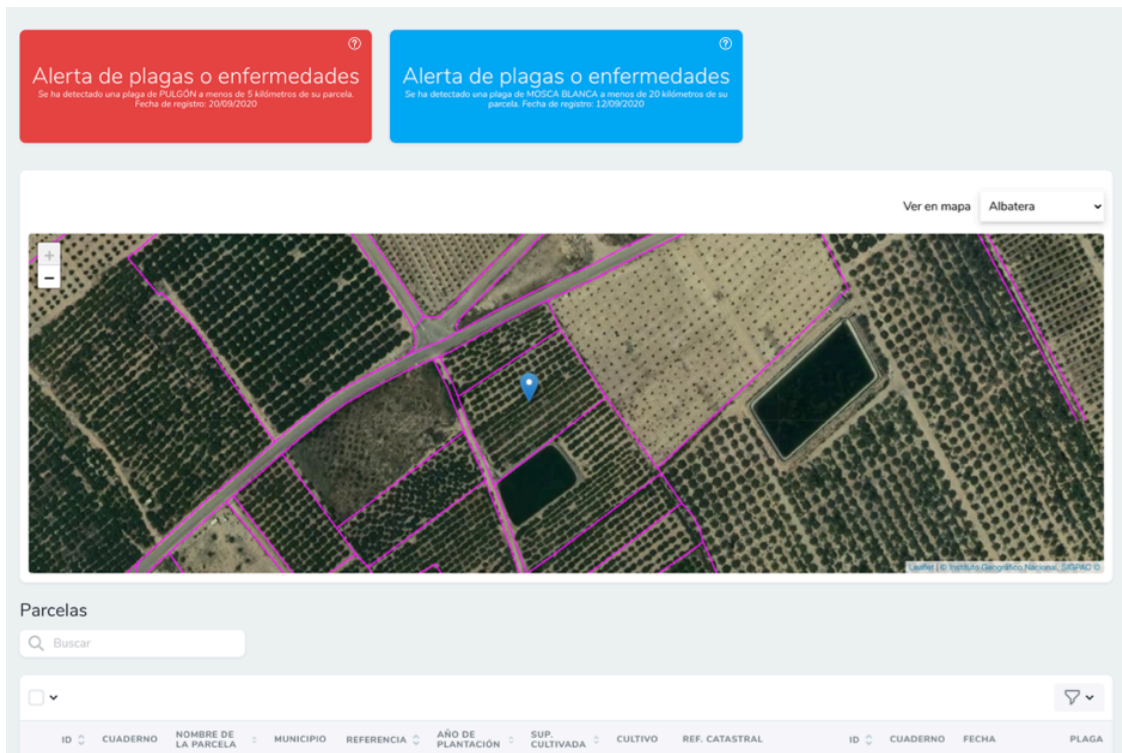


Figura 110: Sistema de alerta de plagas y enfermedades



Figura 111: Detalle de una alerta de plagas o enfermedades

El sistema de alertas utiliza una gama de colores en función de la proximidad, pasando por el rojo (el más próximo), naranja, amarillo, azul y verde (el más alejado). Este sistema de alertas fue requerido explícitamente por parte de la DOPGME.

4.2.8.3. AGRUPACIÓN DE PARCELAS.

Otra característica importante de la plataforma es un módulo para agrupar parcelas agrícolas. Actualmente no está siendo utilizado por ninguna FCD, pero puede llegar a ser útil en determinadas circunstancias.

Por ejemplo, se puede dar el caso de que se dispongan dos parcelas separadas y que el usuario quiera gestionarlas como si fueran una sola parcela. En este caso, el sistema permitiría agrupar las parcelas y convertirlas en una sola, en lo referente a su gestión. Veamos un ejemplo de uso con la Figura 112.

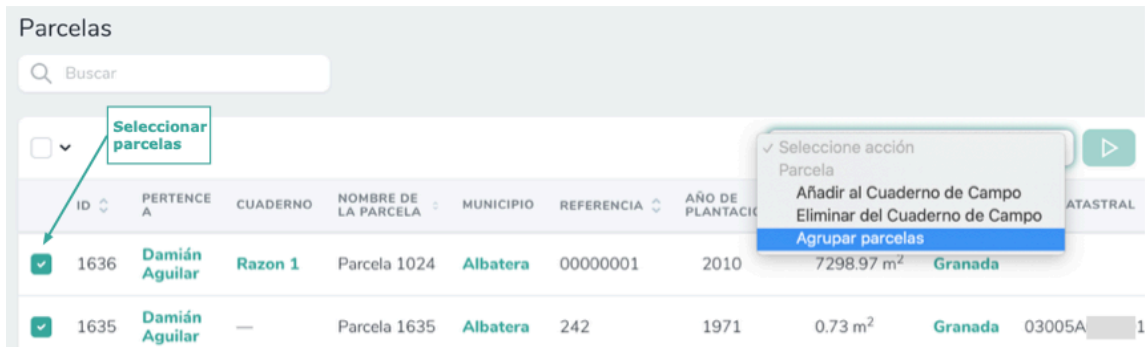


Figura 112: Procedimiento para agrupar parcelas. Nota: Algunos datos han sido censurados por motivos de privacidad

En la Figura 112, se puede observar a la izquierda como se han seleccionado las dos parcelas que queremos agrupar. Al hacerlo, se ha desplegado un menú con diversas opciones:

- Añadir las parcelas a un cuaderno de campo ya existente. Este es otro método para poder añadir una parcela a un cuaderno de campo. Recuérdese el método descrito anteriormente en el punto 4.2.4.
- Eliminar una parcela del cuaderno de campo.
- Y, por último, agrupar parcelas.

Se debe seleccionar "Agrupar parcelas" y automáticamente las parcelas desaparecerán de la lista y encontraremos una nueva como puede verse en la Figura 113.

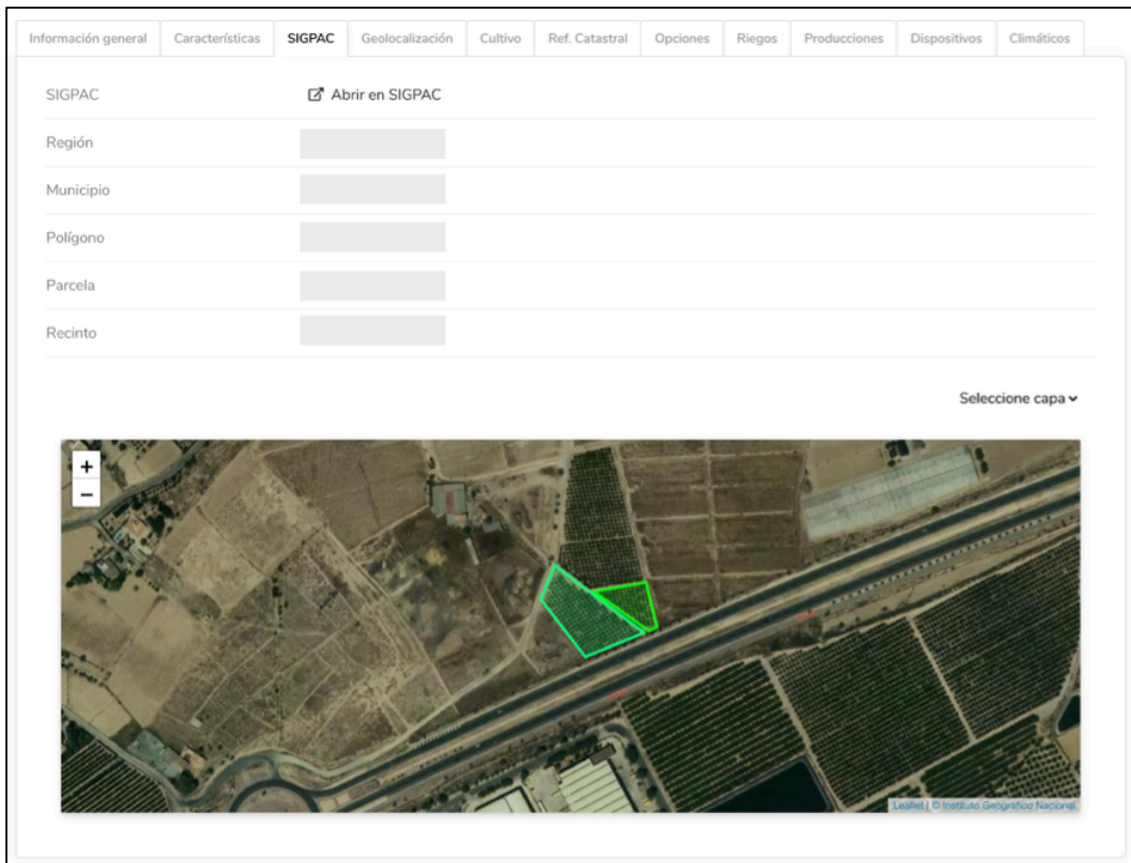


Figura 113: Parcelas agrupadas. Nota: Algunos datos han sido censurados por motivos de privacidad

Lo que hace el sistema al crear la nueva parcela es unir la superficie de ambas, y duplicar entradas como la del SIGPAC (que han sido borradas de la **Figura 111**). Para que esta funcionalidad sea realmente útil debe de usarse con parcelas muy similares y con la misma configuración, o como sucede en la Figura 108, que estén próximas y realmente se gestionen como una sola.

4.2.8.4. EXPORTACIÓN DE DATOS CLIMÁTICOS.

Los super-administradores también tienen acceso a otras secciones internas como, por ejemplo, las que se aprecian en la Figura 114, una captura de la barra de navegación lateral con dos nuevas secciones.



Figura 114: Nuevas secciones para super-administradore: Datos climáticos y Registros del sistema

La sección de datos climáticos permite tener acceso y descargar la base de datos meteorológicos en formato: csv y xml.

4.2.8.5. GESTIÓN DE REGISTROS DEL SISTEMA.

En la sección de “Logs” se puede acceder a todos los registros que se han realizado en el sistema, ya sean operaciones o errores de la plataforma (Figura 115).

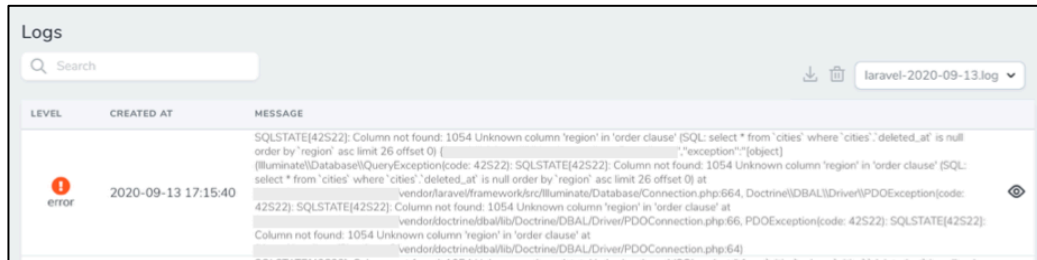


Figura 115: Registro de errores del sistema. Algunos datos han sido censurados por motivos de privacidad

4.2.9. Documentación

AGROEPSO permite descargar a los usuarios toda la información que han generado, como los informes de inspección o los “cuadernos de explotación”. La implementación de la documentación fue un requerimiento de agricultores, técnicos y directivos, conforme a su respuesta a la pregunta de si “*debe de ayudar con el papeleo de la empresa*” donde puntuó 6,5 sobre 10 (pregunta B1P3c del punto 4.1.1), recibiendo una puntuación destacable, además los tres grupos encontraban complicada la cumplimentación de los documentos (pregunta B3P9 punto 4.1.3).

El funcionamiento es el mismo en todos los casos, por lo que se va a explicar cómo se realiza la generación del documento y la posterior descarga del “cuaderno de explotación”. Para ello debemos ir a la sección donde se encuentran los cuadernos, y seleccionar el cuaderno que queremos descargar con el formato oficial (Figura 116).

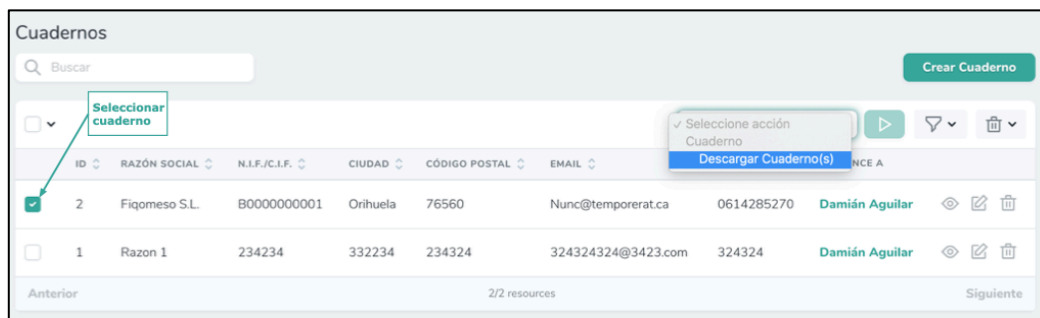


Figura 116: Proceso de descarga de documentos desde AGROEPSO. En este caso se trata del “cuaderno de explotación”

El sistema nos pedirá confirmación de la operación (**Figura 117**), y unos segundos después tendremos un archivo en formato PDF con todo el “cuaderno de explotación”.

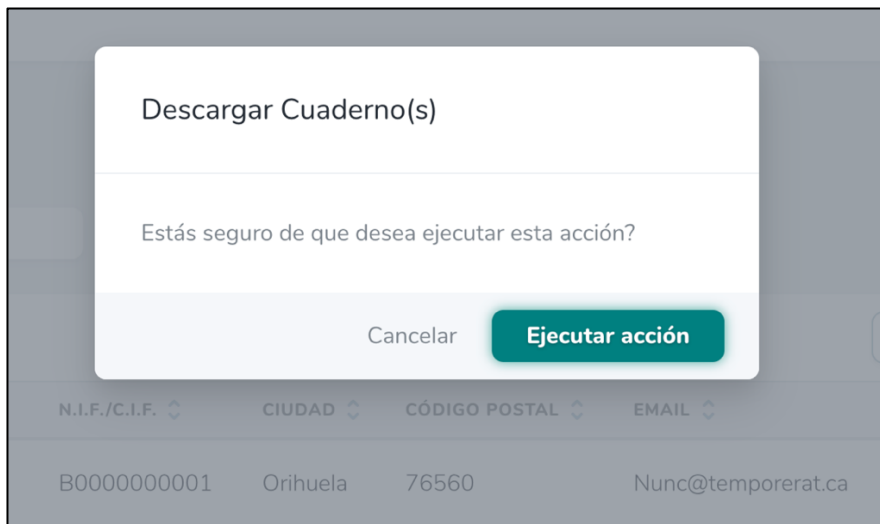


Figura 117: Confirmación de descarga de archivo, en este caso, el “cuaderno de explotación”

En este caso, se ha generado un documento de 47 páginas y en la Figura 118, se puede ver un ejemplo de una de estas páginas que forman parte del “cuaderno de explotación”.

5. REGISTRO DE COSECHA COMERCIALIZADA									
FECHA DE APERTURA DEL CUADERNO: 2020									
5.1 REGISTRO DE COMERCIALIZACIÓN								CLIENTE	
FECHA	PRODUCTO	CANTIDAD PRODUCTO (KG)	PARCELAS	N° ALBARÁN O FACTURA	N° LOTE	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	N.I.F./C.I.F.	DIRECCIÓN	N° RGSEAA
26/11/2019	Viñedos	7143	---	SRTITYXJKQL	17175	Stevie	SKJBGFO1	827 Selmer Manors Suite 650 Stephaniaville, WV 56935	EDEARO06
18/06/2019	Uva de Mesa	6764	---	OXZGSHT	7805	Mireille	VAHDIDUK9N7	588 Smitham Mission Feestland, PA 96331-4337	IVTFSTZ8
16/09/2018	Uva de Mesa	4690	---	MZPZWP86NZP	48384	Stevie	SKJBGFO1	827 Selmer Manors Suite 650 Stephaniaville, WV 56935	EDEARO06
28/04/2017	Uva de Mesa	9916	---	LSXBDS1OXTQ	48336	Stevie	SKJBGFO1	827 Selmer Manors Suite 650 Stephaniaville, WV 56935	EDEARO06

Figura 118: Captura de pantalla del documento del “cuaderno de explotación”. Los datos han sido generados de forma aleatoria por temas de privacidad

4.3. SISTEMA DE DATOS COMPARTIDOS

AGROEPSO utiliza un sistema de datos compartidos, es decir, toda la información subida a la plataforma está pensada para ser utilizada por todos y cada uno de los usuarios. La idea es compartir la información de forma anónima evitando así problemas de privacidad entre los usuarios.

No se trata de que un usuario de la plataforma acceda a los datos de otro, consiste en compartir la información de forma genérica. Como ejemplo podemos poner el sistema de alertas de plagas (punto 4.2.8.2) que permite avisar a los usuarios de la detección de plagas cerca de su parcela. En ningún momento se identifica la parcela de la que viene la plaga y por tanto no se está compartiendo ningún tipo de información personal, solo datos agronómicos.

Otro ejemplo es la utilización de estaciones meteorológicas de parcelas vecinas, sin saber en ningún momento, de que parcela se trata. El usuario simplemente utiliza datos climáticos más cercanos a su explotación, independientemente de quién sea la fuente.

La idea detrás de este concepto es ser capaz de crear modelos predictivos a partir de todos los datos aportados por la comunidad y que, por tanto, puedan ser utilizados por todos los usuarios.

A parte de todo esto, existe un acceso jerárquico a los datos a través de las diferentes redes creadas (en este caso la de la DOPGME) que permite a los administradores de la DOP acceder a todos los datos, en este caso, sin ningún tipo de censura. Al fin de cuentas, son datos que los socios deben dar a la propia DOPGME para el propio funcionamiento de esta, con la salvedad de que ahora están digitalizados y, por tanto, se facilita su gestión documental.

En cualquier caso, aunque las diferentes redes no tengan acceso directo a los datos, seguirán teniendo acceso a los datos anonimizados por el sistema.

Tanto usuarios como redes de usuarios deben compartir la información en busca de un beneficio común, siendo generosos en la aportación de información, y beneficiándose de la aportada los otros.

4.4. PLATAFORMA ERP PARA LA DOPGME

A lo largo del punto 4.2 se han especificado los módulos y funcionalidades específicas desarrolladas para la DOPGME, a continuación, se hace un resumen de todas estas solicitudes:

- La DOPGME necesitaba poder volcar toda la información de las parcelas que tenía en un documento Excel directamente en la base de datos de AGROEPSO (punto 4.2.4.1), para ello se programó un módulo capaz de realizar la operación.
- También solicitó un apartado específico donde se incluyeran los riegos realizados en cada parcela y el coste derivado de ellos (punto 4.2.4.8 apartado c).
- Querían disponer de un histórico de plagas y enfermedades, de forma que se pudiera crear un sistema de alerta de plagas para sus socios, por lo que se integró un Módulo de gestión de plagas y enfermedades (punto 4.2.8.2).

A parte de estos módulos específicos, establecieron las condiciones para el sistema de búsqueda y filtros de cada sección de la plataforma (punto 4.2.3).

Además de estas funcionalidades, por parte de la DOPGME se solicitó un sistema para la gestión de la información, es decir, querían poder generar gráficas e informes en base a diferentes parámetros, todo ello, con la finalidad de gestionar el territorio bajo su gobernanza.

a) Distribución de las parcelas en función de los municipios.

La DOPGME quería poder visualizar las parcelas totales distribuidas por municipios, para poder determinar las zonas con mayor concentración de parcelas. En la Figura 119, puede verse el informe de “distribución de parcelas por municipios”, mediante un mapa interactivo sobre el que se puede visualizar la concentración de parcelas y las zonas que abarcan, y bajo el mapa, se puede ver una gráfica en la que se cuantifican y representan las parcelas en cada municipio.

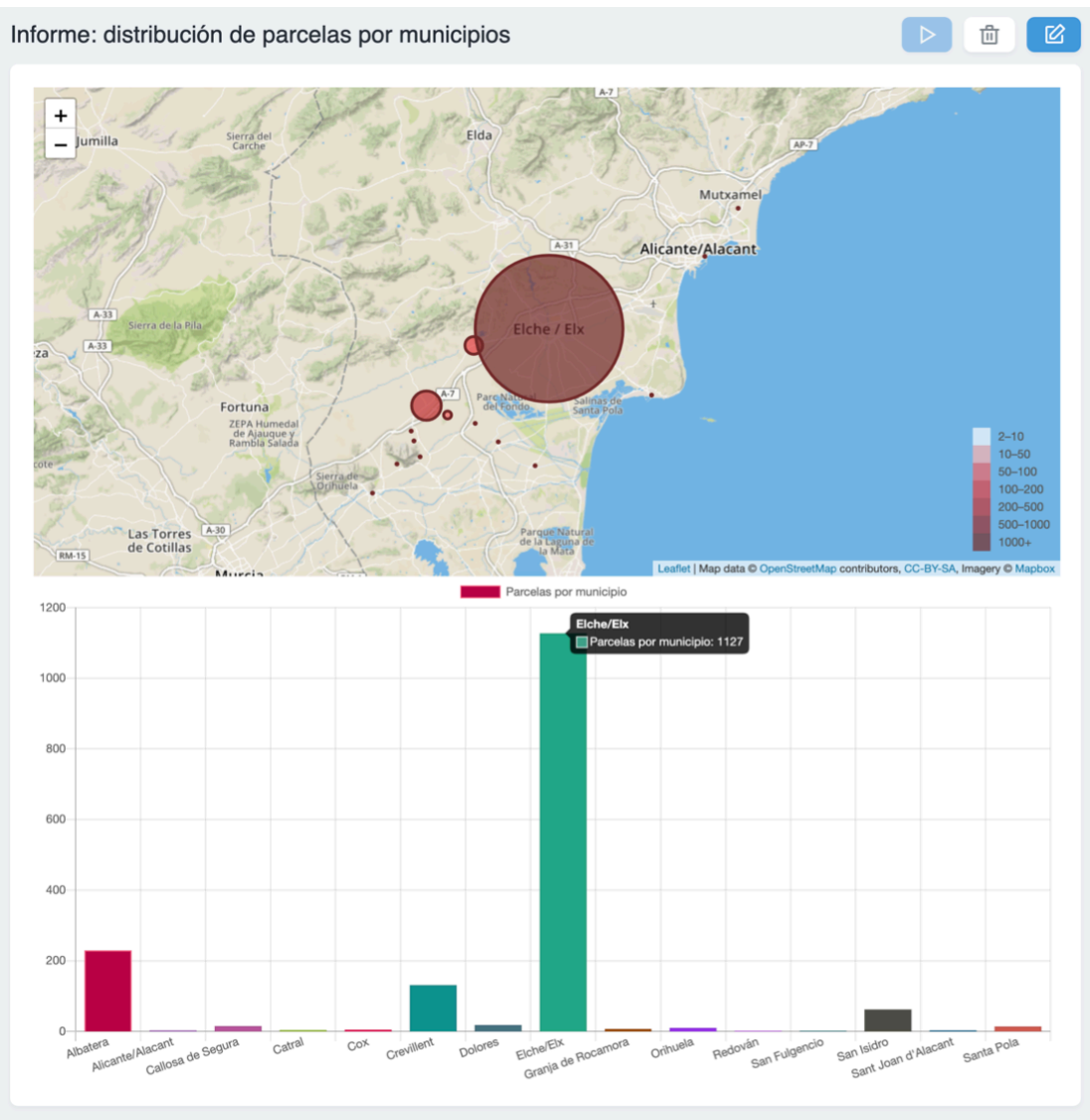


Figura 119: Informe de distribución de parcelas por municipios. *Nota:* los datos que se muestran han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad, aunque se ha intentado que se encuentren dentro de un rango lógico

b) Determinación de las zonas más productivas.

La determinación de las zonas más productivas en la DOPGME era una funcionalidad básica. La funcionalidad puede verse en la Figura 120, donde se puede ver el mapa interactivo con las zonas más productivas y una gráfica con la distribución de kilos producidos por municipio. Dispone de un filtro en la parte superior derecha para cambiar el año del informe.

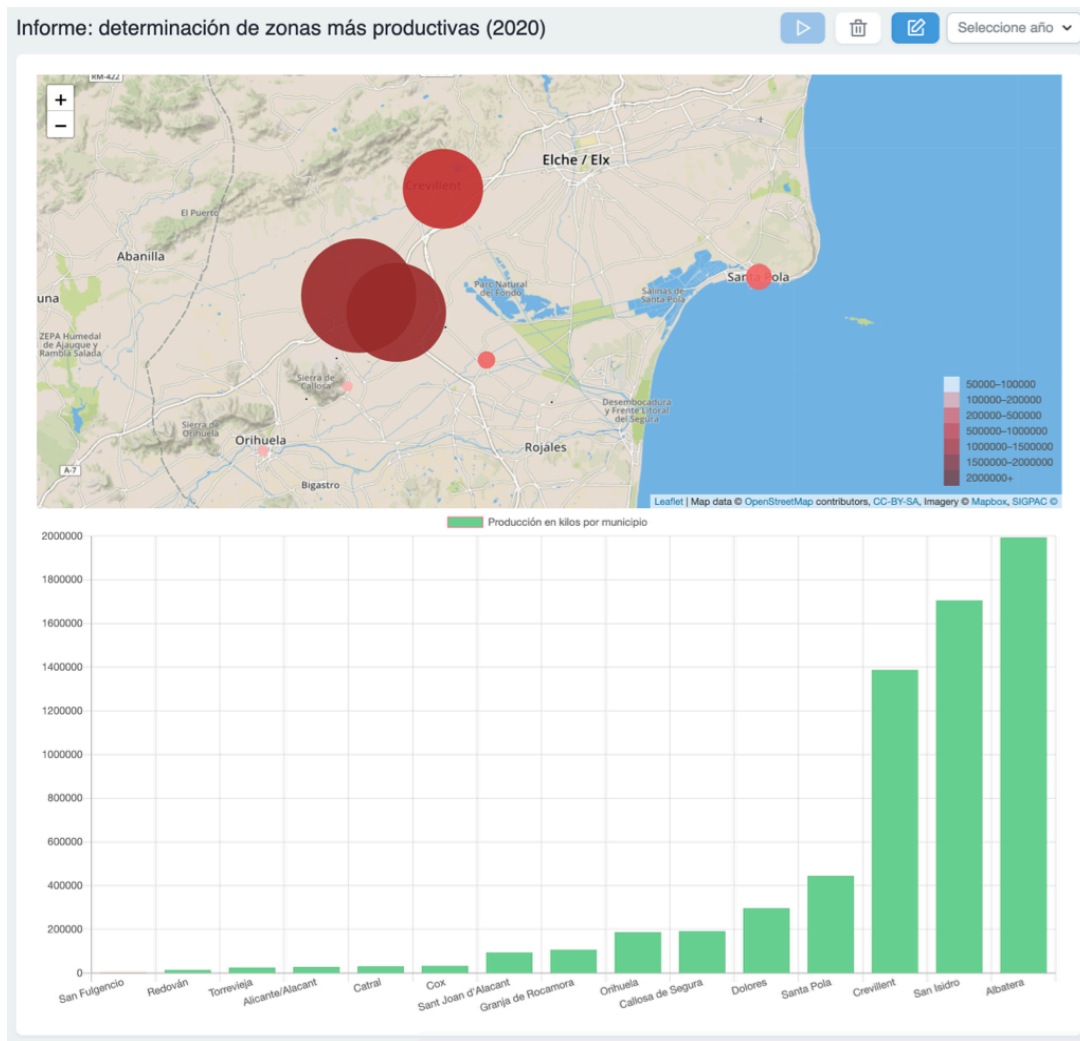


Figura 120: Determinación de las zonas de la DOPGME más productivas. *Nota:* los datos que se muestran han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad, aunque se ha intentado que se encuentren dentro de un rango lógico

c) Informe sobre consumos de agua.

La DOPGME puso bastante interés en la gestión hídrica de sus parcelas. Para ello, se implementó el módulo de gestión de riegos (punto 4.2.4.8 apartado c), con el fin de recopilar información tanto de consumos como de costes.

En la Figura 121 se puede ver el informe de gestión de riegos, y en la parte superior derecha, se puede observar el selector para cambiar el año y mostrar informes de años anteriores. En el informe se puede ver una gráfica donde se muestra el consumo medio en metros cúbicos por hectárea (barras) junto a la línea de costes.

En la parte inferior, un pequeño informe de los gastos y consumos medios en comparación con el año anterior.



Figura 121: Informe de consumos de agua por años. *Nota:* los datos que se muestran han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad, aunque se ha intentado que se encuentren dentro de un rango lógico

Actualmente se está trabajando en mejorar los informes para que sean más completos como, por ejemplo, mostrar la variación lo largo de los años, las calidades o el origen del agua.

d) Informe de plagas y enfermedades.

Se ha desarrollado un mapa con la visualización de plagas y enfermedades, a la vez que se muestra la distribución (mediante un gráfico) de estas por municipios. Esto permite a la DOPGME disponer de una visión general de los ataques que se producen en su territorio. En la Figura 122 se puede ver el mapa de plagas y la relación de estas por municipio. En la parte superior derecha, se puede ver un selector que nos permite seleccionar el municipio en el que se desea ver las plagas y también el año (por defecto el actual).

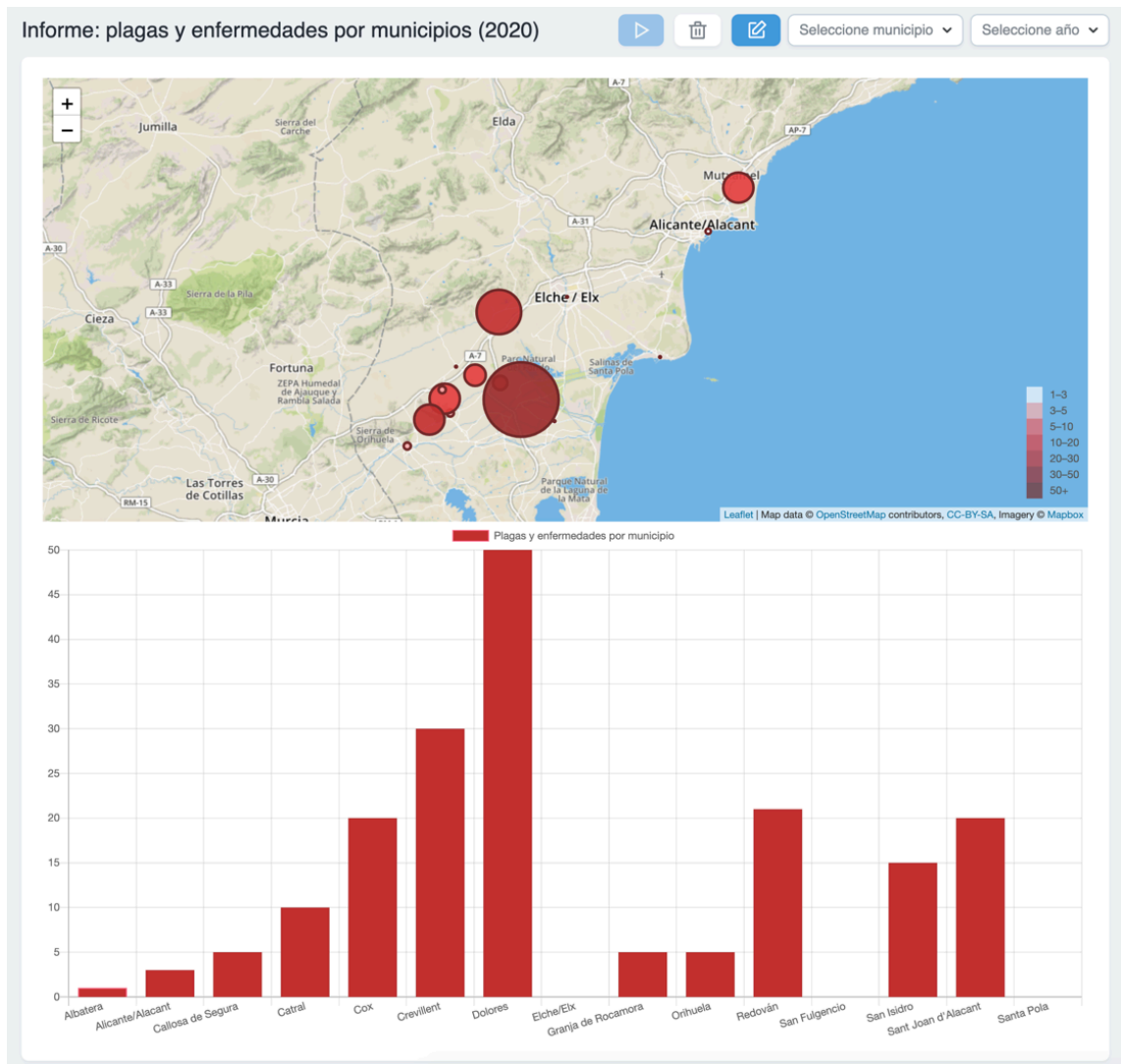


Figura 122: Informe de plagas y enfermedades. *Nota:* los datos que se muestran han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad, aunque se ha intentado que se encuentren dentro de un rango lógico

Si se selecciona el municipio “Dolores” (selector ubicado en la parte superior derecha) que es el que más plagas tiene, se puede ver un desglose del tipo de plagas y la distribución de estas a lo largo de los meses del año seleccionado, obteniendo una visión general de la situación de infestación en las parcelas gestionadas. El detalle de las plagas puede verse en la Figura 123.

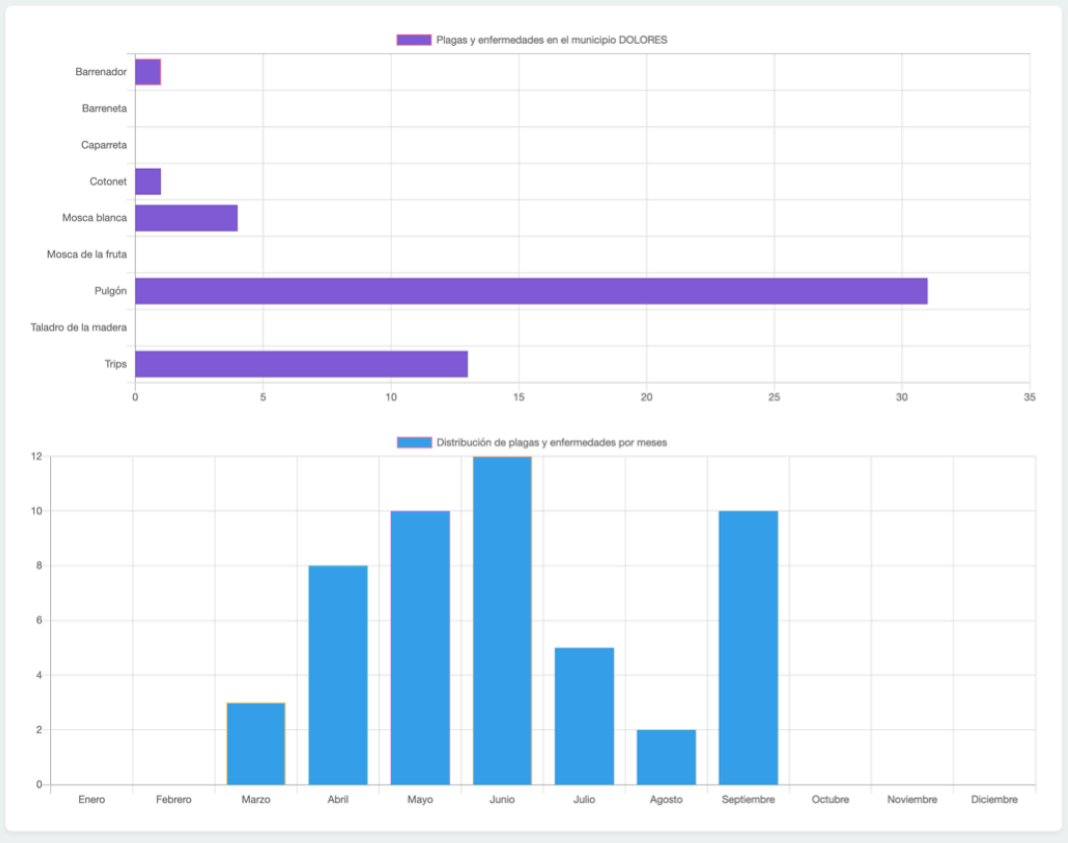


Figura 123: Detalle de plagas para el municipio "Dolores" en el año 2020. Nota: los datos que se muestran han sido generados de forma aleatoria por motivos de privacidad, aunque se ha intentado que se encuentren dentro de un rango lógico

5. CONCLUSIONES

El objetivo de esta tesis ha sido el desarrollo de una plataforma web denominada AGROEPSO basada en los principios de los Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales (ERP). El desarrollo se ha realizado teniendo siempre en cuenta las peculiaridades del sector agrario y las necesidades particulares de este. La plataforma está especialmente pensada para las empresas y Figuras de Calidad Diferenciada de la Comunidad Valenciana, y durante todo el proceso desarrollo de AGROEPSO (casi cinco años), se ha conseguido una versión estable y lista para producción. La versión actual de AGROEPSO es la versión 9.1.

Este objetivo general se desglosa en los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar las necesidades tecnológicas y de gestión del sector, mediante una encuesta realizada al grupo de los agricultores, una entrevista personal para el grupo de técnicos y otra para el grupo de directivos, todos ellos pertenecientes a Figuras de Calidad Diferenciada y empresas de la Comunidad Valenciana.
2. Desarrollar un *software* de gestión global que permita al sector agrícola gestionar la administración agronómica, legal y documental de la explotación.
3. Desarrollar un sistema de intercomunicación entre los dispositivos tecnológicos de la agricultura de precisión y el *software* de gestión global.
4. Implementar el *software* en la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche y una vez integrado en sistema, adaptarlo y personalizarlo a sus necesidades específicas.
5. Geolocalización de parcelas agrícolas y la recopilación de los datos vinculados a ellas.
6. Conseguir una gestión integral de las parcelas por parte de los agricultores de la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche.

En lo referido al punto 1, se ha determinado mediante la realización de encuestas y entrevistas la situación y necesidades tecnológicas del sector agrario en base a tres grupos diferenciados: agricultores, técnicos y directivos. Todos ellos, pertenecientes a empresas y

Figuras de Calidad Diferenciada de la Comunidad Valenciana. Los dos últimos grupos (técnicos y directivos) han mostrado un nivel de aceptación y utilización de las nuevas tecnologías alto, mientras que el primer grupo (agricultores) ha mostrado una menor utilización de sistemas informáticos y de las herramientas tecnológicas en el día a día de su explotación agraria. A pesar de esto, sí que se han mostrado receptivos al desarrollo de la herramienta tecnológica AGROEPSO, de forma que les permitiera simplificar todos los procesos documentales de su explotación, así como poder disponer de registros históricos de datos climáticos, de producciones, plagas, etc. Se puede decir que se trata más de una situación de desconocimiento de cómo la tecnología puede servir de apoyo en su trabajo, que del mero hecho de no querer utilizarla, ya que apenas un 27% de los agricultores utilizaban dispositivos electrónicos o internet en su puesto de trabajo (pregunta B1P1, punto 4.1.1) mientras que cuando se preguntaron por las funcionalidades que debería tener una supuesta aplicación para la gestión agrícola, en general, las opciones ofrecidas, les parecieron interesantes (preguntas del bloque 2, punto 4.1.2). En general los tres grupos han estado interesados en el desarrollo de AGROEPSO, y en particular, la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche que se ha volcado en el desarrollo de la aplicación a todos los niveles, desde los agricultores pasando por los técnicos y terminando en los directivos.

En lo referente al punto 2, se ha desarrollado la plataforma web AGROEPSO, la cual ha sido construida pensando en todo momento en ser útil a cualquier perfil de usuario, desde el agricultor más pequeño hasta las grandes empresas. Durante el proceso se ha conseguido implementar una aplicación global que permite tanto la trazabilidad de los productos como de las operaciones desarrolladas en la explotación. Del mismo modo, permite gestionar toda la documentación producida en la gestión de la explotación y cumplir así con los requisitos legales exigidos por la legislación vigente, además de servir como prueba documental del cumplimiento.

En lo referido al punto 3, se ha desarrollado una API de interconexión, que permite a dispositivos externos como estaciones meteorológicas, sensores, sistemas GPS y otros, comunicarse con AGROEPSO de forma que puedan enviar datos relevantes y en tiempo real. Estos datos son almacenados y procesados por el sistema y son utilizados para ayudar en la toma de decisiones. AGROEPSO es una clara apuesta por la agricultura de precisión, las nuevas tecnologías de la información y los dispositivos basados en el *“internet de las cosas”*, los cuales han proporcionado una disminución considerable de los costes tecnológicos y han propiciado que todo tipo de explotaciones (independientemente de su tamaño o presupuesto) puedan tener acceso a los dispositivos y conectarlos con la plataforma.

En cuanto al punto 4, una vez desarrollada la plataforma más de 1.500 parcelas de la Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche (DOPGME), fueron geolocalizadas y añadidas al sistema habilitando a agricultores, técnicos y directores a utilizar el sistema. Una vez tuvieron acceso pudieron ponerlo a prueba y ofrecer sugerencias de mejora y desarrollo. A partir de aquí, se han ido añadiendo módulos y personalizaciones a AGROEPSO conforme a las necesidades de la DOPGME. Estas implantaciones han ido desde un sistema de inspección de almacenes, parcelas y producto hasta un sistema de registro de riegos totalmente diseñado para ellos, conforme a sus especificaciones. Esta es una de las características más versátiles de AGROEPSO, la de permitir crear módulos específicos para ser usados por redes de usuarios concretos, en este caso la DOPGME, mientras que otras redes pueden usar otros módulos creados especialmente para ellos sin interferir unos con otros.

En lo referido al punto 5, la geolocalización de las parcelas de la DOPGME ha permitido recopilar una importante cantidad de datos que estaban disponibles en fuentes externas y han sido unificadas en un solo sistema. También se han vinculado los datos agronómicos, edafológicos y climáticos aportados por los usuarios de la DOPGME. La idea principal ha sido la de plantar la semilla de una base de datos geolocalizada que, en un futuro no muy lejano, permita el análisis de esta información utilizando herramientas como el *Big Data* o el *Machine Learning*.

En cuanto al punto 6, se ha trabajado en continua comunicación con la DOPGME y sus agricultores para que utilizaran la aplicación, y no solo para ser utilizado en lo referente a la obligación legal del “cuaderno de explotación” sino para utilizar también las diversas opciones adicionales aportadas por la plataforma, como: la gestión contable, el registro de riego o la gestión de proveedores y clientes. También la propia DOPGME ha pedido a sus técnicos que empleen la herramienta de gestión de inspecciones para agilizar todo el proceso de inspección.

La plataforma y los datos recopilados pueden llegar a utilizarse entre otras cosas, para la valoración del suelo agrícola, seguros agrarios, la zonificación del territorio o el desarrollo de modelos predictivos basados en Big Data.

Actualmente se están desarrollando nuevas funcionalidades para la plataforma, como una herramienta para la optimización de las rutas de inspecciones mediante GPS. Este sistema permitirá a AGROEPSO planificar las inspecciones mensuales, agrupándolas y trazando rutas optimizadas para los inspectores.

Junto con la DOPGME también se está trabajando en el desarrollo de un sistema de generación de etiquetas para sus socios. Un sistema totalmente automatizado y gestionado desde la propia plataforma limitando así a burocracia y disminuyendo los costes.

Otro de los grandes avances en los que se está trabajando es la utilización de datos climáticos interpolados, que permitirán conocer la climatología a partir de una localización GPS. Todas estas nuevas mejoras verán la luz en la versión 10 de AGROEPSO, que actualmente se encuentra en plena fase de desarrollo.

También se está trabajando en la implementación de un asistente virtual basado en *machine learning*, cuya función sea la de ayudar a los usuarios de la plataforma. Esta nueva funcionalidad aún se encuentra en fase de planificación y pre-desarrollo.

6. REFERENCIAS

- Acens Technologies. (2017). *Creando CRUD en PHP: operaciones básicas para la gestión de bases de datos*. <https://www.acens.com/comunicacion/wp-content/images/2017/07/crud-white-paper-acens.pdf>
- Adermann, N., & Boggiano, J. (2020). *Composer* (1.10.10) [PHP; Multiplataforma]. <https://getcomposer.org/>
- Agafonkin, V. (2020). *Leaflet—A JavaScript library for interactive maps*. <https://leafletjs.com/> (Original work published 2010)
- Agencia Estatal de Meteorología. (s. f.). *Datos abiertos*. Recuperado 14 de agosto de 2020, de http://www.aemet.es/es/datos_abiertos
- Aguilar, D. (2019). *Daguilarm/php-simple-html-dom-parser* (dev-master) [HTML]. <https://github.com/daguilarm/php-simple-html-dom-parser> (Original work published 2019)
- Aguilar, L. J. (2016). *Big Data, Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones*. Alfaomega Grupo Editor.
- Aldea, E. L. (2016). *Arduino. Guía práctica de fundamentos y simulación*. Grupo Editorial RA-MA.
- Alea, V., Guillén, M., Muñoz, C., Maqueda, I., Torrelles, E., & Viladomiu, N. (2005). *Curso SPSS: Pruebas para k muestras independientes*. http://www.ub.edu/aplica_infor/spss/cap6-4.htm
- Alonso, D. (2015, septiembre 9). Cómo conectar con servicios WMS y WFS con ArcGIS, QGIS y gvSIG. *MappingGIS*. <https://mappinggis.com/2015/09/como-conectar-con-servicios-wms-y-wfs-con-arcgis-qgis-y-gvsig/>
- Alonso, D. (2016, abril 14). Qué son los códigos EPSG / SRID y su vinculación con PostGIS. *MappingGIS*. <https://mappinggis.com/2016/04/los-codigos-epsg-srid-vinculacion-postgis/>
- Amat Rodrigo, J. (2017). *Test de Wilcoxon Mann Whitney como alternativa al t-test*. https://www.cienciadedatos.net/documentos/17_mann%E2%80%93whitney_u_test
- Amazon Web Services. (s. f.). *Tipos de informática en la nube*. Recuperado 21 de agosto de 2020, de <https://aws.amazon.com/es/types-of-cloud-computing/>
- Análisis big data | Ejecución marcos Hadoop | Amazon EMR*. (s. f.). Amazon Web Services, Inc. Recuperado 22 de agosto de 2020, de <https://aws.amazon.com/es/emr/>

- AngularJS (1.7.6). (2020). [JavaScript; Multiplataforma]. Google. <https://angularjs.org/>
(Original work published 2010)
- Aquí, H. C. (s. f.). *Cloudera | El data Data Cloud empresarial*. Cloudera. Recuperado 22 de agosto de 2020, de <https://es.cloudera.com/content/www/es-ES.html>
- Arora, B. (2020, marzo 3). Top 20 Companies Using Apache Hadoop—List of Top Hadoop User. *W3training School*. <https://www.w3trainingschool.com/top-companies-using-apache-hadoop>
- Arora, R., & Parashar, A. (2013). Secure User Data in Cloud Computing Using Encryption Algorithms. *International Journal of Engineering Research And*, 3(4), 1922-1926.
- Arsenaltech/nova-tab* (dev-master). (2020). [PHP]. arsenaltech.
<https://github.com/arsenaltech/nova-tab> (Original work published 2018)
- Ashraf, M. (2020). *MohammedAshraf/nova-hidden-field* (1.0) [PHP].
<https://github.com/MohammedAshraf/nova-hidden-field> (Original work published 2018)
- Asociación gvSIG. (2020). <http://www.gvsig.com/es> (Original work published 2009)
- Bankov, B. (2019). *Software evaluation of php mvc web applications*. 19, 603-610.
<https://doi.org/10.5593/sgem2019/2.1/S07.079>
- Baquero García, J. M. (2020, mayo 27). Vue.js: Qué es y por qué usarlo como framework de referencia. *Blog de Arsys: para no parar de estar bien informado*.
<https://www.arsys.es/blog/vuejs/>
- Barceló Vila, L. V. (1994). La modernización de la agricultura española y el bienestar social. *Políticas de modernización de la agricultura española*, 171-242.
- Bartholomew, D. (2014). *MariaDB cookbook: Over 95 recipes to unlock the power of MariaDB*. Packt Publishing Ltd.
- Bean, M. (2015). *Laravel 5 Essentials*. Packt Publishing Ltd.
- Ben Kaabia, M., & Gil Roig, J. M. (2011). Asimetrías en la transmisión de precios en el sector del tomate en España. *Economía Agraria y Recursos Naturales*, 8(1), 57.
<https://doi.org/10.7201/earn.2008.01.04>
- Bhardwaj, S., Jain, L., & Jain, S. (2010). Cloud computing: A study of infrastructure as a service (iaas). *International Journal of Engineering and Information Technology*, 2(1), 60-63.
- Bhat, W. A. (2018). Bridging data-capacity gap in big data storage. *Future Generation Computer Systems*, 87, 538-548. <https://doi.org/10.1016/j.future.2017.12.066>

- Bicevska, Z., & Oditis, I. (2017). Towards NoSQL-based Data Warehouse Solutions. *Procedia Computer Science*, 104, 104-111. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2017.01.080>
- Braun, A.-T., Colangelo, E., & Steckel, T. (2018). Farming in the Era of Industrie 4.0. *Procedia CIRP*, 72, 979-984. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.03.176>
- Brito, R. C., Favarim, F., Calin, G., & Todt, E. (2017). Development of a low cost weather station using free hardware and software. *2017 Latin American Robotics Symposium (LARS) and 2017 Brazilian Symposium on Robotics (SBR)*, 1-6. <https://doi.org/10.1109/SBR-LARS-R.2017.8215292>
- Brouwers, P. (2020). *Maatwebsite/Laravel-Excel* (3.1.0) [PHP]. Maatwebsite. <https://github.com/Maatwebsite/Laravel-Excel> (Original work published 2013)
- Brynjolfsson, E., & McElheran, K. (2016). The Rapid Adoption of Data-Driven Decision-Making. *American Economic Review*, 106(5), 133-139. <https://doi.org/10.1257/aer.p20161016>
- Caesarius, L. M., & Hohenthal, J. (2018). Searching for big data: How incumbents explore a possible adoption of big data technologies. *Scandinavian Journal of Management*, 34(2), 129-140. <https://doi.org/10.1016/j.scaman.2017.12.002>
- Calín Sanchez, Á., & Carbonell Barrachina, Á. A. (2011). *La Fruta Granada Cultivada en España Punicalagina Antioxidante del Zumo de Granada y el Extracto de Granada en la Alimentación Funcional del Futuro: Granada Mollar Elche*. Granatum Plus; <http://www.besana.es/sites/default/files/zumodegranada.pdf>.
- Calzada, L., & Abreu, J. L. (2009). El impacto de las herramientas de inteligencia de negocios en la toma de decisiones de los ejecutivos. *International Journal of Good Conscience*, 4(2), 16-52.
- Cambayas, COOP V. (s. f.). *Granada Mollar de Elche*. Recuperado 24 de agosto de 2020, de <https://www.cambayas.com/productos.php?seccion=granadas&cod=7>
- Carbonell, I. M. (2016). The ethics of big data in big agriculture. *Internet Policy Review*, 5(1). <https://doi.org/10.14763/2016.1.405>
- Carey, S. (2018, febrero 23). *¿Cuál es la diferencia entre IaaS, SaaS y PaaS?* CIO. <https://www.ciospain.es/gobierno-ti/cual-es-la-diferencia-entre-iaas-saas-y-paas>
- Chandra, R., & Babu, K. D. (1993). Propagation of Pomegranate – A Review. *Fruit Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 4(2), 51-55.
- Chandra, R., Babu, K. D., & Jadhav, V. T. (2010). Origin, History and Domestication of Pomegranate. *Fruit, Vegetable and Cereal Science and Biotechnology*, 4(2), 1-6.

- Chen, M., Mao, S., Zhang, Y., & Leung, V. C. M. (2015). Big data related technologies, challenges and future prospects: Min Chen, Shiwen Mao, Yin Zhang and Victor C. M. Leung New York: Springer, 2014 ISBN 978-3-319-06244-0 (printed book), 978-3-319-06245-7 (e-book), 89 pp, USD54.99 (printed book), USD39.99 (e-book). *Information Technology & Tourism*, 15(3), 283-285. <https://doi.org/10.1007/s40558-015-0027-y>
- Chen, S. C., Solorzano, J., & Kumakura, Y. (s. f.). *PHP Simple HTML DOM Parser*. Recuperado 17 de septiembre de 2020, de <https://simplehtmldom.sourceforge.io/>
- Cíceri, M. (2019). *Introducción a Laravel: Aplicaciones robustas y a gran escala*. RedUsers.
- Cloudflare Inc. (s. f.). *What Do Client-Side and Server-Side Mean? | Client Side vs. Server Side*. Cloudflare. Recuperado 24 de agosto de 2020, de <https://www.cloudflare.com/learning/serverless/glossary/client-side-vs-server-side/>
- Coast, S. (2020). *OpenStreetMap API (0.6) [Ruby on Rails]*. Fundación OpenStreetMap. https://wiki.openstreetmap.org/wiki/API_v0.6 (Original work published 2009)
- CodeIgniter Web Framework. (s. f.). Recuperado 25 de agosto de 2020, de <https://codeigniter.com/>
- Comisión Europea. (s. f.). *Condicionabilidad* [Text]. Comisión Europea - European Commission. Recuperado 22 de agosto de 2020, de https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/income-support/cross-compliance_es
- Comisión Europea. (2018a). *Futuro de la política agrícola común* [Text]. https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/future-cap_es
- Comisión Europea. (2018b). *Principales objetivos de la futura PAC* [Text]. https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/key-policies/common-agricultural-policy/future-cap/key-policy-objectives-future-cap_es
- Conselleria de Agricultura Desarrollo Rural, Emergencia Climática y Transición Ecológica. (s. f.). *Modelo Cuaderno de Explotación*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente. Recuperado 17 de agosto de 2020, de <http://www.agroambient.gva.es/documents/162218839/162367610/MODELO+CUADERNO+DE+EXPLORACION+NUEVO/ce1c7c4a-3cd2-4ffa-ad49-cc74b8116f19>
- Corbellini, A., Mateos, C., Zunino, A., Godoy, D., & Schiaffino, S. (2017). Persisting big-data: The NoSQL landscape. *Information Systems*, 63, 1-23. <https://doi.org/10.1016/j.is.2016.07.009>

- C.R.D.O.P. Granada Mollar de Elche. (s. f.). *Documento único. Granada Mollar de Elche*. Recuperado 22 de septiembre de 2020, de <http://www.agroambient.gva.es/documents/163228750/163232596/250215+Documento+unico+Granada+de+Elche+revisado/bf893379-6056-407d-ad3a-babc409bb1c1>
- Cukier, K., & Mayer-Schönberger, V. (2013). *Big data: La revolución de los datos masivos* (Primera edición). Turner Publicaciones S.L. <https://www.overdrive.com/search?q=41E7B00E-CFD3-4283-BC34-6CE25CE758F9>
- Dahl, R. L. (2019). *NodeJS* (12.14.0) [Computer software]. Node.js Foundation. <https://nodejs.org/es/> (Original work published 2009)
- Dans, E. (2013). *MariaDB, el software libre y el lucro cesante*. <https://www.enriquedans.com/2013/05/mariadb-el-software-libre-y-el-lucro-cesante.html>
- Datameer. (s. f.). *Combine Data Silos in Minutes*. Recuperado 22 de agosto de 2020, de <https://www.datameer.com/>
- De, B. (2017). *API Management: An Architect's Guide to Developing and Managing APIs for Your Organization* (First edition). Apress.
- Dean, J., & Ghemawat, S. (2008). MapReduce: Simplified data processing on large clusters. *Communications of the ACM*, 51(1), 107-113. <https://doi.org/10.1145/1327452.1327492>
- Dinneen, L. C., & Blakesley, B. C. (1973). Algorithm AS 62: A Generator for the Sampling Distribution of the Mann-Whitney U Statistic. *Journal of the Royal Statistical Society. Series C (Applied Statistics)*, 22(2), 269-273. JSTOR. <https://doi.org/10.2307/2346934>
- Dirección General de Desarrollo Rural y Política Agraria Común. (2015). *Pliego de condiciones de la Denominación de Origen Protegida "Granada Mollar de Elche"* (p. 10). Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural.
- Dirección General del Catastro. (s. f.). *Servicios WMS*. Recuperado 10 de agosto de 2020, de <http://www.catastro.minhap.gob.es/esp/wms.asp>
- Dodero, F. M. M., Donayre, W. A. A., & Silva, S. I. V. (2019). *La granada: Nueva estrella de las agroexportaciones peruanas* (p. 17). Ministerio de Agricultura y Riego. <http://repositorio.minagri.gob.pe/bitstream/MINAGRI/110/1/Informe-Tecnico-de-Granada.pdf>
- DOP Granada Mollar de Elche. (s. f.). *Granadas Elche*. Denominación de Origen Protegida Granada Mollar de Elche. Recuperado 22 de agosto de 2020, de <http://www.granadaselche.com/granada>

- DuVander, A. (2020). *REST API Standards, Methods & Naming Conventions: Do They Even Exist?* Stoplight.Io. <https://stoplight.io/blog/REST-API-standards-do-they-even-exist/>
- Eguíluz, J. (2009). *Introducción a JavaScript*. Librosweb.es. [http://190.57.147.202:90/xmlui/bitstream/handle/123456789/430/introduccion_javascript%20\(1\).pdf?sequence=1](http://190.57.147.202:90/xmlui/bitstream/handle/123456789/430/introduccion_javascript%20(1).pdf?sequence=1)
- Eich, B. (2016). *JavaScript* (ECMAScript 2016) [Computer software]. <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=JavaScript&oldid=128258424>
- El Blog de las Granadas de Elche. (2019a, a). *Así es la floración del granado de Elche*. <http://granadaselche.com/blog/asi-es-la-floracion-del-granado-mollar-de-elche/>
- El Blog de las Granadas de Elche. (2019b, b). *No todas las granadas son Mollar*. <http://granadaselche.com/blog/no-todas-las-granadas-son-mollar/>
- El entorno metropolitano de Alacant-Elx: Reconocimiento territorial*. (2000). Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports. http://www.habitatge.gva.es/estatico/areas/urbanismo_ordenacion/infadm/publicaciones/pdf_entorno/indice.htm
- Elragal, A., & Haddara, M. (2012). The Future of ERP Systems: Look backward before moving forward. *Procedia Technology*, 5, 21-30. <https://doi.org/10.1016/j.protcy.2012.09.003>
- Epartment/nova-dependency-container* (1.1.2). (2020). [PHP]. Epartment E-commerce BV. <https://github.com/epartment/nova-dependency-container> (Original work published 2018)
- Estefane, J. (2020). *Grimzy/laravel-mysql-spatial* (2.1.3) [PHP]. <https://github.com/grimzy/laravel-mysql-spatial> (Original work published 2017)
- European Commission. (s. f.). *INSPIRE Knowledge Base*. Infrastructure for Spatial Information in Europe. Recuperado 16 de agosto de 2020, de <https://inspire.ec.europa.eu/>
- European Knowledge Center for Information. (2019). *Guía ERP*. *TIC Portal*, 44.
- ExchangeCore. (s. f.). *PHP Performance on Concrete5 Version 7*. Recuperado 24 de agosto de 2020, de <https://www.exchangecore.com/blog/php-performance-concrete5-version-7>
- Fernandez, I. (2018, abril 5). La Granada Mollar de Elche, más cerca que nunca del consumidor. *Revista Mercados*. <https://revistamercados.com/la-granada-mollar-de-elche-mas-cerca-que-nunca-del-consumidor/>

- Fondo de Población de las Naciones Unidas. (2020). *World Population Dashboard*.
[/data/world-population-dashboard](#)
- Fondo Español de Garantía Agraria. (s. f.). *Visor SigPac V 4.4*. Recuperado 20 de agosto de 2020, de <http://sigpac.mapama.gob.es/fega/visor/>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2013). *FAO statistical yearbook 2013: World food and agriculture*. <http://www.fao.org/3/i3107e/i3107e.PDF>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2017). *The future of food and agriculture – Trends and challenges*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fossati, M. (2018). *Introducción a PHP y HTML*. Matias Fossati.
- Franck, N. (2010). ABC del Cultivo del Granado. *ACONEX*, 105, 12-19.
- Gailius, T. (2020). *TitasGailius/nova-search-relations* (1.0) [PHP].
<https://github.com/TitasGailius/nova-search-relations> (Original work published 2018)
- García, S. (2020). Análisis del mecanismo de pagos por servicios ambientales desde la Política Agrícola Común. *Revista de Estudios Europeos*, 75, 179-191.
- García, S. R. (2016). *Desarrollo rural y calidad diferenciada. Análisis de las dinámicas de las denominaciones de origen en la Comunidad de Madrid* [Universidad Complutense de Madrid]. <https://eprints.ucm.es/39201/1/T37811.pdf>
- Garzas, J. (2016, enero 15). Cloud Computing: IaaS, PaaS y SaaS para muy Dummies. *Javier Garzas*. <https://www.javiergarzas.com/2016/01/que-es-cloud-computing-iaas-paas-y-saas-para-muy-dummies.html>
- GitHub. (2020). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.
<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=GitHub&oldid=128641068>
- GitHub Desktop* (1.3.4). (2020). [Multiplataforma]. GitHub, Inc.
<https://desktop.github.com/>
- Gobierno de Aragón. (s. f.). *IDEARAGON—Servicio Web de Mapas (WMS)* [Document]. Recuperado 17 de agosto de 2020, de <https://idearagon.aragon.es/portal/wms.jsp>
- Google Cloud. (s. f.). *BigQuery: Almacén de datos en la nube*. Recuperado 22 de agosto de 2020, de <https://cloud.google.com/bigquery?hl=es>
- Google/fonts*. (2020). [HTML]. Google. <https://github.com/google/fonts> (Original work published 2015)

- Graphic (3.1). (2020). [MacOS]. Picta Inc. <https://www.graphic.com/>
- Gurmak, I. (2019). *Top 15 startups built using PHP. Update 2019.* <https://artelogic.net/blog/post/top-10-startups-built-using-php>
- Hernández, P. A. Q. (2005). *Métodos numéricos con aplicaciones en excel.* Editorial Reverte S.A.
- Herrera, C. (2020). *Ventajas y desventajas de usar JavaScript en la programación web.* Bloguero Pro. <https://bloguero.com/blog/ventajas-y-desventajas-de-usar-javascript-en-la-programacion-web>
- Heuvel, B. vd. (2020). *Barryvdh/laravel-dompdf* (0.8.4) [PHP]. <https://github.com/barryvdh/laravel-dompdf> (Original work published 2013)
- Holland, D., Hatib, K., & Bar-Ya'akov, I. (2009). Pomegranate: Botany, Horticulture, Breeding. En J. Janick (Ed.), *Horticultural Reviews* (Vol. 35, pp. 127-191). John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/9780470593776.ch2>
- Hurwitz, J., Nugent, A., Halper, F., & Kaufman, M. (2013). *Big Data For Dummies.* John Wiley & Sons Inc.
- IBM Corporation. (s. f.). *IaaS, PaaS y SaaS – Modelos de servicio de IBM Cloud.* Recuperado 21 de agosto de 2020, de <https://www.ibm.com/es-es/cloud/learn/iaas-paas-saas>
- IDEE. (2018). *Servicio de visualización Web según el perfil Inspire de ISO19128 – WMS 1.3.0* (p. 9). Ministerio de Fomento. https://www.ideo.es/resources/documentos/RD_wms_v1_3.pdf
- IECA. (2017). ¿Qué es un servicio WMS? IECA - Junta de Andalucía. <http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/blog/2017/02/que-es-un-servicio-wms/>
- Iizumi, T., & Sakai, T. (2020). The global dataset of historical yields for major crops 1981–2016. *Scientific Data*, 7(1), 97. <https://doi.org/10.1038/s41597-020-0433-7>
- Iniciativa Aporta. (2017). *Buenas prácticas en el diseño de apis y linked data.* Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. https://datos.gob.es/elearning/Unidades_Didacticas/Unidad_8/contenidos/descargas/unidad_imprimible.pdf
- Institut Cartogràfic i Geològic de Catalunya. (s. f.). *NDVI.* Recuperado 15 de agosto de 2020, de <http://www.icgc.cat/es/Administracion-y-empresa/Descargas/Fotografias-aereas-y-ortofotos/NDVI>

- Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. (2017). ¿Qué es un servicio WMS? *Estadística y Cartografía de Andalucía*.
<http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/blog/2017/02/que-es-un-servicio-wms/>
- Instituto Nacional de Estadística. (2020). *INEbase/ Clasificaciones / Relación de municipios, provincias, comunidades autónomas y sus códigos 01-01-2020*.
<https://www.ine.es/daco/daco42/codmun/codmunmapa.htm>
- Instituto Universitario de Geografía. (s. f.). *Climatología de las comarcas del sur de alicante* (p. 2). Universidad de Alicante. Recuperado 23 de agosto de 2020, de
<http://www.vecinosdearenales.com/monograficos/climaalicante.pdf>
- Islam Sarker, N., Wu, M., Chanthamith, B., Yusufzada, S., Li, D., & Zhang, J. (2019). *Big Data Driven Smart Agriculture: Pathway for Sustainable Development*. 60-65.
<https://doi.org/10.1109/ICAIBD.2019.8836982>
- Jagtap, D. A. S. (2019). *Data-Driven Decision Making*. Lulu.com.
- Johansen, B., & Wedderkopp, N. (2010). Comparison between data obtained through real-time data capture by SMS and a retrospective telephone interview. *Chiropractic & Osteopathy*, 18, 10. <https://doi.org/10.1186/1746-1340-18-10>
- Joint Research Centre (JRC) of the European Commission, Zarco-Tejada, P. J., Hubbard, N., & Loudjani, P. (2014). *Precision agriculture: An opportunity for EU farmers: Potential support with the CAP 2014-2020* (Agriculture and Rural Development, p. 56) [Study]. European Parliament.
[https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2014/529049/IPOL-AGRI_NT\(2014\)529049_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/note/join/2014/529049/IPOL-AGRI_NT(2014)529049_EN.pdf)
- Jones, G. V., Snead, N., & Nelson, P. (2004). Geology and Wine 8. Modeling Viticultural Landscapes: A GIS Analysis of the Terroir Potential in the Umpqua Valley of Oregon. *Geoscience Canada*. <https://journals.lib.unb.ca/index.php/GC/article/view/2779>
- Junta de Andalucía. (s. f.). *Cuaderno de explotación*. Recuperado 16 de agosto de 2020, de
<https://www.juntadeandalucia.es/organismos/agriculturaganaderiapescaydesarrollo/osostenible/areas/agricultura/sanidad-vegetal/paginas/productos-fitosanitarios-cuaderno-explotacion.html>
- Kabbouchi, G. (2020). *KABBOUCHI/nova-logs-tool* (0.0.8) [Vue].
<https://github.com/KABBOUCHI/nova-logs-tool> (Original work published 2018)

- Kamilaris, A., Kartakoullis, A., & Prenafeta-Boldú, F. X. (2017). A review on the practice of big data analysis in agriculture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23-37. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.09.037>
- Kim, J. H., Do, J. R., & Choe, Y. C. (2015). A Study of Success and Failure in ERP Implementation: The Case of the Agricultural Products Processing Center. *International Journal of U- and e-Service, Science and Technology*, 8(7), 183-194. <https://doi.org/10.14257/ijunesst.2015.8.7.18>
- Krüss, T. (2020). *Predis/predis* (1.1) [PHP]. Predis. <https://github.com/predis/predis> (Original work published 2009)
- La promoción del empleo rural para reducir la pobreza* (N.º 4; p. 164). (2008). Oficina Internacional del Trabajo. https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_norm/---relconf/documents/meetingdocument/wcms_092056.pdf
- Labra Gayo, J. E. (2003). *Intérpretes y diseño de lenguajes de programación*. Servitec.
- Laravel. (2020). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Laravel&oldid=128592831>
- LaravelCollective/html* (5.4.0). (2020). [PHP]. The Laravel Collective. <https://github.com/LaravelCollective/html> (Original work published 2015)
- Latorre, M. (2018). *Historia de las web, 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0*. Universidad Marcelino Champagnat. http://umch.edu.pe/arch/hnomarino/74_Historia%20de%20la%20Web.pdf
- Lee, J., Lapira, E., Bagheri, B., & Kao, H. (2013). Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. *Manufacturing Letters*, 1(1), 38-41. <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2013.09.005>
- Leonard, E. C. (2016a). Precision Agriculture. En C. Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman, & J. Faubion (Eds.), *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)* (pp. 162-167). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00203-5>
- Leonard, E. C. (2016b). Precision Agriculture. En C. Wrigley, H. Corke, K. Seetharaman, & J. Faubion (Eds.), *Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)* (pp. 162-167). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-394437-5.00203-5>
- Li, D., & Zhao, C. (Eds.). (2010). *Computer and Computing Technologies in Agriculture II* (Vol. 3). Springer.
- Li, S., Dragicevic, S., & Veenendaal, B. (2011). *Advances in Web-based GIS, Mapping Services and Applications*. CRC Press.

- Li, Y., & Manoharan, S. (2013). *A performance comparison of SQL and NoSQL databases*. 15-19. <https://doi.org/10.1109/PACRIM.2013.6625441>
- Liu, M., Xu, X., Jiang, Y., Huang, Q., Huo, Z., Liu, L., & Huang, G. (2020). Responses of crop growth and water productivity to climate change and agricultural water-saving in arid region. *Science of The Total Environment*, 703. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134621>
- Lodash/lodash. (2020). [JavaScript]. Lodash Utilities. <https://github.com/lodash/lodash> (Original work published 2012)
- Lopes, C., Leitão, J., & Rengifo-Gallego, J. (2018). Place branding: Revealing the neglected role of agro food products. *International Review on Public and Nonprofit Marketing*, 15(4), 497-530. <https://doi.org/10.1007/s12208-018-0211-9>
- López-Mejía, O. A., López-Malo, A., & Palou, E. (2010). Granada (*Punica granatum* L): Una fuente de antioxidantes de interés actual. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 4(1), 64-73.
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). *Metodología de la investigación social cuantitativa* (1^o edición). Bellaterra : Universitat Autònoma de Barcelona.
- Lozano Cabedo, C., & Aguilar Criado, E. (2010). Natural, tradicional y de la tierra. La promoción de la calidad agroalimentaria en los nuevos espacios rurales andaluces. *Patrimonio cultural en la nueva ruralidad andaluza*, 126-139.
- Luna, F. O. (2019). *JavaScript—Aprende a programar en el lenguaje de la web* (C. Peña, Ed.; 1^a edición). RedUsers.
- Macrae, C. (2018). *Vue.js: Up and Running: Building Accessible and Performant Web Apps* (First edition). O'Reilly Media, Inc.
- Marín Diazaraque, J. M. (s. f.). *Guia SPSS*. Recuperado 30 de agosto de 2020, de <http://halweb.uc3m.es/esp/Personal/personas/jmmarin/esp/GuiaSPSS/19nparam.pdf>
- Martín, I., Domínguez, N., & Benito, A. (2014). Utilización de bases de datos para caracterización de subzonas vitícolas. *Sociedad Española de Ciencias Hortícolas, I jornada del grupo de viticultura y enología*, 175-181.
- Martín Navarro, M. P. (2017). *Sistema de información geográfico de parcelas agrícolas sigpac*. Primer Seminario Cartografía de los Hábitats Españoles, Madrid. https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/formacion/sigpac_tcm30-429772.pdf

- Martin, R. C. (2013). *Agile Software Development, Principles, Patterns, and Practices* (First edition). Pearson Prentice Hall.
- Martínez Ruiz, M. P., & Jiménez Zarco, A. I. (2006). La potenciación del origen en las estrategias de marketing de productos agroalimentarios: Objetivos, situación e implicaciones. *Boletín Económico de ICE*, 2880, 18.
- Martino, B. D., Aversa, R., Cretella, G., Esposito, A., & Kołodziej, J. (2014). Big data (lost) in the cloud. *International Journal of Big Data Intelligence*, 1(1/2), 3.
<https://doi.org/10.1504/IJBDI.2014.063840>
- Martos, J. B., Lamadrid, M. C., & Huertas, M. A. M. (2019). La DOP Granada Mollar de Elche. Diferenciación en el contexto internacional. *Distribución y Consumo*, 3, 6.
- Mas, J. A. (2019, marzo 28). *El efecto del veto ruso y el Brexit provocan una caída en el precio de la granada mollar de Elche*. Información.
<https://www.informacion.es/elche/2019/03/28/efecto-veto-ruso-brex-it-provocan-5457910.html>
- Masse, M. (2011). *REST API Design Rulebook: Designing Consistent RESTful Web Service Interfaces* (First edition). O'Reilly Media, Inc.
- Mateo Box, J. M. (2005). *Prontuario de agricultura. Cultivos agrícolas*. Mundi-Prensa Libros.
- May, J., Dhillon, G., & Caldeira, M. (2013). Defining value-based objectives for ERP systems planning. *Decision Support Systems*, 55(1), 98-109.
<https://doi.org/10.1016/j.dss.2012.12.036>
- McGovern, P. E. (2009). *Uncorking the Past: The Quest for Wine, Beer, and Other Alcoholic Beverages*. University of California Press.
- Meer, K. H. (2005). *Best Practices in ERP Software Applications: Accounting, Supply Chain Planning, Procurement, Inventory*. iUniverse.
- Melgarejo Moreno, P. (2010). *I Jornadas nacionales sobre el granado: Producción, economía, industrialización, alimentación y salud*. 274.
- Mell, P., & Grance, T. (2011). The NIST Definition of Cloud Computing. *National Institute of Standards and Technology, Special Publication 800-145*, 7.
- Mendivelso, F., & Rodríguez, M. (2018). Prueba Chi-Cuadrado de independencia aplicada a tablas 2xN. *Revista Médica Sanitas*, 21(2), 92-95. <https://doi.org/10.26852/01234250.6>
- Mendizabal, A. H., & Ibarbia, A. Z. (2015). *Análisis de las características de los ERPs para pymes: Una guía preliminar de cara a la elección de las soluciones más eficientes* (p. 28).

Universidad del País Vasco.

https://www.ehu.es/documents/1432750/3183370/Informe_ERP_Txostena+v1.pdf

Menival, D., & Charters, S. (2014). The impact of geographic reputation on the value created in Champagne. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 58(2), 171-184. <https://doi.org/10.1111/1467-8489.12033>

Métodos de petición HTTP. (s. f.). Documentación web de MDN. Recuperado 27 de agosto de 2020, de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/HTTP/Methods>

Microsoft. (s. f.). *What are the different types of cloud computing services?* Recuperado 21 de agosto de 2020, de <https://azure.microsoft.com/is-is/overview/types-of-cloud-computing/>

Millán, C. A., Alfonso, A. T., & Hernández, C. G. (2008). El nuevo SIGPAC DEHESA, una herramienta fundamental en la aplicación de la nueva normativa de cerdo Ibérico. *Ganadería*, 58, 34-37.

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (s. f.-c). *Catálogo de Servicios de Visualización Inspire de Agricultura*. https://www.mapa.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/directorio_datos_servicios/agricultura/wms-inspire-agricultura.aspx

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (s. f.-d). *Estadísticas*. Maquinaria agrícola. <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/medios-de-produccion/maquinaria-agricola/estadisticas/default.aspx>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (s. f.-a). *Plan Estratégico de España para la PAC post 2020*. <https://www.mapa.gob.es/es/pac/post-2020/default.aspx>

Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. (s. f.-b). *Servicios de visualización Inspire — WMS*. https://www.mapa.gob.es/es/cartografia-y-sig/ide/directorio_datos_servicios/servicios_web_mapas.aspx

Mirón Pérez, J. (2005). El Catastro y la reforma de la Política Agrícola Común de la Unión Europea. La implantación del SIGPAC. *CT Catastro*, 54, 1-36.

Monreal Lera, J., & López-Cuervo, S. (2005). Sistemas automáticos de guiado y nivelación por GPS para la agricultura de precisión. *Agrotécnica. Cuadernos de Agronomía y Tecnología*, 3, 67-70.

Morales, M. S. (2017). *UF2404 — Principios de la programación orientada a objetos*. Editorial Elearning, S.L.

Mozilla. (s. f.). *JavaScript*. Documentación web de MDN. Recuperado 26 de agosto de 2020, de <https://developer.mozilla.org/es/docs/Web/JavaScript>

- Nachman, G. (2020). *iTerm2—MacOS Terminal Replacement* (3.3.12) [MacOS].
<https://iterm2.com/>
- Nathani, B., & Vijayvergia, R. (2017). *The Internet of Intelligent things: An overview*. 119-122.
<https://doi.org/10.1109/INTELCT.2017.8324031>
- Neteler, M., & Mitasova, H. (2008). *Open Source GIS: A GRASS GIS Approach* (Third edition). Springer Science & Business Media.
- Nguyen, V.-Q., Nguyen, S. N., & Kim, K. (2017). Design of a Platform for Collecting and Analyzing Agricultural Big Data. *Journal of Digital Contents Society*, 18(1), 149-158.
<https://doi.org/10.9728/dcs.2017.18.1.149>
- Novkovic, G. (2017, agosto 11). *MANUFACTURING IN THE CLOUD. Part II: 5 Characteristics of Cloud Computing*. Control Engineering.
<http://blog.mesa.org/2017/08/manufacturing-in-cloud-part-ii-5.html>
- Objetivo Específico Transversal del Plan Estratégico PAC post 2020*. (s. f.). Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Recuperado 20 de agosto de 2020, de <https://www.mapa.gob.es/es/pac/post-2020/objetivo-especifico-transversal.aspx>
- Olson, D. L., Johansson, B., & De Carvalho, R. A. (2018). Open source ERP business model framework. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 50, 30-36.
<https://doi.org/10.1016/j.rcim.2015.09.007>
- Open Geospatial Consortium. (s. f.). *The Home of Location Technology Innovation and Collaboration* | OGC. Open Geospatial Consortium. Recuperado 16 de agosto de 2020, de <https://www.ogc.org/>
- Open Source Initiative. (s. f.). *Frequently Answered Questions* | Open Source Initiative. Recuperado 24 de agosto de 2020, de <https://opensource.org/faq#osd>
- Oracle España. (s. f.). *Big Data Appliance* | Oracle España. Recuperado 22 de agosto de 2020, de <https://www.oracle.com/es/engineered-systems/big-data-appliance/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2019). *FAO: Retos y oportunidades en un mundo globalizado*. Food & Agriculture Org.
- Otwell, T. (2020). *Laravel* (5.7) [PHP]. Laravel LLC. <https://laravel.com/> (Original work published 2011)
- Otwell, T. (2020). *Illuminate/auth* [PHP]. The Laravel Components.
<https://github.com/illuminate/auth> (Original work published 2012)

- Otwell, T. (2020). *Laravel/lumen* [PHP]. Laravel LLC. <https://github.com/laravel/lumen> (Original work published 2015)
- Otwell, T. (2020). *Laravel/cashier-stripe* (7.2) [PHP]. Laravel LLC. <https://github.com/laravel/cashier-stripe> (Original work published 2014)
- Otwell, T. (2020). *Laravel/horizon* (2.2.2) [PHP]. Laravel LLC. <https://github.com/laravel/horizon> (Original work published 2017)
- Otwell, T., & Hemphill, D. (2019). *Laravel Nova* (2.0.5) [Computer software]. Laravel LLC. <https://nova.laravel.com/>
- Page, L. (2001). *Method for node ranking in a linked database* (United States Patent N.º US6285999B1). <https://patents.google.com/patent/US6285999/en>
- Palacios, D. (2017). *Por qué Laravel NO es un framework MVC y tú deberías olvidarte de MVC*. Styde.net. <https://styde.net/porque-laravel-no-es-mvc-y-tu-deberias-olvidarte-de-mvc/>
- Palma, C., Palma, W., & Pérez, R. (2009). *Data Mining. El arte de anticipar. 10 casos reales* (Primera edición). RIL Editores.
- Patgiri, R., & Ahmed, A. (2016). Big Data: The V's of the Game Changer Paradigm. 2016 *IEEE 18th International Conference on High Performance Computing and Communications; IEEE 14th International Conference on Smart City; IEEE 2nd International Conference on Data Science and Systems (HPCC/SmartCity/DSS)*, 17-24. <https://doi.org/10.1109/HPCC-SmartCity-DSS.2016.0014>
- Peslak, A. R., Subramanian, G. H., & Clayton, G. E. (2007). The phases of ERP software implementation and maintenance: A model for predicting preferred ERP use. *Journal of Computer Information Systems*, 48(2), 25-33.
- PHP syntax and semantics. (2020). En *Wikipedia*. https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=PHP_syntax_and_semantics&oldid=970843662
- Pierce, F. J., & Nowak, P. (1999). *Aspects of Precision Agriculture* (D. L. Sparks, Ed.; Vol. 67). ACADEMIC PRESS. [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)60513-1](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60513-1)
- Pociot, M. (2020). *Tinkerwell* 🐙 (2.8.5) [Multiplataforma]. Beyond Code GmbH. <https://tinkerwell.app/>
- Popperjs/popper-core* (1.0.1). (2020). [JavaScript]. Popper. <https://github.com/popperjs/popper-core> (Original work published 2016)

- Porzio, C. (2020). *Alpinejs/alpine* [JavaScript]. Alpine.js.
<https://github.com/alpinejs/alpine> (Original work published 2019)
- Power, D. J. (2008). Understanding Data-Driven Decision Support Systems. *Information Systems Management*, 25(2), 149-154. <https://doi.org/10.1080/10580530801941124>
- Powerful component based mailing library for PHP – Swift Mailer. (s. f.). Recuperado 25 de agosto de 2020, de <https://swiftmailer.symfony.com/>
- Provost, F., & Fawcett, T. (2013). Data Science and its Relationship to Big Data and Data-Driven Decision Making. *Big Data*, 1(1), 51-59. <https://doi.org/10.1089/big.2013.1508>
- Prueba U de Mann-Whitney. (2020). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.
[https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prueba U de Mann-Whitney&oldid=126194438](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prueba_U_de_Mann-Whitney&oldid=126194438)
- Pucha-Cofrep, F., Fries, A., Cánovas-García, F., Oñate-Valdivieso, F., González-Jaramillo, V., & Pucha-Cofrep, D. (2017). *Fundamentos de SIG: Aplicaciones con ArcGIS*. Ediloja Cia. Ltada.
- Puri, V., Nayyar, A., & Raja, L. (2017). Agriculture drones: A modern breakthrough in precision agriculture. *Journal of Statistics and Management Systems*, 20(4), 507-518.
<https://doi.org/10.1080/09720510.2017.1395171>
- Puyol Moreno, J. (2014). Una aproximación a Big Data. *Revista de Derecho de la UNED (RDUNED)*, 14, 471-505. <https://doi.org/10.5944/rduned.14.2014.13303>
- Quigley, E., & Gargenta, M. (2006). *PHP and MySQL by Example*. Prentice Hall Professional.
- Rackspace Technology | Multicloud Solutions Provider. (s. f.). Recuperado 22 de agosto de 2020, de <https://www.rackspace.com/es>
- Rad, C.-R., Hancu, O., Takacs, I.-A., & Olteanu, G. (2015). Smart Monitoring of Potato Crop: A Cyber-Physical System Architecture Model in the Field of Precision Agriculture. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, 73-79.
<https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.08.041>
- Rasmus Lerdorf. (2020). *PHP: Hypertext Preprocessor (7.2)* [Multiplataforma]. The PHP Group. <https://www.php.net/>
- Rekha, P., Rangan, V. P., Ramesh, M. V., & Nibi, K. V. (2017). High yield groundnut agronomy: An IoT based precision farming framework. *2017 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC)*, 1-5. <https://doi.org/10.1109/GHTC.2017.8239287>

- Rivas-Ruiz, R., Moreno-Palacios, J., & Talavera, J. O. (2013). Diferencias de medianas con la U de Mann-Whitney. *Revista Médica del Instituto Mexicano de Seguro Social*, 51(4), 414-419.
- Roblek, V., Meško, M., & Krapež, A. (2016). A Complex View of Industry 4.0. *SAGE Open*, 6(2), 11. <https://doi.org/10.1177/2158244016653987>
- Rodrigo, I., Cristóvão, A., Tibério, M. L., Baptista, A., Maggione, L., Pires, M., Rodrigo, I., Cristóvão, A., Tibério, M. L., Baptista, A., Maggione, L., & Pires, M. (2015). The Portuguese Agrifood Traditional Products: Main constraints and challenges. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 53, 23-32. <https://doi.org/10.1590/1234-56781806-94790053s01002>
- Roose, B. (2020). *What's new in PHP 8*—Stitcher.io. <https://stitcher.io/blog/new-in-php-8>
- Rosin, K. (2020). *Optimistdigital/nova-table-field* [Vue]. Optimist Digital. <https://github.com/optimistdigital/nova-table-field>
- Sakr, S., & Gaber, M. M. (Eds.). (2014). *Large Scale and Big Data—Processing and Management* (1st Edition). Taylor & Francis Group, LLC.
- Salvatore Sanfilippo. (2009). *Redis*. <https://redis.io/>
- Sánchez, J. A. D. (2018, febrero 11). *Por qué elegir VueJS: 5 razones para considerarlo nuestro próximo framework de referencia*. Genbeta. <https://www.genbeta.com/desarrollo/por-que-elegir-vuejs-5-razones-para-considerarlo-nuestro-proximo-framework-de-referencia>
- Sanchoyarto, R. (2015, noviembre 2). El Viñedo de Côte d'Or en Borgoña. *Aprender de Vino*. <https://www.aprenderdevino.es/el-vinedo-de-cote-dor-en-borgona-i/>
- Schlueter, I. (2020). *Npm* (6.13.7) [Multiplataforma]. npm, Inc. <https://www.npmjs.com/>
- Secretaría General de Agricultura y Alimentación. (2018). *Modernizar el sector a través del fomento y la puesta en común del conocimiento, la innovación y la digitalización en las zonas agrícolas y rurales y promover su adopción*. (p. 128) [Documento de partida]. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. https://www.mapa.gob.es/es/pac/post-2020/200630_ot1documentopartida_v6_tcm30-521286.pdf
- Sequel Ace* (1.1.2). (2020). [MacOS]. Moballo, LLC. <https://github.com/Sequel-Ace/Sequel-Ace>
- Sharma, S., Tim, U. S., Wong, J., Gadia, S., & Sharma, S. (2014). A Brief Review on Leading Big Data Models. *Data Science Journal*, 13(0), 138-157. <https://doi.org/10.2481/dsj.14-041>

- Sine, M., Theo-Paul, H., & Emeric, E. (2015). API - AGRO: An Open Data and Open API platform to promote interoperability standards for Farm Services and Ag Web Applications. *Journal of Agricultural Informatics*, 6(4).
<https://doi.org/10.17700/jai.2015.6.4.209>
- Singh, D. K., Jerath, H., & Raja, P. (2020). Low Cost IoT Enabled Weather Station. 2020 *International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management (ICCAKM)*, 31-37. <https://doi.org/10.1109/ICCAKM46823.2020.9051454>
- Skinner, J. (2020). *Sublime Text* (3.2.2) [Computer software]. Sublime HQ Pty Ltd.
<https://www.sublimetext.com/> (Original work published 2008)
- Somers, J. (2018). *The Friendship That Made Google Huge*. The New Yorker.
<https://www.newyorker.com/magazine/2018/12/10/the-friendship-that-made-google-huge>
- Spatie/nova-backup-tool* (2.0). (2020). [PHP]. SPATIE BVBA.
<https://github.com/spatie/nova-backup-tool> (Original work published 2018)
- SPSS. (2020). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*.
<https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=SPSS&oldid=126857627>
- Stafford, J. V. (2000). Implementing Precision Agriculture in the 21st Century. *Journal of Agricultural Engineering Research*, 76(3), 267-275.
<https://doi.org/10.1006/jaer.2000.0577>
- Stauffer, M. (2019). *Laravel: Up & Running: A Framework for Building Modern PHP Apps* (First edition). O'Reilly Media, Inc.
- Sturgeon, P. (2012, marzo 6). *Packages: The Way Forward for PHP*.
<https://phil.tech/2012/packages-the-way-forward-for-php/>
- Suparta, W., & Rahman, R. (2016). Spatial interpolation of GPS PWV and meteorological variables over the west coast of Peninsular Malaysia during 2013 Klang Valley Flash Flood. *Atmospheric Research*, 168, 205-219.
<https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2015.09.023>
- Surjit, R., Rathinamoorthy, R., & Vardhini, K. J. V. (2016). *ERP for Textiles and Apparel Industry*. CRC Press.
- Tableau Software LLC. (s. f.). *Toma de decisiones basadas en los datos: Cómo tener éxito en la era digital*. Recuperado 22 de agosto de 2020, de <https://www.tableau.com/es-es/learn/articles/data-driven-decision-making>

- Tenzin, S., Siyang, S., Pobkrut, T., & Kerdcharoen, T. (2017). Low cost weather station for climate-smart agriculture. *2017 9th International Conference on Knowledge and Smart Technology (KST)*, 172-177. <https://doi.org/10.1109/KST.2017.7886085>
- The Apache Software Foundation. (s. f.). *Apache Hadoop*. Recuperado 21 de agosto de 2020, de <https://hadoop.apache.org/>
- Torvalds, L., & Hamano, J. (2020). *Git/git* [C]. Git. <https://github.com/git/git> (Original work published 2008)
- Valle, A., Puerta, A., & Núñez, R. (2017). *Curso de Consultoría TIC. Gestión, Software ERP y CRM* (2ª Edición). IT Campus Academy.
- van Ittersum, K., Candel, M. J. J. M., & Meulenbergh, M. T. G. (2003). The influence of the image of a product's region of origin on product evaluation. *Journal of Business Research*, 56(3), 215-226. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(01\)00223-5](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(01)00223-5)
- Van Leeuwen, C., & Seguin, G. (2006). The concept of terroir in viticulture. *Journal of Wine Research*, 17(1), 1-10. <https://doi.org/10.1080/09571260600633135>
- Variable de entorno. (2020). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Variable_de_entorno&oldid=126648795
- Verdouw, C. N., Robbemond, R. M., & Wolfert, J. (2015). ERP in agriculture: Lessons learned from the Dutch horticulture. *Computers and Electronics in Agriculture*, 114, 125-133. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.04.002>
- Vergara Gómez, S. (2014). *Estrategias tecnológicas para optimizar la producción y la vida útil de zumo de granada (Punica granatum cv. Mollar)* [Universidad Miguel Hernández]. <http://193.147.134.18/bitstream/11000/1548/7/TD%20Salud%20Vegara%20G%C3%B3mez.pdf>
- Verma, A. (2014). MVC ARCHITECTURE: A COMPARITIVE STUDY BETWEEN RUBY ON RAILS AND LARAVEL. *Indian Journal of Computer Science and Engineering* (, 5, 196-198.
- Walke, J. (2019). *React* (16.8.6) [JavaScript]. Facebook, Inc. <https://es.reactjs.org/> (Original work published 2013)
- Ware, C. (2020). *Chris-ware/nova-breadcrumbs* (dev-master) [Vue]. <https://github.com/chris-ware/nova-breadcrumbs> (Original work published 2018)
- Wathan, A. (2020). *Tailwindlabs/tailwindcss* [CSS]. Tailwind Labs. <https://github.com/tailwindlabs/tailwindcss> (Original work published 2017)

- Wathan, A., & Otwell, T. (2020). *Laravel/valet* (2.11.0) [MacOS]. Laravel LLC.
<https://github.com/laravel/valet>
- Weltzien, C. (2016). Digital agriculture – or why agriculture 4.0 still offers only modest returns. *Agricultural Engineering*, 71, 66-68. <https://doi.org/10.15150/lt.2015.3123>
- What is Rapid Elasticity? - Definition from Techopedia.* (s. f.). Techopedia.Com. Recuperado 21 de agosto de 2020, de <http://www.techopedia.com/definition/29526/rapid-elasticity>
- When we share, everyone wins.* (s. f.). Creative Commons. Recuperado 22 de agosto de 2020, de <https://creativecommons.org/>
- Wick, M. (s. f.). *GeoNames*. Recuperado 22 de agosto de 2020, de <https://www.geonames.org/>
- Widenius, M. (2020). *MariaDB* (10.4.13) [Multiplataforma]. MariaDB Foundation.
<https://mariadb.org/> (Original work published 2009)
- Will Bowman. (2020). *Askedio/laravel-soft-cascade* (5.7.0) [PHP]. Asked.io.
<https://github.com/Askedio/laravel-soft-cascade> (Original work published 2016)
- Wilson, J. E. (1998). *Terroir: The Role of Geology, Climate and Culture in the Making of French Wines*. University of California Press.
- Wolfert, S., Ge, L., Verdouw, C., & Bogaardt, M.-J. (2017). Big Data in Smart Farming – A review. *Agricultural Systems*, 153, 69-80. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2017.01.023>
- Wyles, J. (2020). *Fourstacks/nova-checkboxes* (0.1.5) [PHP].
<https://github.com/fourstacks/nova-checkboxes> (Original work published 2018)
- Xu, C., Sun, X., Li, B., Lu, X., & Guo, H. (2018). MULAPI: Improving API method recommendation with API usage location. *Journal of Systems and Software*, 142, 195-205.
<https://doi.org/10.1016/j.jss.2018.04.060>
- You, E. (2020). *VueJS* (2.5.7) [JavaScript]. <https://vuejs.org/> (Original work published 2014)
- Zapponi, C. (2019). *Github Language Stats*. A small place to discover languages in github.
https://madnight.github.io/github/#/pull_requests/2019/1
- Zhenguo Qian, Pancheng Wang, Liqiang Zhang, & Chongjun Yang. (2004). OpenGIS WMS implementation and its integrated application using ASP.NET. *International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, 5, 2953-2956.
<https://doi.org/10.1109/IGARSS.2004.1370314>

7. ANEXOS

ANEXO I: CUESTIONARIOS DE PREGUNTAS PARA LAS ENCUESTAS A AGRICULTORES Y ENTREVISTAS A TÉCNICOS Y DIRECTIVOS.

La codificación de las preguntas se ha realizado siguiendo el procedimiento de definir el bloque, la pregunta y el apartado al que pertenece. Es decir, una pregunta del bloque 1 y que pertenezca a la pregunta 3 apartado b (siempre que la pregunta disponga de apartados), se codificaría de la siguiente forma: B1P3b y en el caso de no disponer de apartados sería: B1P3. Los identificadores de bloque y pregunta deben de ir en mayúscula, mientras que para el apartado se utilizará un índice alfabético en minúscula.

Código	Pregunta	Respuesta
B1P1	¿Utiliza dispositivos electrónicos o internet en puesto de trabajo?	Cerrada "Sí" o "No".
B1P2	¿Cuál es su percepción del papel de internet y los programas informáticos en el desarrollo de su trabajo?	<ul style="list-style-type: none"> • Bueno, puntuación 1 • Moderado, puntuación 2. • Malo, puntuación 3.
B1P3	Evalúe de 0 a 10 in orden de importancia las siguientes características de una aplicación informática que intenta ayudarle en la gestión de la explotación.	
B1P3a	Debe de ser simple.	Evalúe de 0 a 10.
B1P3b	Debe de ser bueno para la rentabilidad de la empresa.	Evalúe de 0 a 10.
B1P3c	Debe de ayudar con el papeleo de la empresa.	Evalúe de 0 a 10.
B1P3d	Debe de integrar la gestión del suelo, el clima y el día a día de las parcelas.	Evalúe de 0 a 10.
B1P3e	Debe de servir como "cuaderno de explotación".	Evalúe de 0 a 10.
B1P3f	Debe de hacer más sencillas las tareas del día a día.	Evalúe de 0 a 10.

Tabla A1.1: Desglose de preguntas pertenecientes al bloque 1

Código	Pregunta	Respuesta
B2P1	¿Dispone de un registro de datos climáticos relacionados con las parcelas que gestiona?	Cerrada "Si" o "No".
B2P2	¿Y un registro de los rendimientos de la parcela?	Cerrada "Si" o "No".
B2P3	Evalúe de 0 a 10 in orden de importancia de los siguientes módulos en el contexto de una posible aplicación informática que intenta ayudarle en la gestión agronómica de las parcelas de su explotación.	
B2P3a	Registro de datos climáticos.	Evalúe de 0 a 10.
B2P3b	Registro de producciones.	Evalúe de 0 a 10.
B2P3c	Registro de incidencias con plagas y enfermedades.	Evalúe de 0 a 10.
B2P3d	Registro de vehículos y maquinaria.	Evalúe de 0 a 10.
B2P3e	Registro de las labores culturales realizadas.	Evalúe de 0 a 10.
B2P3f	Gestión de documentos.	Evalúe de 0 a 10.

Tabla A1.2: Desglose de preguntas pertenecientes al bloque 2

Código	Pregunta	Respuesta
B3P1 ^A	¿Sabe cómo se comporta cada una de las parcelas que cultiva?	Cerrada "Si" o "No".
B3P2 ^{T+D}	¿Tiene que gestionar datos relativos a los miembros de su organización?	Cerrada "Si" o "No".
B3P3 ^A	¿Conoce el tamaño de las parcelas de su explotación?	Cerrada "Si" o "No".
B3P4 ^{T+D}	¿Puede obtener información actualizada de los miembros de su organización en un tiempo razonable?	Cerrada "Si" o "No".
B3P5 ^A	¿Cuándo fue la última vez que alguien le pregunto por información sobre sus parcelas?	
B3P6 ^{T+D}	¿Puede decir, con datos reales, si existen diferencias edafoclimáticas entre las zonas que su organización cuida o gestiona?	Cerrada "Si" o "No".

B3P7 ^A	¿Puede decirme, utilizando datos edafoclimáticos reales, si hay diferencias entre sus distintas parcelas?	Cerrada "Si" o "No".
B3P8 ^{T+D}	¿Cuándo fue la última vez que alguien pregunto por una información específica sobre uno de los miembros de su organización?	
B3P9	¿Encuentra complicado rellenar y gestionar la documentación requerida por la legislación actual?	Cerrada "Si" o "No".
B3P10	¿Necesita información agrupada por zonas para tomar tomar decisiones globales?	Cerrada "Si" o "No".
B3P11	¿Considera necesario un sistema de contabilidad vinculado con los datos de producción?	Cerrada "Si" o "No".

Tabla A1.3: Desglose de preguntas pertenecientes al bloque 3

Código	Pregunta	Respuesta
B4P1 ^A	¿Utiliza algún tipo de programa informático para la gestión de sus parcelas agrícolas?	Cerrada "Si" o "No".
B4P2 ^{T+D}	¿Utiliza algún tipo de programa informático para la gestión del personal o asociados?	Cerrada "Si" o "No".
B4P3 ^A	¿Utiliza algún tipo de programa informático para la toma de decisiones en lo referido a las producciones de su explotación?	Cerrada "Si" o "No".
B4P4 ^{T+D}	¿Utiliza algún tipo de programa informático para tomar decisiones a nivel territorial?	Cerrada "Si" o "No".

Tabla A1.4: Desglose de preguntas pertenecientes al bloque 4. El superíndice A significa que la pregunta ha sido realizada solo a agricultores. El superíndice T+D significa que la pregunta ha sido realizada solo a técnicos y directivos

ANEXO II: DESIGNING OF AN ENTERPRISE RESOURCE PLANNING FOR THE OPTIMAL MANAGEMENT OF AGRICULTURAL PLOTS REGARDING QUALITY AND ENVIRONMENTAL REQUIREMENTS

Damián Aguilar Morales¹, **Paola Sánchez-Bravo**², **Leontina Lipan**², **Marina Cano-Lamadrid**², **Hanán Issa-Issa**², **Francisco J. del Campo-Gomis**¹ and **David B. López Lluch**^{1,*}

¹ Departamento Economía Agroambiental, Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO), Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), Carretera de Beniel, km 3.2, 03312 Orihuela, Alicante, Spain; damian.aguilarm@gmail.com (D.A.M.); francis.delcampo@umh.es (F.J.d.C.-G.)

² Departamento Tecnología Agroalimentaria, Grupo Calidad y Seguridad Alimentaria, Escuela Politécnica Superior de Orihuela (EPSO), Universidad Miguel Hernández de Elche (UMH), Carretera de Beniel, km 3.2, 03312 Orihuela, Alicante, Spain; paola.sb94@gmail.com (P.S.-B.); leontina.lipan@goumh.umh.es (L.L.); marina.cano.umh@gmail.com (M.C.-L.); hanan.issa@gmail.com (H.I.-I.)

* Correspondence: david.lopez@umh.es

Received: 12 August 2020; Accepted: 7 September 2020; Published: 8 September 2020

Abstract: One of the main current problems in European quality agricultural production is the lack of objective data for linking quality to origin and to evidence environmental concern (CO₂ uptake and use of water in Spain). The aim of this study was to develop an agricultural management platform, based on Enterprise Resource Planning (ERP) principles and with the ability to collect geolocated information from different plots related to Protected Designation of Origin (PDO) and Protected Geographical Indication (PGI) wine production. First a survey to farmers, technicians and PDO and PGI managers was carried out to detect the needs of the three groups in relation to ERP platforms; and secondly an ERP platform was developed to collect agronomic information to comply with the Spanish legal requirements. Results showed that the end user completes information database, complies with the legal requirements, and obtains benefits derived from the data analysis. Consequently, the platform (i) solves lack of agricultural data problem; (ii) provides the user with management tools for its agricultural operations; (iii) allows the decision maker to obtain geolocated information in real time; and (iv) sets out the bases for the future development of agricultural systems based on Big Data.

Keywords: ERP; GIS; internet of things; precision agriculture; quality; environment; water; software; platform; web application

1. Introduction

European agriculture faces two mayor challenges, quality linked to origin and production systems that must reduce impacts to environment. Both need real and continuous data to show their evidences to society. Currently, to achieve this, a change in the agricultural paradigm is necessary through the incorporation of four new technologies: Big Data, Precision Agriculture, Industry 4.0., and Enterprise Resource Planning (ERP). This is specially required in the case of food quality productions linked to origin such as Protected Geographical Indications (PGI) and Protected Designations of Origin (PDO).

The potential of regional products differentiated for their quality has been recognized by the introduction of legislation governing PGI and PDO. These certifications are intended to facilitate the consumer's recognition of the product and perception of superior quality [1,2]. In addition, this has contributed to quality labelling becoming a source of competitive advantage [2]. Felzensztein [3] analyzed the effect of the country or region of origin of agricultural production as an important source of competitive advantage. They reported that for farm products with a long tradition, such as wine,

the region of origin (considered as a more specific area than the country of origin) can provide major market positioning opportunities of creating a sustainable competitive advantage.

Protecting PDO and PGI references is a key aspect of the European Common Agricultural Policy (CAP). A good example is the case of the Tocai/Friulano grape variety traditionally grown in Italy, which came into dispute with the Hungarian wine Tokaji, arguing that Italian wines took advantage of the Tokay Designation of Origin since they sounded similar, and finally the European Union prohibited Italian wines from using the brand [4,5].

In this sense, the name of an area, that is strongly associated with a given product quality, is associated to high quality products even though it might not be, and in many cases these associations drive the consumer's purchasing decision [6]. Terroir underpins the process of demarcation so that the concept fits neatly here and relates to both environmental and cultural factors that together influence the complete production process (in this case, from the grape growing to wine production continuum). The physical factors that influence the process include matching a given agricultural product to its ideal climate along with optimum site characteristics of elevation, slope, aspect, and soil [7].

The quality of an agricultural product is linked to PDO or PGI scheme, however, is the result of the combination of five main factors: the climate, the site or local topography, the nature of the geology and soil, the choice of the variety, and how they are together managed to produce the best crop [7]. To develop a system that collects data from the plot, ensures origin and allows continuous improvement of quality is a driving force for quality agriculture. This is especially relevant in the case of PDO and PGI as they face, at least, three decision levels: farmers, processing companies and PDO and PGI managers.

Furthermore, CAP has three clear environmental goals, each of which are listed in the European Green Deal and Farm to Fork strategy: tackling climate change, protecting natural resources, and enhancing biodiversity. Farmers must be aware about the need to provide evidences that they are ensuring the best practices to get CAP environmental goals. The use of water is a key concern in the case of Spanish agriculture.

All represent a technological challenge for agriculture, but together they can be the definitive tools to achieve optimal and sustainable quality agricultural management. In this sense, Big Data allows interpretation and analysis of the constant flow of information provided by Precision Agriculture through the interactivity between devices given by Industry 4.0., and finally, ERP will manage all this. Big Data is often described as a new frontier within the world of new technologies, providing companies with a competitive advantage [8].

The concept of this new paradigm is based on the management and storage of large amounts of data, which are then analyzed in search of patterns or models and is based on five basic principles [9]: volume, variety, velocity, value, and veracity. The required information for Big Data to be able to improve agricultural management may come from various sources, mainly based on Precision Agriculture. These provide a high and constant flow of information, whose management will be one of the main challenges to overcome. This new situation is going to suppose a revolution in the way in which information is stored and administered and will be able to provide a source of innovation and of added economic value [10]. Big Data faces a similar situation to that which arose at the beginning of the current decade, when it was debated whether cloud computing was an appropriate or necessary strategy and how it should be integrated into companies [11]. The technological challenges related to Big Data will result in the following issues that must be solved by each organization:

- The storage infrastructure. This can reveal the limitations of the company's technical capabilities and requires major changes at different levels of the organization [12].
- The technology to integrate the information into the system. At this point, development of an Application Programming Interface (API) is essential, allowing Internet of Things (IoT) components to communicate and exchange information with the database in a safe way [13].

- The diversity of the formats according to the source. Data collection from such different sources and their translation into useful and structured information are two of the big challenges that Big Data faces [14].
- The calibration system, source verification and data security.
- The speed of data processing. Traditional Relational Database Management Systems (RDBMS) have been the systems mainly used since 1970 [15]. They show great efficiency and integrity in data management; but they are not designed to be systems distributed or balanced depending on the load. This is where NoSQL or non-relational systems can show their full potential, offering functionalities in data analysis that are impossible for traditional RDBMS systems [16]. In this sense, one of the main solutions that companies are adopting is the use of a hybrid data storage system, where the best properties of each of the systems are exploited [17].

Agriculture is an activity traditionally subject to instability and inaccuracy since it depends on biological and climatic factors that add uncertainty to the system. A way to alleviate these problems is incorporating the variability of agricultural activity into the decision-making process by increasing the information points and the flow of data. One of the main tools to do this is Precision Agriculture, which gives the possibility of managing the decision-making on the farm to identify, quantify, and respond to the variability [18].

Therefore, the problem that arises is to establish data flows linked to the farm plot and several tools are available for this:

- Geographic Information System (GIS) which provides information separated into layers. This technological system has been used for decades for territorial and environmental management [19].
- Satellite images. For instance, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) images permit differentiating distinct states of vegetative growth.
- Weather stations at the plot level as climatic variability is an important aspect of uncertainty in agriculture.
- IoT. Allows the development of sensors and automation to obtain plot information in real time.
- External information sources. Access to databases, public or private, that can provide information (climatic, geographic, statistical, economic, etc.).

However, Precision Agriculture cannot provide the most decisive data for model development through Big Data. These data are those obtained from plot management and cover aspects such as water use, pest incidence, fertilizer use, phytosanitary treatments, and costs. These data can only be provided by the farmer. Historically, this information has been collected through field surveys (a slow and expensive process). In addition, many farmers have reservations about sharing their data. In this respect it is worth mentioning that, in October 2014, the American Farm Bureau conducted a survey of a group of farmers and 77.5% of them responded that they were afraid that either the regulators or the government could have access to the data that they were facilitating [20]. This concern, regarding such valuable information, should lead to the implementation of a data collection system that respects farmer privacy.

It is possible to go further through the use of new technologies that allows the setting-up of systems capable of exchanging information among themselves, and even create optimized networks that communicate with each other (via wireless or another system), and finally send the information to the data center where it can be stored and analyzed [21]. This concept of interactivity among devices, creating complex networks that can find solutions to problems, is what is called Industry 4.0 [22]. Industry 4.0 supposes the abolition of traditional separation between the physical world and the virtual world, achieving a fusion of reality and its virtual model [23] using model development that allows the implementation of an effective decision-making system based on objective data. A system based on the concept of agriculture 4.0 should consist of a process based on four phases [24]: data collection, centralization of data, predictive data analysis and visualization of results. Application of Industry 4.0 to agriculture is the next technological advance and is based on a more intelligent and

predictive behavior [25], where technology takes a leading role and offers tools for business management in the 21st century.

This implies the need to develop ERP II concept. This term was first used by the Gartner Research Group in 2000, when proposing that software should go beyond the company itself and be open to receive information from customers, suppliers, or business partners [26]. This new approach, together with the use of Cloud-based systems, Information and Communication Technology (ICT), Internet of Services (IoS), IoT, Business to Business (B2B), and Business to Consumer (B2C), will allow the development of a tool that facilitates the decision-making process [27], which will be basic in the future of agriculture and will help to move to Agriculture 4.0. Therefore, automation and the use of new technologies will provide agricultural systems with stability and certainty, which was missing in previous scenarios, and that will allow them to meet the required standards for using ERP systems. As a result, farmers will be able to respond to society requirements for quality food linked to origin and an agriculture that respects the environment providing evidences of their commitment.

In this sense, the objective of this paper was to develop an ERP platform for the management of an agricultural farm, based on Agriculture 4.0., by obtaining agronomic data linked to plots through Precision Agriculture and the management of the data through Big Data, to respond to the needs of the agricultural sector. The ERP platform designed for the farm integral management comply with current legal and administrative requirements, use the new technologies, and develop predictive models based on collected data. This platform was presented for the case of wine production under PDO and PGI schemes.

In Figure 1, interconnections among CAP, PDO/IGP and the coordination of their several aspects through an ERP can be seen.

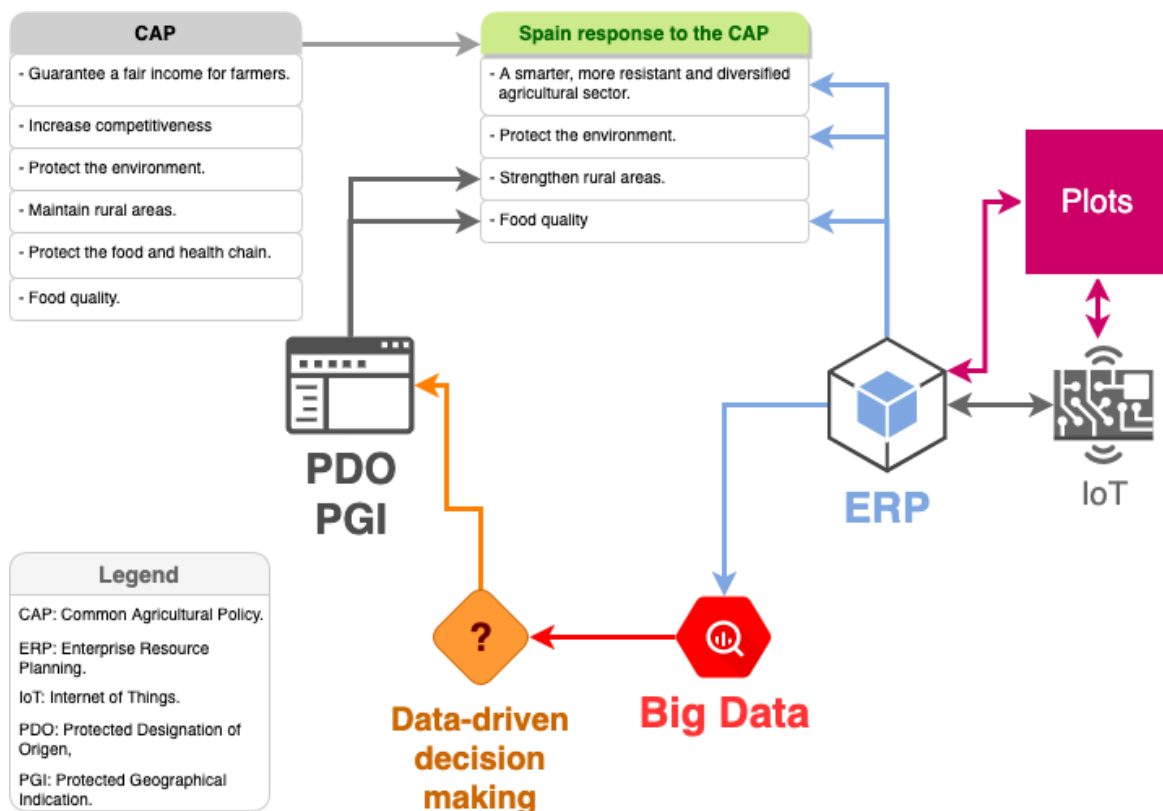


Figure 1. Interconnections among CAP objectives, PDO/IGP and the coordination of their several aspects through an ERP.

2. Materials and Methods

2.1. Survey of Farmers, Technicians, and Quality Managers under PDO and PGI Schemes

To know if there was a need for this type of platform development, a survey and interviews with farmers, winery technical managers, and quality directors of entities that manage wine linked to origin (PDO and PGI) were conducted. This survey was important to understand the platform viability, their needs, and if there are differences in the perception of the utility of the platform.

In the case of vine farmers, a stratified random sampling was carried out around Spain with an allocation proportional to the number of farmers that commercialize their grape production through PDO and PGI schemes. The sample size was 400, which supposes a sampling error of 5% with a 95.5% confidence level. The information was obtained via personal interview after arranging an appointment by telephone.

The final questionnaire, after two pre-tests, included a first part whose purpose was to classify the respondent according to place of birth, age, years in office, level of studies, etc. In the second part, reference was made to the data of the company or entity: number of partners, volume traded, area, number of employees, etc. Finally, the questionnaire (Table 1) focused on obtaining information directly related to the validation of the proposed platform.

Table 1. Questionnaire answered by farmers, technicians, and managers.

1st Block. Analysis of the perception of the ERP applications in agriculture.
P1a. Do you use electronic devices or the internet in your work on a daily basis?
P2a. What is your perception of the internet and computer programs in the management of your company?
<i>Evaluate, from 0 to 10 in order of importance, the following characteristics of a computer application intended to help you in your management:</i>
P2b. It must be simple
P2c. It must help to show the profitability
P2d. It must assist the paperwork
P2e. It must integrate the soil, climate, and production data in each plot
P2f. It is important that it serves as a field notebook
P2g. It must serve to make the daily tasks easier
2nd Block. Analysis of the recording of data in the holdings.
P3a. Do you have a register of the climatic data related to the plots that you manage?
P3b. And a register of the yields?
<i>Evaluate, from 0 to 10 in order of importance, the following modules in a possible application for the management of the plots:</i>
P3c. Climatic data
P3d. Production data
P3e. Incidence of pests and diseases
P3f. Data for the machinery used in the holding

P3g. Register of the cultivation tasks performed

P3h. Management of documents

3th Block. Management and decision-making needs.

P4a. Do you know how each of the plots that you cultivate behaves?

P4b. Do you have to manage data concerning the members of your organization?

P4c. Do you know the sizes of those plots?

P4d. Can you obtain up-to-date information for each of your associates in a reasonable amount of time?

P4e. When was the last time that someone asked you for any information about your plots?

P4f. Can you tell me, with real data, if edaphoclimatic differences exist among the zones that your organization looks after or manages?

P4g. Can you tell me, using real edaphoclimatic data, if there are differences among your distinct plots?

P4h. When was the last time that someone asked you for specific information about one of your associates?

P4i. Do you find it difficult to fill in the documentation that you are required to complete by the current legislation?

P4j. Do you need information grouped by zones in order to make general decisions?

P4k. Do you consider necessary an accounting system linked to the supply of production data?

4th Block. Use of applications and solutions.

P5a Do you use any type of computer program to manage the information relating to your plots?

P5b Do you use any type of computer program to manage the information relating to your different associates?

P5c And to assist you to make decisions concerning production?

P5d And to make decisions at the territorial level?

Note: "P" represents an internal code for the questionnaire used for the farmers, technicians and managers survey.

2.2. Design of an ERP Platform for an Agricultural Holding

Considering the need of ERP system implementation according to farmers, technicians and managers' survey, an ERP platform has been developed following three basic ideas: (i) the use of Open Source (everybody can use, modify and share software) software whenever possible allowing to reduce production and maintenance cost; (ii) the development of a communication system among devices, which will collect data in real time to the platform through an API; and (iii) the simplicity of the system to avoid complex interfaces for the final user.

Figure 2 shows the entire research process carried out for the development of the ERP application.

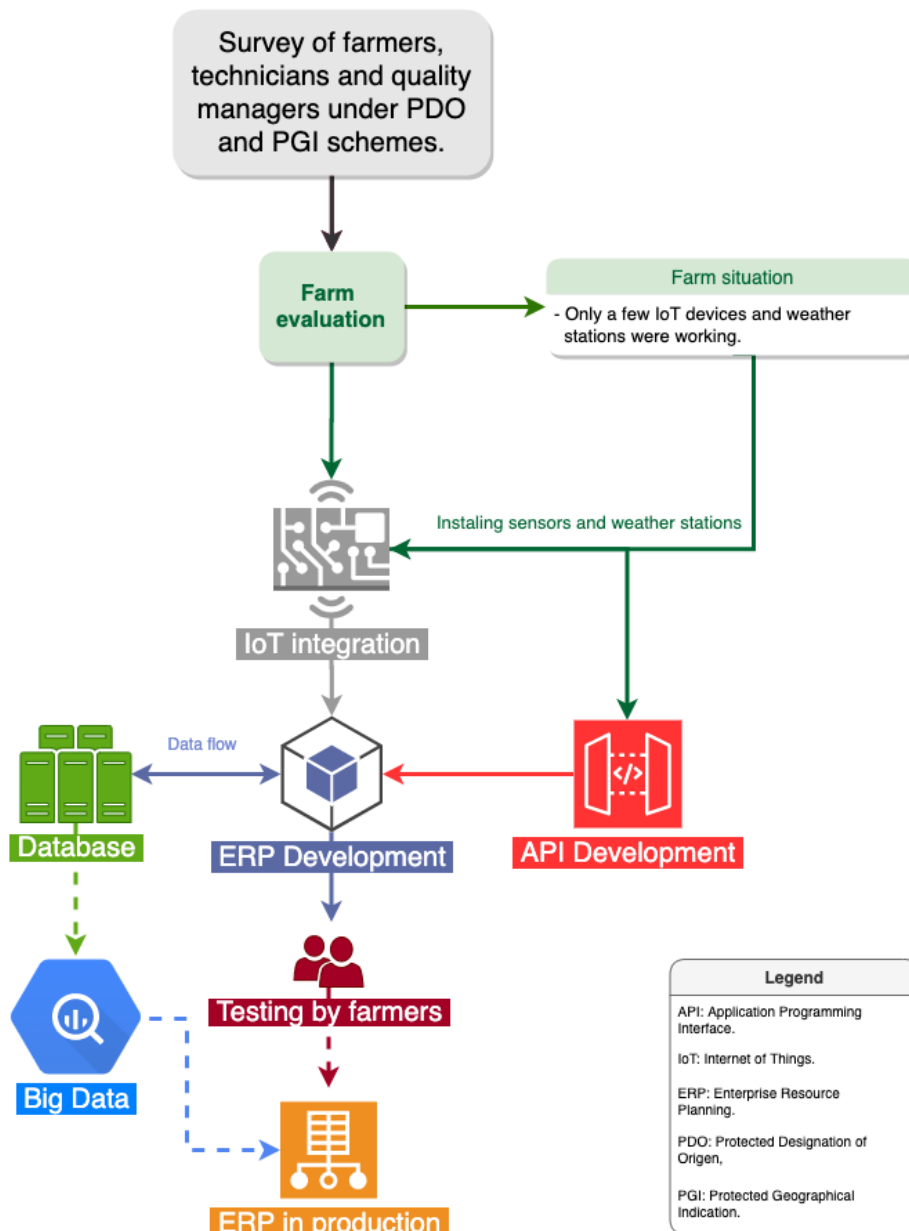


Figure 2. Flowchart of the different steps of the research methodology.

2.2.1. System Architecture Design

Laravel framework was chosen for the ERP platform development. Laravel is a free, open-source PHP (Hypertext Pre-Processor) web framework, created by Taylor Otwell. Frameworks like Laravel, prepackage a collection of third-party components together with custom configuration files, service providers, prescribed directory structures and application bootstrap [28], and is based on the Model, View, and Controller (MVC) architecture (Figure 3).

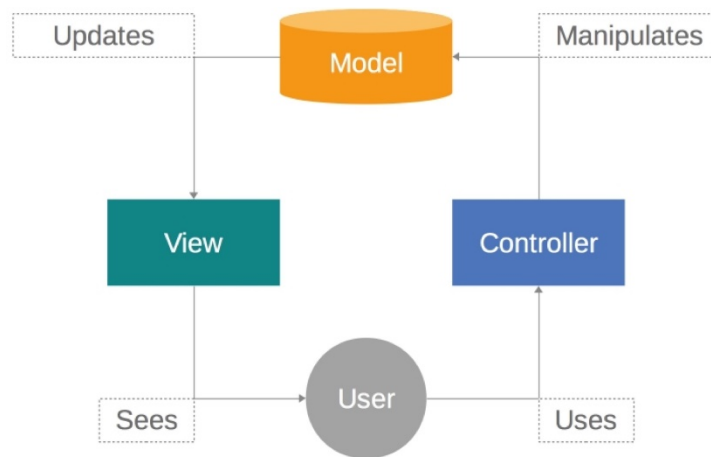


Figure 3. Collaboration between components in an MVC structure.

This structure is designed to divide the software into three blocks (the model, the view, and the controller) to have better control over final product quality [29]. The framework provides a list of functionalities, out of the box, such as authentication, routing, session manager, caching, IoC (Inversion of Control) container, middleware, Eloquent ORM (Object-Relational Mapping), database migration and seed tools, integrated unit testing support, etc. Laravel 5.6 and PHP 7.1 was used for this project development.

When a client sends a HTTP (HyperText Transfer Protocol,) request, the web server executes this request through the PHP engine, and this is where Laravel executes all the procedures that will lead to a final response [30]. This can be returned through the browser, in HTML5 (HyperText Markup Language, version 5) format, or through the platform API (Application Programming Interface), in JSON (JavaScript Object Notation) format.

The Laravel lifecycle, starts with the request that executes the initial framework file, located at public/index.php which initializes the whole process: loading the Kernel, the Service Providers, configuration files, etc. after that will be dispatched the routes, the middleware, the controllers, the models, the views and finally the response is sent to the user's browser (Figure 4).

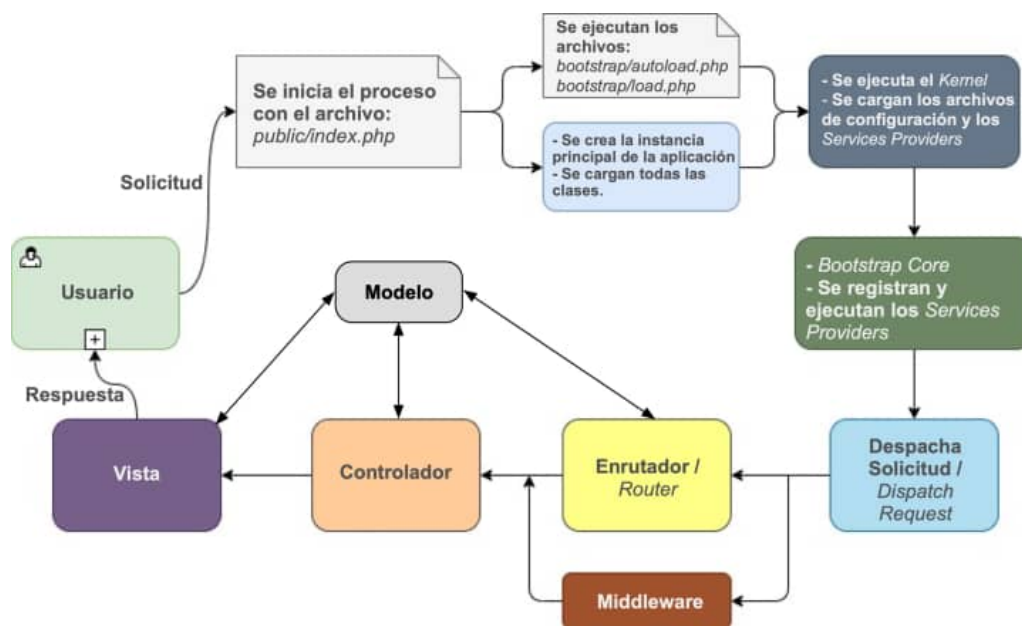


Figure 4. Laravel lifecycle.

The project uses a list of Laravel packages as are mentioned below (the packages bellow are Open Source):

- anshkohbo/no-captcha: wrapper for Google no-captcha, version 3.0 [31].
- askedio/laravel-soft-cascade: used to manage the deletion of entries in the database from related tables, version 5.6 [32].
- barryvdh/laravel-dompdf: used to generate reports in pdf format, version 0.8.2 [33].
- genealabs/laravel-model-caching: for automatic model caching, version 0.2.62 [34].
- intervention/image: powerful tool for image management, version 2.4 [35].
- grimzy/laravel-mysql-spatial: used to store geolocated data in the database, version 1.0 [36].
- maatwebsite/excel: used to import data from excel files, version 2.1.0 [37].
- spatie/laravel-cookie-consent: a configurable way to display the cookie consent, version 2.2 [38].
- spatie/laravel-html: for advanced HTML management, version 2.19 [39].
- spatie/laravel-permission: for roles and permissions, version 2.1 [40].

Finally, for the management of the administration panel, Laravel Nova [41] (a commercial package for Laravel) has been used, being the only resource that is not Open Source, and which entailed the purchase of a user license. This project uses the default middleware from Laravel, in addition to a series of custom middleware.

However, in some cases it was needed to extend its functionalities, and a series of custom middlewares were created, which are described below:

- The Https middleware, which forces the use of secure routes under a secure server.
- The Locale middleware, which investigates user preferences for his default language and determines this language as preselected.
- The IsAdmin middleware, to identify the system administrator.

2.2.2. Databases and Eloquent ORM

For the management of the databases, a hybrid system using MariaDB (version 5.7.31) and MongoDB (version 4.0) was selected. MariaDB is a database based on MySQL an Open Source project, free, with a fast response, very easy to use, and frequently employed by large companies [42]. MongoDB is a powerful, scalable, and flexible database that stores information in files with a JSON structure [43]. This decision was based on the characteristics of each of the platform's needs. Relational systems, such as MariaDB, are more effective for the management of multi-column transactions, such as user management or accounting operations, while non-relational systems, such as MongoDB, are more effective when it comes to dealing with data management in real time, such as climate data or data from sensors [44]. The decision on which parts of the data structure will use each system is complex a priori, thus it will be an issue that might be solved with the use of the application. As a starting point, it was decided that the climatic data and data coming from the IoT-based devices would be stored in the non-relational database, while the rest of the information would be stored in the relational database. This decision will be flexible and must adapt to system needs.

Laravel includes by default an ORM (technique for converting data among incompatible type systems using object-oriented programming languages [45]) called Eloquent, based on active records. and which is intuitive and easy to manage. The operation is simple, each table in the database is related to a PHP class, which includes all the logic necessary to interact with the database [46]. This classes are the Model in the MVC pattern and has also support for relational tables, providing specific classes to perform these operations in Models.

2.2.3. API Connection

Regarding data collection from outside the application, an API was used as recommended [47]. API is defined as a secure connection bridge between external data and the platform, allowing the system to send data from external devices. The APIs are being so standardized that the vast majority of companies are playing the same rules, using the Representational State Transfer (REST) model on the Hypertext Transport Protocol Secure (HTTPS) standard, and using actions such as GET, POST, PUT, and DELETE as if they were web browsers [48]. In this case, a REST model was chosen, using it for API development. API operation consists of the source of information (for example, a sensor) which must connect to the Internet Protocol (IP) address (for security reasons, 127.0.0.1 is used) where the platform is located, and will require access control based on the authorization system that includes Laravel by default. Table 2 explains all the parameters supported by the API and the HTTPS connection address.

The system allows the actions GET, PUT, DELETE, and UPDATE, but by default only enables the PUT action, because the rest of the actions must be authorized by the system administrator. In this case, user is authorized to perform actions only with his/her own data. Therefore, the objective of the API was to collect information from third parties; the basic action done was the PUT, the rest of the actions not being currently relevant. In any case, the GET, DELETE, and UPDATE actions were developed in case they were necessary in the future.

Table 2. Description of the API.

Name	Summary	Value
HTTPS Connection	The API HTTPS gateway	https://127.0.0.1/API/
Key	The API identification key. This is a unique value for any device or external user	An alphanumeric value
ItemID	For <i>get</i> , <i>update</i> , or <i>deleting</i> , specific data from the database.	A numeric value
KeyName	This is an optimal field, if we want to add a custom name for the device or user	An alphanumeric value
Date	The current date	Format: DD/MM/YYYY
ValueName	The item name. For example: max-temperature	An alphanumeric value
Value	The item value. For example: 37	An alphanumeric value
ValueNameItem	When we need to send multiple values for different items. This item can be repeated as many times as we need. For example: max-temperature::37.	Format: ValueName::Value
Action	The action type. Not all the types are allowed; by default, the system uses PUT.	GET, PUT, DELETE, UPDATE

2.2.4. Cloud Computing with PaaS

The application was hosted in the cloud, using the concept Platform as a Service (PaaS), where the computing platform was entirely in the cloud (the operating system, programming languages,

databases, web servers, etc.) and this was accessed through an API, a Software Development Kit (SDK), or through services such as Secure Shell (SSH) [49].

For this platform services such as Secure Sockets Layer (SSL) Certificate Management, Manage Queue Workers, Cron Jobs, Load Balancing, Horizontal Scaling, and memory cache systems like Redis¹ or Memcached² were needed. The PaaS systems allowed to manage all these features in a simple way. They gave access and control to the platform as if the application was run on a local server, but without the configuration and maintenance problems that this implies.

For the server, a balanced virtual machine was used which contains: 4 GB RAM, 2-core CPU, 80 GB SSD disk and 4 TB in data transfer. This was the basic configuration for the machine, and depending on the needs of each moment, functionality of the server can be improved in a totally flexible way.

2.3. Statistical Analysis

Statistical analysis was run to process farmers, technicians, and quality managers answers. For the statistical analysis, SPSS 12.0 package for Windows was used to perform the Pearson Chi square, Mann-Whitney U, and Kruskal-Wallis H statistical tests, in order to analyze the behavior of the three groups under study, both jointly and bilaterally.

3. Results and Discussion

3.1. Survey Outcomes

The first question, P1a, (*Do you use electronic devices or the internet in your work on a daily basis?*) (Table 1), produced the first significant differences between the group of farmers and those of technicians and managers (Table 3). Thus, only 23.7% of farmers claimed to use them against 89.3% of technicians and 100% of managers.

The first block (Figure 5) of questions revolves around the analysis of the perception of ERP applications in agriculture. Answers to question P2a (*What is your perception of the internet and computer programs in the management of your company?*) showed that perception was good (1.1 for technicians and 1.2 for managers as average mark), although this perception was worse in the case of farmers (1.6 as average mark) (Table 4). proposed scores were: Good = 1; Moderate = 2; Bad = 3. After the first block questions, respondents were asked to evaluate, from 0 to 10 in order terms of importance, a series of proposed features for a computer application that would be helpful in management (Table 4). The most valued was the option "*Must serve to make the daily tasks easier*" (P2g), scored above 9 within three groups. On the contrary, the least valued feature was "*Must help in the paperwork*" (P2g), scoring around 6 in all groups.

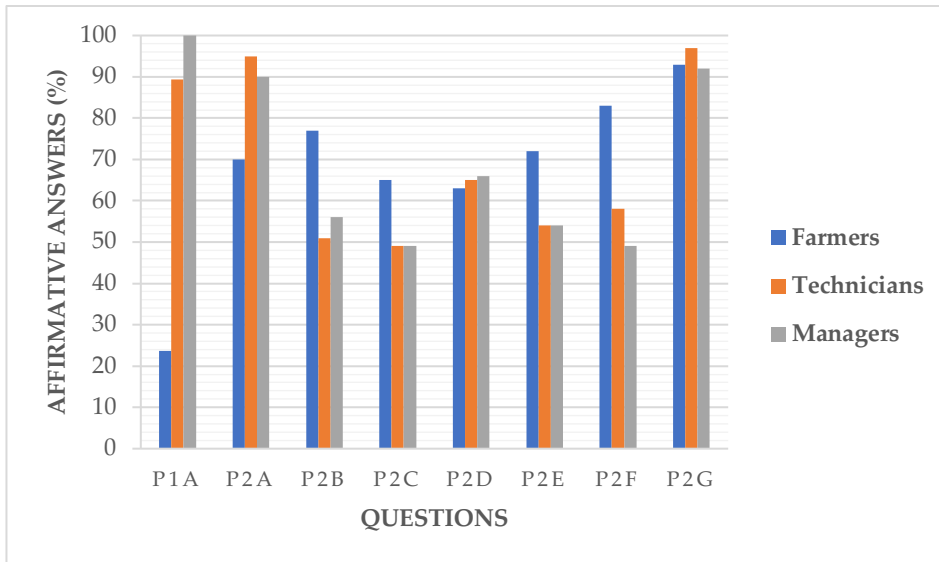


Figure 5. Answers for questions in Block 1 (all groups).

Significant differences appeared in the rest of the characteristics between the group of farmers and those of technicians and managers. “It is important that it serves as a field notebook” (P2f), “It must serve to help show the profitability” (P2c), “It must be simple” (P2c), and “It must integrate the soil, climate, and production data in each plot” (P2e) options were higher scored by farmers than by the other groups.

The second block (Figure 6) of questions dealt with the analysis of data collection on farms (Table 3). Both question P3a (*Do you have a register of climatic data related to the plots you manage?*) and P3b (*And a record of the production?*) presented a greater number of affirmative answers in the groups of technicians and managers than in farmers. For the first question, these differences were statistically significant (Table 3). Additionally, another evaluation was requested, from 0 to 10 regarding the importance of a series of modules in a possible application for plot management (Table 4). The most valued module by all groups was “Management of documents” (P3h). “The data modules of machinery used in the holding” (P3f) and “registration of cultivation tasks” (P3g) were more valued by farmers than by technicians and managers, with significant statistical differences between the first group and the other two. The other three modules proposed were also well valued by the three groups, with scores above 7.0.

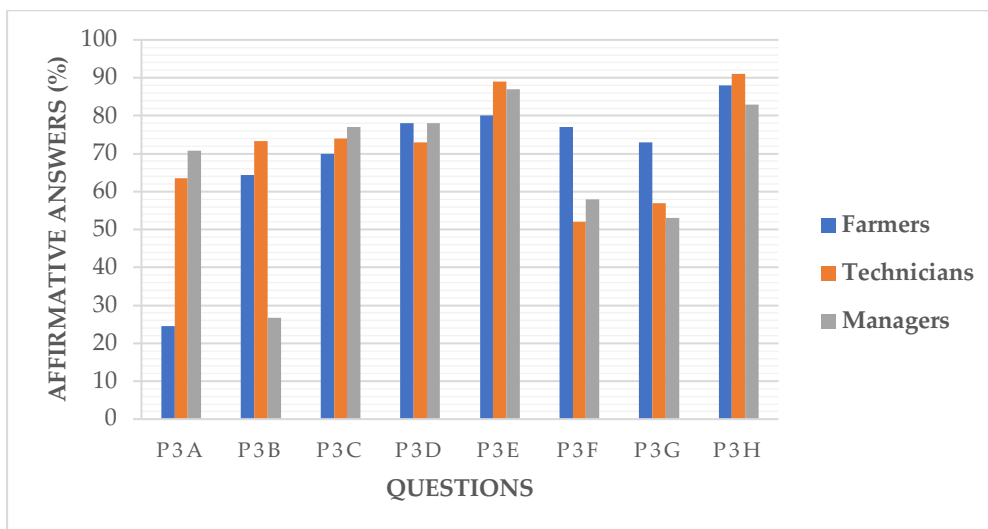


Figure 6. Answers for questions in Block 2 (all groups).

Third block of questions focused on management and decision-making needs (Table 1). Some questions were addressed only to farmers, others only to technicians and managers, and others to the three groups. Regarding farmers (Figure 7) results (Table 3) showed that: (i) 73.5% of respondents, answered that they are aware of how the cultivated plots behave (P4a); (ii) 73.0% answered to know the plot size (P4c); (iii) 65.3% answered that they know when was the last time that someone asked them for any information about their plots (P4e); and (iv) only 31.9% answered that they know (using real edaphoclimatic data) if there are differences among their distinct plots (P4g).

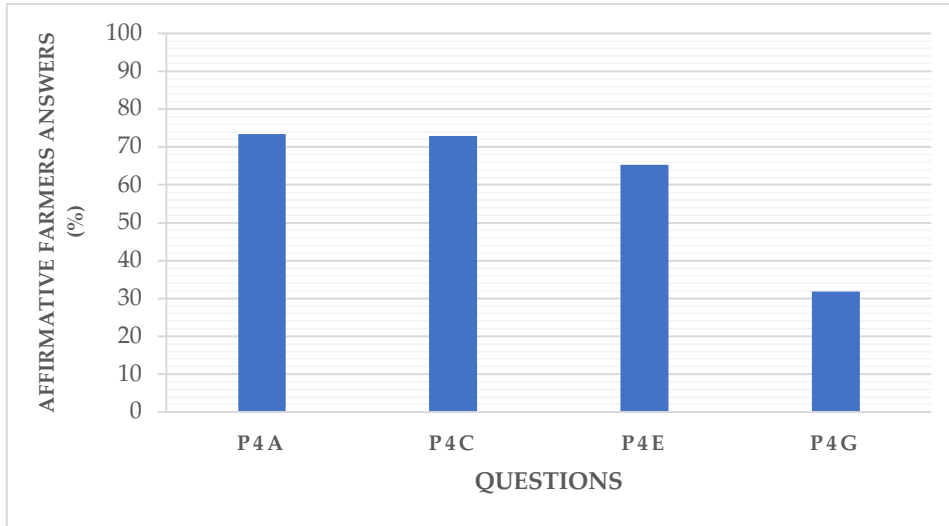


Figure 7. Farmers answers for questions in Block 3.

Regarding technicians and managers answers (Figure 8): (i) 63.6% of technicians and 93.3% of managers answered that they have to manage data concerning the members of their organization (P4b); (ii) 80.1% of technicians and 93.3% of managers were sure about that they are able to obtain updated information for each of their associates in a reasonable amount of time (P4d); (iii) 93.3% of technicians and 81.8% of managers could tell, based on real data, if there are edaphoclimatic differences among the zones that their organization manages (P4f); and (iv) 66.7% of technicians and 63.6% of managers were able to remember when was the last time that someone asked then for a specific information about one of their associates.

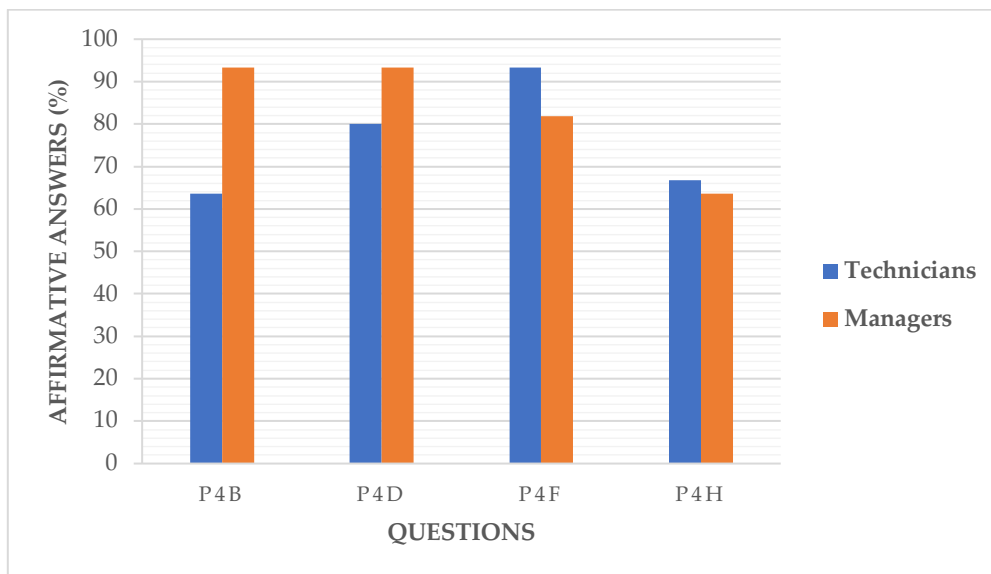


Figure 8. Answers for questions in Block 3 (technicians and managers).

Finally, answers to questions addressed to all groups (Figure 9) were as following: (i) 84.3% of farmers, 70.7% of technicians, and 80.8% of managers answered that they found difficult to fill in required documentation by current legislation (P4i); (ii) 26.5% of farmers, 73.3% of technicians, and 72.7% of managers deemed that they need information grouped by zones in order to make general decisions (P4j) and statistically significant differences were found between farmers and the two other groups; and (iii) 90.3% of farmers, 86.3% of technicians, and 93.3% of managers considered necessary an accounting system linked to yield data supply (P4k).

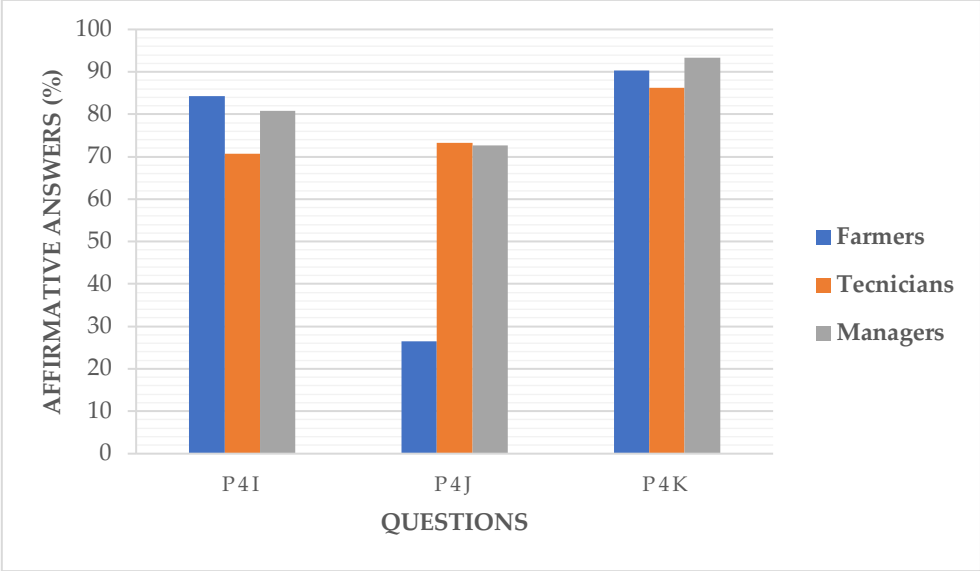


Figure 9. Common answers for questions in Block 3 (all groups).

The fourth and last block (Figure 10) of questions addressed the use of applications and solutions (Table 1). Regarding farmers (Table 3), 90.2% of them answered that they do not use any type of computer program to manage the information concerning their plots and to assist them in decisions about concerning production (P5a and P5c).

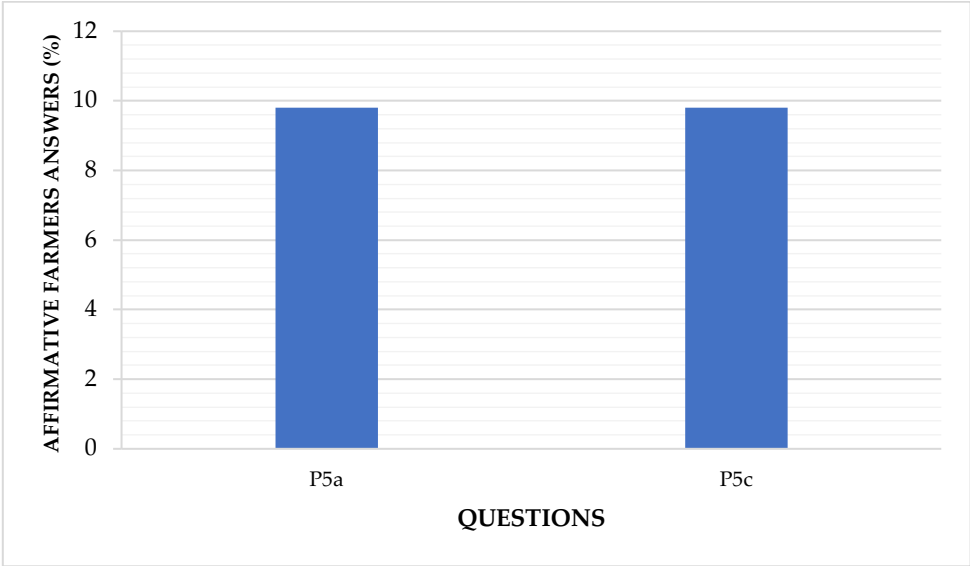


Figure 10. Answers for questions in Block 4 (farmers).

On the other hand, 70.4% of technicians and 80.3% of managers answered (Figure 11) that they use a computer program to manage the information related to their different associates. Also, 66.7% of technicians and 63.6% of managers affirmed to make decisions at the territorial level (P5b and P5d).

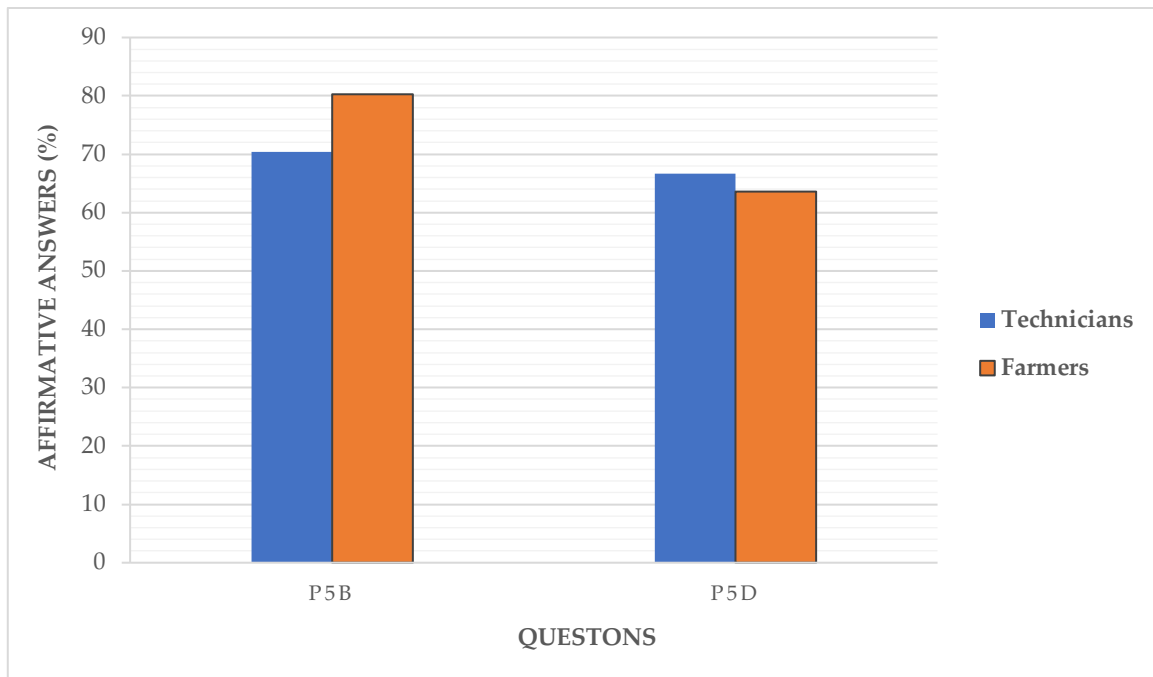


Figure 11. Answers for questions in Block 4 (technicians and managers).

So, it can be said that there is a need for an ERP platform that coordinates the plot production information at the three decision making levels: farmers, technicians, and managers.

Table 3. Analysis of the dichotomous qualitative variables of the survey.

	Farmers (F)		Technicians (T)		Managers (M)		Interactions									
							F×T×M		T×M		F×M		F×T		F×(T+M)	
	%Yes	%No	%Yes	%No	%Yes	%No	X ²	<i>p</i>	X ²	<i>p</i>	X ²	<i>p</i>	X ²	<i>p</i>	X ²	<i>p</i>
P1a	23.7	76.3	89.3	10.7	100	0	44.6	0.00 * ²	0.1	0.74	26.1	0.00 *	27.3	0.00 *	44.4	0.00 *
P3a	24.5	75.5	63.5	36.5	70.7	29.3	23.1	0.00 *	0.0	0.97	10.9	0.00 *	14.7	0.00 *	23.1	0.00 *
P3b	67.4	42.6	73.3	26.7	72.7	27.3	2.4	0.31	-	-	-	-	-	-	-	-
P4a	73.5	26.5	-	-	-	-	- ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4b	-	-	63.6	36.4	93.3	6.7	-	-	3.6	0.06	-	-	-	-	-	-
P4c	73.0	27.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4d	-	-	80.1	20.9	93.3	6.7	-	-	0.0	0.76	-	-	-	-	-	-
P4e	65.3	34.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4f	-	-	93.3	6.7	81.8	18.2	-	-	0.8	0.36	-	-	-	-	-	-
P4g	31.9	68.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P4h	-	-	66.7	33.3	63.6	36.4	-	-	0.0	0.87	-	-	-	-	-	-
P4i	84.3	15.7	70.7	29.3	80.8	19.2	0.1	0.92	-	-	-	-	-	-	-	-
P4j	26.5	73.5	73.3	26.7	72.7	27.3	23.1	0.00 *	0.0	0.97	10.9	0.00 *	14.7	0.00 *	23.1	0.00 *
P4k	90.3	9.7	86.3	13.7	93.3	6.7	2.2	0.32	-	-	-	-	-	-	-	-
P5a	9.8	90.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P5b	-	-	70.4	29.6	80.3	19.7	-	-	7.3	0.24	-	-	-	-	-	-
P5c	9.8	90.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
P5d	-	-	66.7	33.3	63.6	36.4	-	-	0.0	0.87	-	-	-	-	-	-

¹ The symbol “-” indicates that the question was not applied to that group, while ² the symbol “*” Statistically significant at $p < 0.05$.

Table 4. Analysis of the quantitative variables of the survey.

	Farmers (F)		Technicians (T)		Managers (M)		Interactions									
							F×T×M		T×M		F×M		F×T		F×(T+M)	
							H - Kruskal Wallis				U - Mann-Whitney					
	m	sd	m	sd	m	sd	X ²	p	U	p	U	p	U	p	U	p
P2a#	1.6	0.7	1.1	0.5	1.2	0.5	0.8	0.73								
P2b	7.7	2.4	5.1	2.0	5.6	2.5	22.3	0.00 *	57.5	0.19	531.5	0.04 *	551.0	0.00 *	1132.5	0.00 *
P2c	6.5	2.3	4.9	2.7	4.9	3.0	8.2	0.02 *	73.0	0.79	497.5	0.02 *	968.0	0.01 *	1745.5	0.00 *
P2d	6.3	2.7	6.5	2.2	6.6	2.3	0.1	0.89								
P2e	7.2	2.4	5.4	2.3	5.4	3.0	11.6	0.00 *	79.0	0.96	724.0	0.03 *	875.5	0.00 *	1670.5	0.00 *
P2f	8.3	2.4	5.8	2.0	4.9	2.5	26.2	0.00 *	75.4	0.19	582.5	0.04 *	564.0	0.00 *	1134.5	0.00 *
P2g	9.3	4.7	9.2	1.3	9.7	3.6	2.4	0.73								
P3c	7.0	4.4	7.4	1.1	7.7	1.9	1.4	0.50								
P3d	7.8	2.1	7.3	1.5	7.8	2.0	8.1	0.34								
P3e	8.0	2.1	8.9	1.7	8.7	1.6	4.2	0.12								
P3f	7.7	2.4	5.2	2.0	5.8	2.5	24.3	0.00 *	57.5	0.19	571.5	0.04 *	551.0	0.00 *	1122.5	0.00 *
P3g	7.3	3.2	5.7	3.2	5.3	2.3	9.9	0.01 *	80.0	0.89	655.5	0.02 *	1023.0	0.03 *	1678.5	0.00 *
P3h	8.8	4.2	9.1	4.6	8.3	4.2	0.8	0.66								

The letters m = mean; sd = standard deviation. The symbol #=Score (Good = 1; Moderate = 2; Bad = 3). The symbol * = statistically significant at $p < 0.05$.

3.2. Functioning of the ERP Platform for an Agricultural Holding

The operation application of the ERP platform designed to manage an agricultural operation in the Autonomous Community of Valencia (Spain) is explained below. The platform was developed and tested under the supervision of the government department of the Autonomous Community that deals with agriculture (Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural). Additionally, a group of farmers has also used the application sending continuous feedback that allowed the optimization and improvement of the platform.

3.2.1. Agronomic Management of the Plots

Spanish legislation (Real Decreto 1311/2012) requires farmers to use the Operational Notebook as a record of the daily activity that takes place in an agricultural plot. Thus, this platform permits automatic generation of the documentation required by the regulations, allowing it to be printed or exported to the following telematic formats: PDF, XLS, and CSV. An example of the plots distribution is presented in Figure 12.

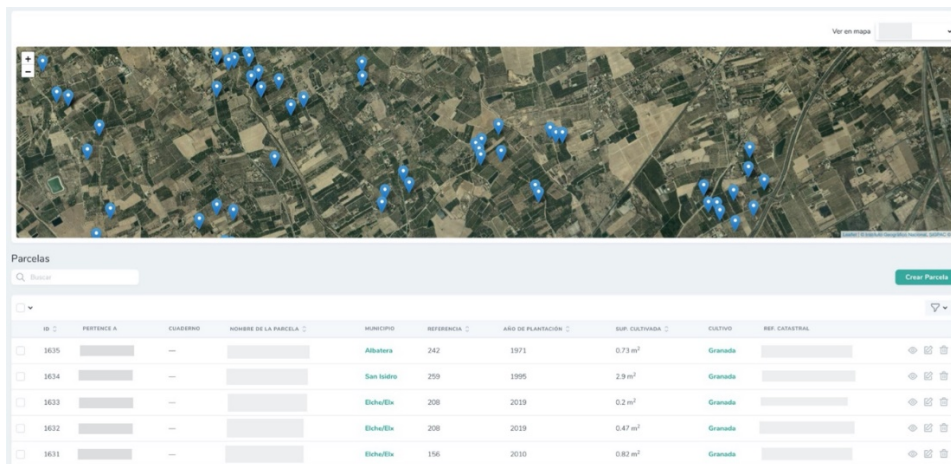


Figure 12. A list of geolocated plots. Personal data has been removed from the image.

First, the plot is geolocated (Figure 13) using WMS technology, and all the information available for the plot is compiled from third-party sources such as the Geographic Information System for Agricultural Parcels (SIGPAC, a tool originally conceived with the purpose of making it easier for farmers to submit applications, with graphic support, as well as to facilitate administrative and on-site controls [50]) or the Catastro (through its cadastral map publication service on the internet [51]). From this moment, all the information added to the plot is automatically geolocated.

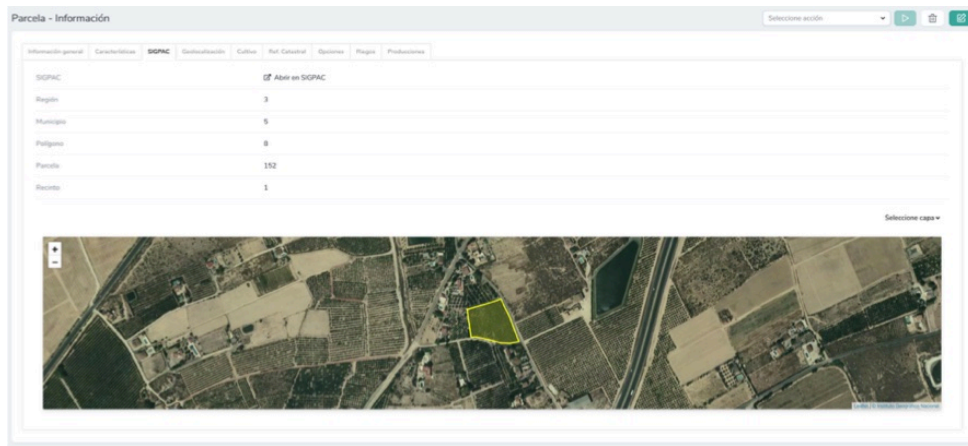


Figure 13. Plot geolocation process.

In order to act as a log of the activities in the plot, the platform was able to manage the agronomic information related to phytosanitary treatments, pests, irrigation, cultivation tasks (pruning, fertilizers, amendments, etc.), incidents that have occurred in the agricultural holding, harvesting, workers and machinery manager, and management of seeds.

The system stores the agronomic actions that are added to it by linking them with a date (date of application or completion), thus their history for each plot can be provided. There is also a list of agronomic actions that can be filtered, listed, and exported according to the needs of the user.

Moreover, the ERP platform allows to provide an evidence of sustainable agricultural practices at the plot level and can set the basis for CO₂ uptake. This allows farmers to fulfil CAP and society requirements. Territorial brand managers can also show to society how buying quality food linked to origin contribute to a better environment.

3.2.2. Irrigation Records

The application also permits managing the water inputs to the plots, allowing to keep a historical record of water contributions. Another functionality is to manage all the indicated items required by Spanish legislation, such as bodies of water (Figure 14) and their specific characteristics.

All this data can be displayed on the screen by means of graphs and related to climatic data, such as rainfall on the plot. This supposes an essential part of the project as water use in agriculture is a major concern in Spain. This provides evidences of farmer environmental concern.

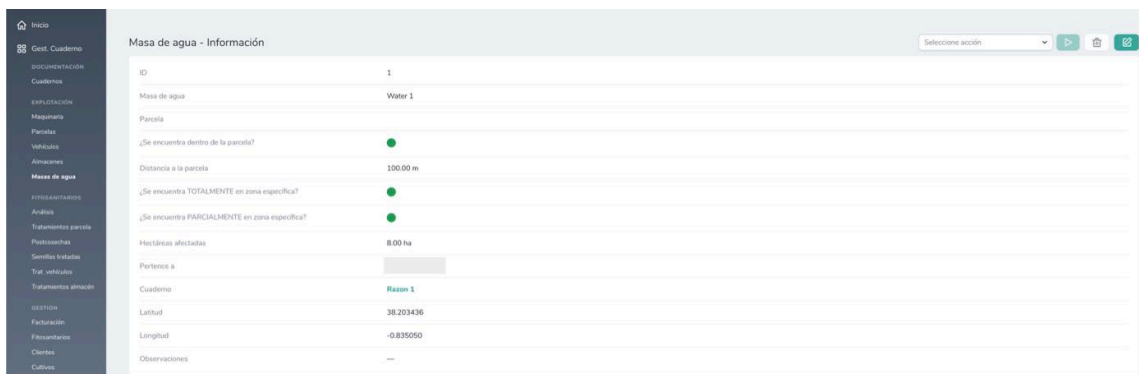


Figure 14. Bodie of water report. Personal data has been removed from the image.

3.2.3. Reports of Climatic Data

The platform allows users to manage their own weather data from an on-site meteorological station, connected to the platform through the connection API. If the user does not have this infrastructure, when geolocating the plot, the system searches for the closest AEMET meteorological station and those the data from will be taken. The user must indicate to the system, through a selector in the administration panel, where the data want to be consulted.

In the case of AEMET, historical data since 2011 from the meteorological stations are available, although for some stations they date back 20 years. Users can access the data records (mainly temperature, humidity, and precipitation) for each day, from the different meteorological stations available in the database. Figure 15 shows an example of data received by the platform from AEMET.

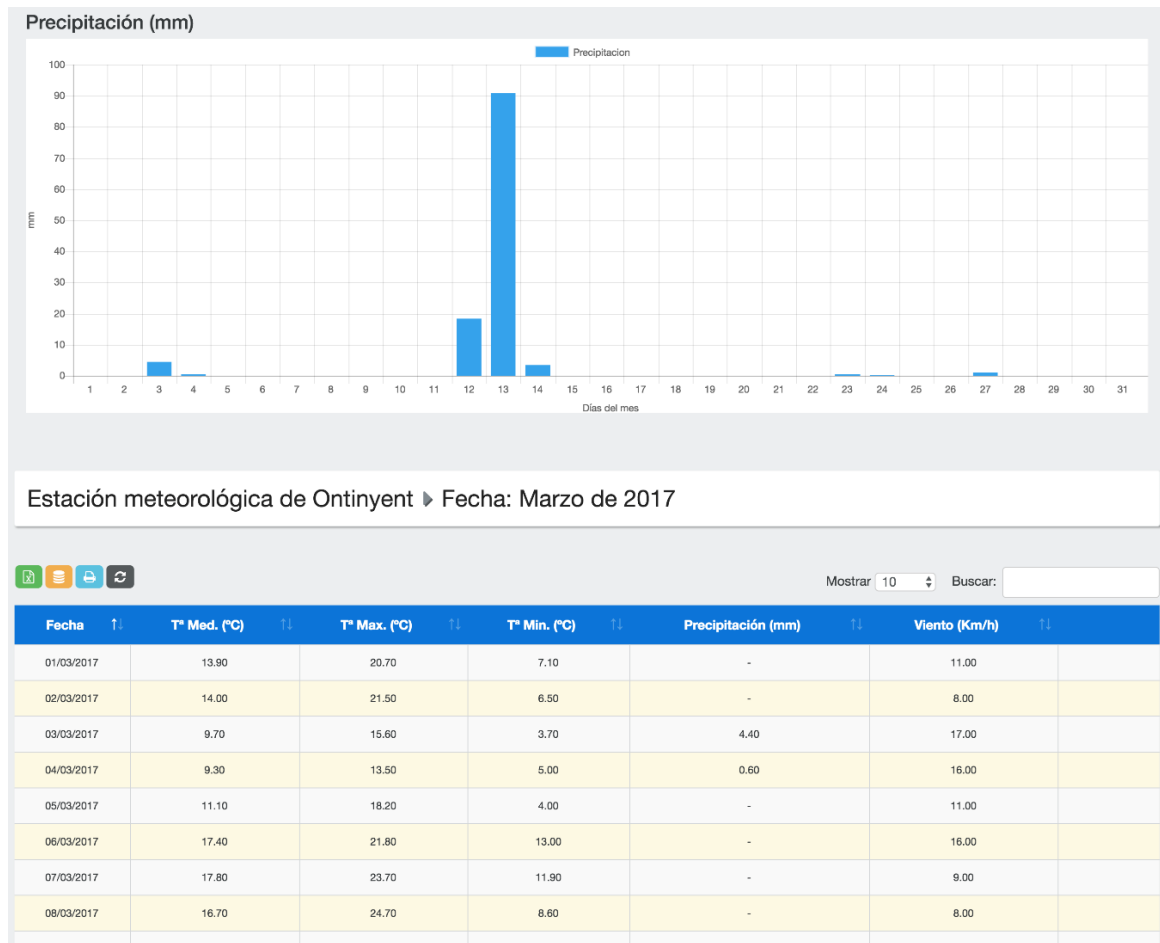


Figure 15. Example of climatological data from the AEMET climate station, located in Ontinyent (Valencia).

3.2.4. Management System

The platform has a global management system, which allows the administration of roles and permissions which bring access to different parts of the system. The permission system allows different users to access the data based on the parameters established for each of them. The roles and permissions system are managed through the packages developed by Spatie (a software development company), which is called, Laravel permission [40]. This package permits to associate users with roles and permissions. For instance, a farmer can see only their data, while the system administrator can access to all the data. Therefore, a list of system access

roles can be established, and each of them with different access permissions. Figure 16 presents users with different accesses and roles on the platform.

ID	ESTADO	NOMBRE	CUIDADO	EMAIL	PERTENENCIA	PERMISOS	MÓDULOS
4	●					Gestor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agronómico ✓ Facturación ✓ Parcelas
6	●	Usuario-00006				Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Parcelas ✗ Agronómico ✗ Facturación
7	●	Usuario-00007				Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Facturación ✓ Parcelas ✗ Agronómico
8	●	Usuario-00008				Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agronómico ✓ Parcelas ✗ Facturación
9	●	Usuario-00009				Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agronómico ✓ Parcelas ✗ Facturación
10	●	Usuario-00010				Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Agronómico ✗ Facturación ✗ Parcelas
11	●	Usuario-00011				Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Agronómico ✓ Facturación ✓ Parcelas
12	●	Usuario-00012				Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Facturación ✓ Parcelas ✗ Agronómico
13	●	Usuario-00013				Agricultor	<ul style="list-style-type: none"> ✗ Agronómico ✗ Facturación ✗ Parcelas

Figure 16. Roles and permission administration. Personal data has been removed from the image.

This opens the possibility to companies technicians to check where the product is processed, and to quality PDO and PGI managers to access information useful in the decision making process from a territorial point of view. Additionally, gives evidence of production good practices regarding CO₂ uptake and water use, etc.

3.2.5. Other Components

The platform also has a series of components such as (i) machinery (Figure 17) and vehicle management (inventory management, insurance, maintenance, etc.); (ii) personnel records and management (personal information of workers, training and authorization for the handling of phytosanitary products); (iii) agricultural product commercialization records; (iv) generate reports and documentation and (v) warehouse control.

Maquina - Información	
ID	1
Maquina	Cultivator
Modelo	Honda tiller
Fecha compra	10/12/2018
Última inspección	04/12/2019
Pertenencia a	
Cuaderno	Reason 1
Marca	---
Código R.C.M.A.	20396489
N° serie	SE-39471033FG
Próxima inspección	04/12/2020
¿Fitosanitario?	●
Observaciones	---

Figure 17. Machinery management detail. Personal data has been removed from the image.

4. Conclusions

This study revealed that farmers, technicians, and managers of territorial quality brands are aware of the changes needed in the agricultural business model to facilitate a new way of performing the internal management of farms. This must produce an increase in food quality and in environmental concern. Therefore,

technological solutions are needed to boost the agricultural sector, which nowadays, as far as it concerned, this is not covered by the technology sector. Thus, the present ERP tool can be the global solution to face both mentioned challenges because allows data collection, information management, its subsequent analysis and finally a detailed traceability of the products and the processes. The importance of this platform refers to the allowance of agricultural information collection in real time, which help to increase the knowledge of the farm and agricultural area situation. This platform, based on the use of Precision Agriculture, is being used by more than 1500 farms that are continuously adding information to the system. At the same time, they are evaluating the product, with the aim of converting all that information into predictive models capable of anticipating the most common problems suffered by agricultural operations, such as pests, droughts, and fertilization. Thus, this is an essential tool which allow farmers to optimize the farm management based on this information. In the future, the platform will be able to process and model the data in real time, offering suggestions and improvements on farms, due to the use of Big Data.

Author Contributions: Conceptualization, D.A.M.; D.B.L.-L. and M.C.-L.; Methodology, D.A.M., D.B.L.-L. and F.J.d.C.-G.; Software, D.A.M.; Formal Analysis, D.B.L.-L., L.L. and H.I.-I.; Writing—Original Draft Preparation, D.A.M., D.B.L.-L., L.L. and P.S.-B.; Writing—Review and Editing, D.A.M., L.L. and D.B.L.-L.; Project Administration, D.A.M. and D.B.L.-L. All authors have read and agreed to the published version of the manuscript.

Funding: This research was partly funded by Conselleria de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural (Generalitat Valenciana).

Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

References

1. Van Ittersum, K.; Candel, M.J.J.M.; Meulenbergh, M.T.G. The influence of the image of a product's region of origin on product evaluation. *J. Bus. Res.* **2003**, *56*, 215–226.
2. Ruiz, M.P.M.; Zarco, A.I.J. La potenciación del origen en las estrategias de marketing de productos agroalimentarios. *Boletín Económico ICE* **2006**, *2880*, 18.
3. Felzensztein, C.; Hibbert, S.; Vong, G. Is the Country of Origin the Fifth Element in the Marketing Mix of Imported Wine? *J. Food Prod. Mark.* **2004**, *10*, 73–84.
4. Kur, A.; Cock, S. Nothing but a GI Thing: Geographical Indications under EU Law. *Intellect. Prop. Media Entertain. Law J.* **2007**, *17*, 19.
5. Simon, Z. UE: Campaña en Tokaj para Acabar con las Imitaciones. Available online: http://elmundo-vino.elmundo.es/elmundovino/noticia.html?vi_seccion=7&vs_fecha=200406&vs_noticia=1086850889 (accessed on 4 September 2020).
6. Skuras, D.; Vakrou, A. Consumers' willingness to pay for origin labelled wine: A greek case study. *Brit. Food J.* **2002**, *104*, 898–912.
7. Jones, G.V.; Snead, N.; Nelson, P. Geology and Wine 8. Modeling Viticultural Landscapes: A GIS Analysis of the Terroir Potential in the Umpqua Valley of Oregon. *Geosci. Can.* **2004**, *31*, 4.
8. Caesarius, L.M.; Hohenthal, J. Searching for big data: How incumbents explore a possible adoption of big data technologies. *Scand. J. Manag.* **2018**, *34*, 129–140.
9. Sakr, S.; Gaber, M.M. *Large Scale and Big Data—Processing and Management*; Auerbach Publications: Boca Raton, FL, USA, 2014.
10. Cukier, K.; Mayer-Schönberger, V. *Big data: La revolución de los datos masivos*; Primera edición.; Turner Publicaciones S.L.: Madrid, Spain, 2013; ISBN 978-84-15427-81-0.
11. Aguilar, L.J. *Big Data, Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones*; Alfaomega Grupo Editor, Mexico City, Mexico, 2016; ISBN 978-607-707-757-2.
12. Bhat, W.A. Bridging data-capacity gap in big data storage. *Future Gener. Comput. Syst.* **2018**, *87*, 538–548.
13. De, B. *API Management: An Architect's Guide to Developing and Managing APIs for Your Organization*; Apress, 2017; ISBN 978-1-4842-1305-6.
14. Nguyen, V.-Q.; Nguyen, S.N.; Kim, K. Design of a Platform for Collecting and Analyzing Agricultural Big Data. *J. Digit. Contents Soc.* **2017**, *18*, 149–158.

15. Corbellini, A.; Mateos, C.; Zunino, A.; Godoy, D.; Schiaffino, S. Persisting big-data: The NoSQL landscape. *Inf. Syst.* **2017**, *63*, 1–23.
16. Bicevska, Z.; Oditis, I. Towards NoSQL-based Data Warehouse Solutions. *Procedia Comput. Sci.* **2017**, *104*, 104–111.
17. Liao, Y.-T.; Zhou, J.; Lu, C.-H.; Chen, S.-C.; Hsu, C.-H.; Chen, W.; Jiang, M.-F.; Chung, Y.-C. Data adapter for querying and transformation between SQL and NoSQL database. *Future Gener. Comput. Syst.* **2016**, *65*, 111–121.
18. Bongiovani, R.; Chartuni, E.; Best, S.; Roel, Á. *Agricultura de precisión: Integrando Conocimientos para una Agricultura Moderna y Sustentable*; Procisur/IICA, 2006; ISBN 978-92-9039-741-0.
19. Pucha-Cofrep, F.; Fries, A.; Cánovas-García, F.; Oñate-Valdivieso, F.; González-Jaramillo, V.; Pucha-Cofrep, D. *Fundamentos de SIG: Aplicaciones con ArcGIS*; Ediloja Cia. Ltda.: Loja, Ecuador, 2017; ISBN 978-9942-28-901-8.
20. Carbonell, I.M. The ethics of big data in big agriculture. *Internet Policy Review* 2016, *5*, doi:10.14763/2016.1.405.
21. Roblek, V.; Meško, M.; Krapež, A. A Complex View of Industry 4.0. *SAGE Open* 2016, *6*, doi:10.1177/2158244016653987.
22. Weltzien, C. Digital agriculture—Or why agriculture 4.0 still offers only modest returns. *Agric. Eng.* **2016**, *71*, 66–68.
23. Braun, A.-T.; Colangelo, E.; Steckel, T. Farming in the Era of Industrie 4.0. *Procedia Cirp* **2018**, *72*, 979–984.
24. Lee, J.; Lapira, E.; Bagheri, B.; Kao, H. Recent advances and trends in predictive manufacturing systems in big data environment. *Manuf. Lett.* **2013**, *1*, 38–41.
25. Latorre, M. Historia de las Web, 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0. Available online: http://umch.edu.pe/arch/hnomarino/74_Historia%20de%20la%20Web.pdf (accessed on 7 August 2020).
26. Surjit, R.; Rathinamoorthy, R.; Vardhini, K.J.V. *ERP for Textiles and Apparel Industry*; CRC Press, Boca Ratón, Florida, USA, 2016; ISBN 978-93-85059-59-9.
27. Elragal, A.; Haddara, M. The Future of ERP Systems: look backward before moving forward. *Procedia Technol.* **2012**, *5*, 21–30.
28. Stauffer, M. *Laravel: Up and Running: A Framework for Building Modern PHP Apps*; O'Reilly Media, Inc.: Sebastopol, CA, USA, 2016.
29. Hasan, S.S.; Isaac, R.K. An integrated approach of MAS-CommonKADS, Model-View-Controller and web application optimization strategies for web-based expert system development. *Expert Syst. Appl.* **2011**, *38*, 417–428.
30. Chen, X.; Ji, Z.; Fan, Y.; Zhan, Y. Restful API Architecture Based on Laravel Framework. *J. Phys. Conf. Ser.* **2017**, *910*, 012016.
31. Anh, N.V. Anshkohbo/no-captcha. Available online: <https://github.com/anhskohbo/no-captcha> (accessed on Aug 10, 2020).
32. Askedio/laravel-soft-cascade: Cascade Delete & Restore when using Laravel SoftDeletes. Available online: <https://github.com/Askedio/laravel-soft-cascade> (accessed on Aug 10, 2020).
33. Heuvel, B. vd barryvdh/laravel-dompdf: A DOMPDF Wrapper for Laravel. Available online: <https://github.com/barryvdh/laravel-dompdf> (accessed on Aug 10, 2020).
34. Bronner, M. GeneaLabs/laravel-model-caching: Eloquent model-caching made easy. Available online: <https://github.com/GeneaLabs/laravel-model-caching> (accessed on Aug 10, 2020).
35. Intervention Image—Introduction. Available online: <http://image.intervention.io/> (accessed on 10 August 2020).
36. Estefane, J. grimzy/laravel-mysql-spatial: MySQL Spatial Data Extension integration with Laravel. Available online: <https://github.com/grimzy/laravel-mysql-spatial> (accessed on Aug 10, 2020).
37. Brouwers, P. Maatwebsite/Laravel-Excel: Supercharged Excel exports and imports in Laravel. Available online: <https://github.com/Maatwebsite/Laravel-Excel> (accessed on Aug 10, 2020).
38. spatie/laravel-cookie-consent: Make your Laravel app comply with the crazy EU cookie law. Available online: <https://github.com/spatie/laravel-cookie-consent> (accessed on Aug 10, 2020).
39. spatie/laravel-html: Painless html generation. Available online: <https://github.com/spatie/laravel-html> (accessed on Aug 10, 2020).
40. spatie/laravel-permission: Associate users with roles and permissions. Available online: <https://github.com/spatie/laravel-permission> (accessed on Aug 10, 2020).
41. Laravel Nova. Available online: <https://nova.laravel.com/> (accessed on 11 August 2020).
42. Forta, B. *MariaDB Crash Course*; Addison-Wesley Professional: Boston, MA, USA, 2011; ISBN 978-0-13-284235-8.
43. Chodorow, K. *MongoDB: The Definitive Guide: Powerful and Scalable Data Storage*; O'Reilly Media, Inc., Sebastopol, CA, USA, 2013; ISBN 978-1-4493-4482-5.
44. Sarig, M. MongoDB vs MySQL: The Differences Explained. Available online: <https://blog.panoply.io/mongodb-and-mysql> (accessed on 10 August 2020).

45. Object-relational mapping. Available online: https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Object-relational_mapping&oldid=952535425 (accessed on 10 August 2020).
46. Bean, M. *Laravel 5 Essentials*; Packt Publishing Ltd, Birmingham, UK, 2015; ISBN 978-1-78528-329-1.
47. Xu, C.; Sun, X.; Li, B.; Lu, X.; Guo, H. MULAPI: Improving API method recommendation with API usage location. *J. Syst. Softw.* **2018**, *142*, 195–205.
48. Sturm, R.; Pollard, C.; Craig, J. Chapter 11 – Application Programming Interfaces and Connected Systems. In *Application Performance Management (APM) in the Digital Enterprise*; Sturm, R., Pollard, C., Craig, J., Eds.; Morgan Kaufmann: Boston, MA, USA, 2017; pp. 137–150.
49. Helmke, M. *Ubuntu Unleashed 2015 Edition: Covering 14.10 and 15.04*; Sams Publishing: Carmel, IN, USA, 2014.
50. Sistema de Información Geográfica de Parcelas Agrícolas (SIGPAC). Available online: <https://www.mapa.gob.es/es/agricultura/temas/sistema-de-informacion-geografica-de-parcelas-agricolas-sigpac/default.aspx> (accessed on 10 August 2020).
51. Portal de la Dirección General del Catastro. Available online: <http://www.catastro.minhap.gob.es/esp/wms.asp> (accessed on 10 August 2020).