



**Departamento de
Geografía y
Ordenación del Territorio
Universidad Zaragoza**

**PRÁCTICAS DE
EMPRESA EN UNA
CONSULTORÍA
AMBIENTAL**

**PROPUESTA DE
UN MODELO DE
TRASLOCACIÓN
DE UNA
POBLACIÓN
VEGETAL**

Ordenación Territorial y Medioambiental

Isabel García Montes

2016

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	1
PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA	1
PRÁCTICAS	3
CRONOLOGÍA Y LISTADO DE PROYECTOS.....	3
INFORME DE FLORA	3
INTRODUCCIÓN	6
Actuación	6
Caracterización de la zona de actuación	6
DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE	14
Características	16
JUSTIFICACIÓN DEL INFORME: NECESIDAD E IMPORTANCIA DE LA ESPECIE	17
Indicencias.....	¡Error! Marcador no definido.
METODOLOGÍA A EMPLEAR	21
PROCEDIMIENTO	26
Análisis estadístico de las variables: búsqueda de patrones.....	26
Modelo del procedimiento GIS empleado	28
RESULTADOS	31
Índice de Morans I.....	32
Distribución normal.....	34
ELECCIÓN DE ZONA ÓPTIMA Y JUSTIFICACIÓN	41
CONCLUSIONES	43
IMPRESIÓN GLOBAL DE LAS PRÁCTICAS	44
BIBLIOGRAFÍA	46

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Áreas territoriales del Grupo Tysa	2
Figura 2. Cronograma de las prácticas	3
Figura 3. Distribución de los pies de Centaurea en el área de explotación.....	6
Figura 4. Detalle del mapa geológico (Hoja 423 ·Paniza" del Igme) con la zona de estudio resaltada	10
Figura 5. Localización de los pies de Centaurea dentro del ámbito de explotación	19
Figura 6. Centaurea pinnata (izquierda) e individuo de Centaurea de la población ubicada en la zona de explotación (derecha).....	20
Figura 7. Muestra de la forma de organización de la información recogida en el campo	22
Figura 8. Interpretación de los posibles resultados del Índice de Morans I.....	24
Figura 9. Explicación de los elementos estadísticos de la Campana de Gauss.....	25
Figura 10. Fase I del Análisis Territorial del área de explotación	28
Figura 11. Fase II del Análisis Territorial del área de explotación	29
Figura 12. Fase III del Análisis Territorial del área de explotación	30
Figura 13. Búsqueda de áreas óptimas mediante calculadora ráster	31
Figura 14. Histograma de la variable "Cota"	34
Figura 15. Histograma de la variable "Pendiente"	34
Figura 16. Histograma de la variable "Orientación"	36
Figura 17. Gráficas radiales de orientación. Valores de 2x2.....	37
Figura 18. Gráficas radiales de orientación. Valores de 0.5x0.5.....	38
Figura 19. Detalle de mapa de Radiación con los individuos orientados al Norte en rojo.....	39
Figura 20. Histograma de la variable "Radicación"	40
Figura 21. Distribución de posibles nuevos hábitats sobre mdt (izq) y Ortofoto del 2015 (Der)	41
Figura 22. Zona potencial nº1 ubicada en ambiente boscoso.....	42
Figura 23. Zona potencial nº2 con acceso preexistentes	42
Figura 24. Zona potencial nº3	43

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM que definen el polígono de explotación del proyecto	6
Tabla 2. Caracterización climatológica de la zona del proyecto.....	7
Tabla 3. Temperaturas medias mensuales (°C).....	7
Tabla 4. Temperaturas mínimas medias mensuales(°C)	8
Tabla 5. Temperaturas máximas medias mensuales (°C)	8
Tabla 6. Precipitación media mensual (mm).....	8
Tabla 7. Precipitación máxima en 24 horas mensual (mm)	9
Tabla 8. Características de Centaurea pinatta. Fuente:Catálogo de Especies Amenazadas en Aragón.....	16
Tabla 9. Distribución de Centaurea pinnata en zonas LIC. Fuente:Red de seguimienyo para especies de flora y hábitats de interés comunitario en aragón.	17
Tabla 10. Distribución de Centaurea pinnata en zonas ZEPA. Fuente:Red de seguimienyo para especies de flora y hábitats de interés comunitario en aragón	17
Tabla 11. Resumen I de los resultados del Índice de Morans I	32
Tabla 12. Resumen II de los resultados del Índice de Morans I.....	33
Tabla 13. Número de individuos clasificados por orientación. Valores De 2X2	36
Tabla 14. Número DE INDIVIDUOS CLASIFICADOS POR ORIENTACIÓN. Valores de 0.5x0.5	38
Tabla 15. Valores óptimos	40

INTRODUCCIÓN

El Trabajo Final de Máster (TFM) persigue demostrar por parte del alumno todos los conocimientos y habilidades adquiridos a lo largo del pasado curso. Se ha escogido la opción de desarrollar el TFM junto con prácticas externas porque se cree que el poder trabajar en una empresa desde la Universidad es una gran oportunidad para seguir aprendiendo y conocer la realidad laboral del campo en el que se ha formado. La siguiente memoria pretende presentar los diferentes proyectos en los que la alumna ha participado durante la realización de las prácticas externas en las que ha tenido que superar problemas y retos propios de la Ordenación Territorial y la Evaluación Ambiental.

OBJETIVOS

A pesar de que se ha participado en más de un proyecto durante la realización de las prácticas, este trabajo tiene como objetivo principal presentar una propuesta de un modelo de translocación de una especie vegetal planteado como una medida correctiva dentro de un Estudio de Impacto Ambiental ubicado en la zona de Calatayud.

Gracias a esto, se han podido manejar herramientas y material de GIS nuevos para la estudiante, además de reforzar lo ya conocido gracias al Máster Universitario en Ordenación Territorial y Medioambiental; y participar en más de un proceso de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos reales, completando los conocimientos teóricos adquiridos a lo largo de toda la formación universitaria.

PRESENTACIÓN DE LA EMPRESA

El Grupo TYPSA es un conjunto de empresas independientes de consultoría en los campos de ingeniería civil, arquitectura, industria y energía, y medio ambiente. Tiene sedes repartidas por todos los continentes, en más de 25 países. Sus áreas territoriales se reparten en:

- España y Portugal
- África y Asia Meridional
- EE.UU. y Canadá
- Centroamérica, México y Caribe

- América del Sur
- Brasil
- Europa y Asia Central
- Oriente Medio



FIGURA 1. ÁREAS TERRITORIALES DEL GRUPO TYPSA

Las áreas de actividad se clasifican entre:

- Edificación
- Ingeniería Civil
- Industria y Energía
- Medio Ambiente

Las prácticas se realizaron en la sede que se encuentra en Zaragoza, C/Allué Salvador nº 5, 50001 (Zaragoza), que se especializa, sobre todo, en Ingeniería Civil y Medio Ambiente.

El periodo de prácticas empezó el lunes 13 de junio y finalizó el 29 de julio, realizando un total de 7 semanas y 250 horas.

PRÁCTICAS

En las prácticas se realizaron tareas relacionadas con la redacción y desarrollo de estudios de impacto ambiental de proyectos de ingeniería civil como variantes de carreteras, explotación de canteras o ubicación de parques eólicos.

CRONOLOGÍA Y LISTADO DE PROYECTOS

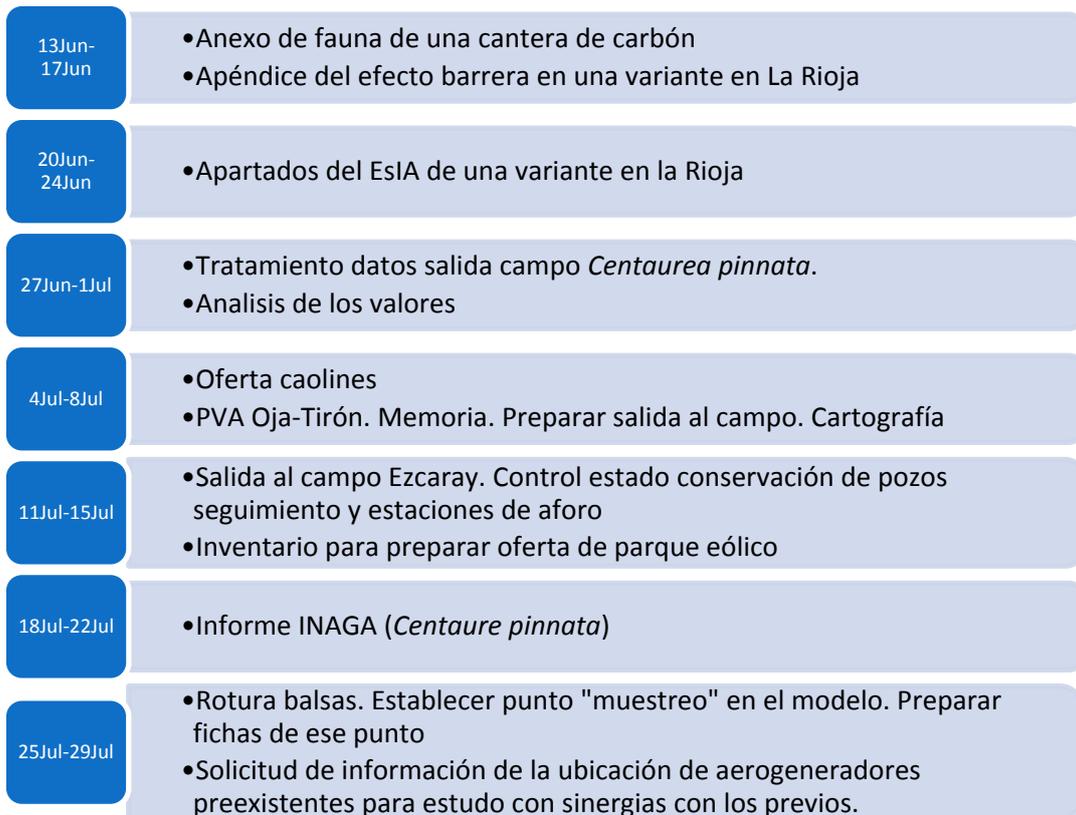


FIGURA 2. CRONOGRAMA DE LAS PRÁCTICAS

Los primeros días, se trabajó en la elaboración de un informe correspondiente a la fase de inventariado de una propuesta de extracción de carbón. El material de partida consistió en el listado de fauna presente en la zona, a partir de la cual se debía realizar la clasificación de las especies según la catalogación que diferentes convenios administraciones (europea, nacional y regional) y organizaciones otorgaban en cada caso. Además, se identificaron las aves que anidan en el suelo ya que éstas serían las más afectadas por los impactos derivados de la explotación del proyecto.

También se participó en la redacción del apéndice sobre el efecto barrera que suponía la construcción de una variante de una carretera nacional en La Rioja. El trazado del

proyecto cortaba transversalmente el flujo del paso de la fauna desde áreas de cultivo y montañas hasta un río y diversas afloraciones de aguas subterráneas que constituían la principal fuente de agua del hábitat. El trabajo consistió en generar cartografía que representara la presión que actualmente ejerce una vía de acceso preexistente sobre la fauna para conocer la magnitud del impacto actual y poder prever el impacto potencial de la nueva infraestructura. Además, gracias a esto, se hace posible la detección de puntos calientes de atropellos que indican los lugares con más frecuencia de paso y, por tanto, de la necesidad de crear pasos seguros para la fauna.

A partir de esta información, se diseñaron las medidas correctivas del proyecto y se propuso utilizar las Obras de Drenaje Transversal (ODT) de la misma infraestructura para que también sirviesen como una forma segura de atravesar la carretera. Se tuvo en cuenta la envergadura de las diferentes especies inventariadas a partir de informes de atropellos para adecuar las ODT a las necesidades de cada especie. Por otra parte, se utilizó vegetación como herramienta para guiar el paso de los animales de menor tamaño hacia las zonas seguras y obstaculizarles el paso en puntos peligrosos.

También se colaboró en la redacción de diferentes apartados del análisis de territorio, completando y ampliando la información que se ofrecía en la memoria del Estudio de Impacto Ambiental (EsIA).

En las siguientes semanas, técnicos del departamento de medio ambiente realizaron la última salida al campo correspondiente al proyecto en el que se basa esta memoria de TFM, y recogieron datos que completarían el inventario del EsIA. La función del alumno consistió en volcar toda la información recogida en el campo a un soporte digital y generar cartografía necesaria para elaborar un informe para el Instituto Aragonés de Gestión Ambiental (INAGA), que también se redactó como parte de las prácticas de empresa.

Por otra parte, se preparó el análisis preliminar de una unidad ambiental en la que se prospectaba emplazar una cantera de arcillas para presentar una propuesta de proyecto ante un concurso público dentro de la diputación de Aragón; así como otro análisis preliminar para un concurso referente a explotación de energía eólica. Semanas después, y derivado de este último proyecto, fue necesario elaborar una solicitud de información

de la ubicación actual de aerogeneradores preexistentes, adyacentes a la zona del nuevo campo eólico para el estudio de sinergias potenciales.

Asimismo, se colaboró en el seguimiento de dos proyectos ubicados en la zona de Ezcaray: en la traslocación de ictofauna mediante pesca eléctrica para salvar un salto artificial en un tramo del río Oja, y en la revisión del mantenimiento de infraestructuras de pozos de control.

En la última semana, se ayudó a establecer puntos de muestreo que proporcionaran información dentro de una serie de modelos que recreaban las diferentes situaciones en caso de que se rompiesen diversas balsas de riego, en diferentes condiciones. A partir de dichos puntos, se prepararon fichas que recogían características de los mismos, así como datos obtenidos de los modelos y con los que posteriormente se trabajaría estadísticamente.

INFORME DE FLORA

Para el desarrollo del presente Trabajo Final de Máster se escoge el proyecto sobre la explotación de una cantera de caolines que involucra a una población vegetal que suscitó el interés y la atención de varias organizaciones ecologistas.

En 2014 se redactó el “Estudio de Impacto Ambiental del Proyecto de explotación “La Loma-Mina Esperanza”, dentro de las concesiones de explotación “Mara II” número 2.602 y “Mara III” número 2.690, para recursos de la Sección c), arcillas especiales, en los términos municipales de Orera y Ruesca, su estudio de impacto ambiental y su plan de restauración, promovida por Sociedad Anónima de Minería y Tecnología de Arcillas (MYTA)”. Y, en el mismo año, se sometió a información pública. De ésta se emitieron alegaciones por parte de varias organizaciones como Ecologistas en Acción-Calatayud o la Asociación Naturalista de Aragón (ANSAR) en las que se expresaba que “[...] en una exploración, no exhaustiva, realizada en la mañana del 8 de julio de 2014, se ha podido constatar la presencia de más de 45 pies de *Centaurea pinnata* dispersos por las laderas del cerro sobre Valdelosterreros” (ANSAR, 2014) y su preocupación por las posibles afecciones que el proyecto pudiera ocasionar.

Para realizar un correcto seguimiento de las medidas correctoras propuestas para la preservación de dicha población se debía realizar un informe sobre su estado inicial y el seguimiento de la ejecución de las actuaciones de protección. Esta tarea se escogió como tema principal del TFM, teniendo completa autonomía en su diseño y desarrollo.

INTRODUCCIÓN

ACTUACIÓN

La zona de explotación en cuestión, se sitúa en las concesiones “MARA II” y “MARA III”, más concretamente en el paraje denominado “La Loma”, en los términos municipales de Orera y Ruesca, ambos en la provincia de Zaragoza. La mina “Esperanza” se desarrollará sobre 10 hectáreas de la “Loma de Orera” y sobre 20 hectáreas de la “Loma de Ruesca”. Los núcleos urbanos más próximos a la explotación minera serán Ruesca, a 1,5 0 km al Noreste y Suroeste, y Orera, a 1,5 km al Sureste y Noroeste. La superficie afectada por la explotación minera viene determinada por la siguiente poligonal (coordenadas UTM ETRS89, referidas al huso 30):

TABLA 1. COORDENADAS UTM QUE DEFINEN EL POLÍGONO DE EXPLOTACIÓN DEL PROYECTO

Vértice	Coordenada X	Coordenada Y	Vértice	Coordenada X	Coordenada Y
A	628.050	4.572.147	H	628.554	4.571.697
B	628.176	4.572.203	I	628.424	4.571.757
C	628.577	4.572.188	J	628.164	4.571.715
D	628.608	4.572.069	K	628.113	4.571.840
E	628.870	4.571.997	L	628.415	4.572.013
F	628.901	4.571.867	M	628.142	4.572.033
G	628.816	4.571.762			

FIGURA 3. DISTRIBUCIÓN DE LOS PIES DE CENTAUREA EN EL ÁREA DE EXPLOTACIÓN

CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA DE ACTUACIÓN

Para la caracterización de la zona de actuación se ha consultado el Estudio de Impacto Ambiental asociado al proyecto (Typsa, 2014), donde la información recogida se ha extraído de bibliografía referente a los temas inventariados o ha sido proporcionada por los organismos competentes en materia de medio ambiente (como por ejemplo el Servicio Provincial de Medio Ambiente de Zaragoza – Gobierno de Aragón), siempre junto a las comprobaciones de campo necesarias en estos análisis.

Se han analizado diversas variables físicas que tienen estrecha relación con el hábitat de la *Centaurea pinnata*. A continuación, se detallan las más relevantes.

CLIMA

Para la caracterización climatológica del ámbito de estudio, se han empleado los datos meteorológicos incluidos en el S.I.G.A. (Sistema de Información Geográfica de datos Agrarios) del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Se ha seleccionado la estación de “Calatayud Aguas” (9394U), por ser la más próxima a la zona de actuación y con unas condiciones similares a las del ámbito del proyecto.

La comarca de La Comunidad de Calatayud, posee un clima Submediterráneo continental frío característico del Bajo Aragón y de las serranías ibéricas, presentando inviernos rigurosos. Los vientos son secos, con una humedad muy baja, con escasas precipitaciones medias anuales, con baremos que rozan el clima desértico en algunas áreas.

La siguiente tabla recoge la información de la estación citada anteriormente respecto a su situación y datos disponibles:

TABLA 2. CARACTERIZACIÓN CLIMATOLÓGICA DE LA ZONA DEL PROYECTO. FUENTE: TYPESA

Clave	Nombre	Provincia	Tipo	Altitud	Latitud (°)	Longitud (°)	Años útiles precipitación	Años útiles temperatura
9394U	Calatayud Aguas	Zaragoza	Termopluviométrica	600	41° 19'	01° 38'	29	29

TEMPERATURAS

Para la caracterización del régimen térmico de la zona de actuación, se relacionan a continuación en la siguiente tabla, las temperaturas medias mensuales registradas en la estación de “Calatayud Aguas”:

TABLA 3. TEMPERATURAS MEDIAS MENSUALES (°C). FUENTE: TYPESA

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
4,70	6,60	9,20	10,80	14,60	19,50	22,50	22,30	18,30	13,40	8,30	5,30	13,00

Como se observa en la anterior tabla, la temperatura media anual es de 13,00 °C, con unos veranos suaves (la temperatura media en el mes más cálido, que es julio, ronda los

22,50 °C) e inviernos frescos (la temperatura media en el mes de enero es de 4,70 °C), lo que origina una amplitud térmica anual de las medias de casi 18 °C.

TABLA 4. TEMPERATURAS MÍNIMAS MEDIAS MENSUALES(°C). FUENTE: TYP SA

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
-6,10	-5,40	-2,60	-0,90	2,60	7,10	9,60	9,50	5,80	1,10	-3,40	-5,70	-8,10

El período frío o de posibles heladas se considera aquel en el que la temperatura media de las mínimas absolutas es menor de 0 °C, comprendiendo en este caso, como se aprecia en la tabla anterior, seis meses, desde noviembre hasta abril.

TABLA 5. TEMPERATURAS MÁXIMAS MEDIAS MENSUALES (°C). FUENTE: TYP SA

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
15,10	18,20	23,30	24,50	28,20	33,20	37,40	36,80	32,50	26,10	20,20	15,40	38,30

El período cálido se define como aquel en que las altas temperaturas provocan una descompensación en la fisiología de las plantas. Para establecer su duración se determinan los meses en los que las temperaturas medias de las máximas alcanzan valores superiores a los 30 °C. El período cálido en esta zona dura cuatro meses, de junio a septiembre.

PRECIPITACIONES

La precipitación media mensual, estacional y anual, así como la precipitación máxima en 24 horas, permiten caracterizar un lugar desde el punto de vista pluviométrico y de régimen de humedad.

En la siguiente tabla se recogen los valores de la precipitación media mensual (mm) para la estación de “Calatayud Aguas”.

TABLA 6. PRECIPITACIÓN MEDIA MENSUAL (mm). FUENTE: TYP SA

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
19,80	16,80	19,60	37,30	54,80	37,40	22,60	19,40	27,10	28,10	23,90	22,70	329,60

Como se puede observar en la tabla anterior, la precipitación media anual asciende a algo más de 329 mm, siendo muy inferior a la media peninsular que se encuentra en torno a los 600 mm anuales. Las estaciones más lluviosas se corresponden con la primavera y el otoño, siendo el verano la estación con menor precipitación.

TABLA 7. PRECIPITACIÓN MÁXIMA EN 24 HORAS MENSUAL (mm). FUENTE: TYP SA

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
7,10	7,20	8,80	13,30	16,70	14,40	11,60	9,80	13,40	10,90	9,90	9,30	29,60

Los valores más altos obtenidos de precipitación máxima en 24 horas, se da en los meses de mayo y junio, coincidiendo con la primavera, alcanzándose los valores mínimos en invierno. El balance hídrico anual presenta un déficit, mostrando valores extremos.

GEOLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA

En la siguiente figura obtenida del Mapa Geológico de España (1:50.000) Hoja 438 “Paniza” del Instituto Geológico y Minero de España se muestra la geología del ámbito de actuación:

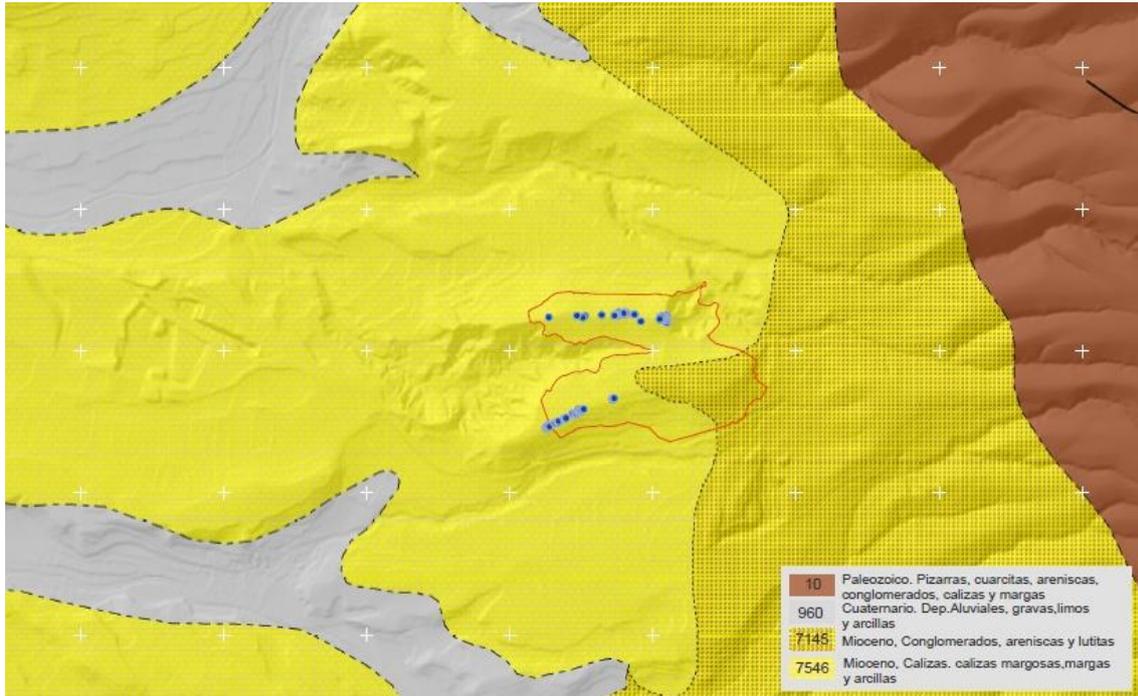


FIGURA 4. DETALLE DEL MAPA GEOLÓGICO (HOJA 423 ·PANIZA" DEL IGME) CON LA ZONA DE ESTUDIO RESALTADA

La explotación se localiza en la Cuenca de Calatayud, rellena, fundamentalmente por materiales de edad Miocena, que provienen de la destrucción de los relieves paleozoicos y mesozoicos marginales.

Las brechas y conglomerados se disponen principalmente a modo de abanicos aluviales en las zonas del borde de cuenca. Hacia el interior se aprecia un predominio progresivo de las facies detríticas más finas, alternando los conglomerados con lutitas en unidades perfectamente diferenciadas.

Las areniscas se encuentran distribuidas por toda la cuenca y en todos los tramos de la serie estratigráfica. Los sedimentos detríticos, limos y lutíticos carbonatados correspondientes a arcillas, limos y margas son los materiales más abundantes y representativos de la cuenca. Constituyen la matriz de muchas areniscas y en los bordes hay intercalaciones o alternancias con los conglomerados. Tanto en los tramos lutíticos como en las margas hay intercalaciones de lechos lignitíferos con espesores de hasta 15 cm.

Los yesos ocupan la parte central de la depresión y aunque normalmente se presentan en grandes unidades, también hay lechos de potencias que varían entre unos pocos

centímetros y dos metros, intercalados entre las arcillas rojas y las margas. La precipitación de los yesos se ha producido como consecuencia de la preexistencia de un régimen lagunar en clima árido y parte de ellos, podrían tener como origen la lixiviación de anteriores yacimientos mesozoicos.

Las calizas están presentes como intercalaciones entre los sedimentos detríticos finos o interdigitándose con los yesos.

Las arcillas especiales se encuentran entre los niveles de calizas lacustres, margas blancas y arcillas illíticas, que se localizan entre los sedimentos detríticos rojos y las facies evaporíticas centrales de la depresión Terciaria de Calatayud. “Estos sedimentos pertenecen a la Edad Burdigaliense Vindoboniense Inferior, siendo de una potencia muy variable aumentando hacia el sureste.” (Tyspa, 2014).

EDAFOLOGÍA

Para la descripción edafológica de los suelos del ámbito de estudio, se ha consultado el sistema español de información de suelos sobre Internet (SEIS.net), proyecto coordinado por el grupo MicroLEIS del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

La clasificación de los suelos se realiza según la SOIL TAXONOMY. Este sistema de clasificación está basado en la identificación de una serie de horizontes características (Diagnóstico) que se definen a priori a través de valores muy concretos de determinados parámetros (color, espesor, saturación de bases, pH, etc.).

Los suelos de la zona están representados por los Xerofluvents a lo largo del río Perejiles, los Lithic Xerorthents sobre margas y yesos al Oeste del río, en Mara, Miedes y Belmonte de Gracián y por los Xerochrepts sobre coluvios pedregosos en la parte oriental del río, en Ruesca. Al Norte, en el término municipal de Orera aparecen suelos poco evolucionados, Xerorthents sobre calizas de ladera, y al Este del término municipal de Ruesca, en la Sierra del Espigar, suelos Xerochrepts, sobre margas yesíferas y areniscas.

La explotación minera se localiza en una tipología de suelo perteneciente al Orden Inceptisol, suborden Ochrepts y al grupo Xerochrepts. Este tipo de suelos se localiza preferentemente en vaguadas.

En regímenes de temperatura, méxico y humedad, xérico, se favorece la incorporación de la materia orgánica y su evolución hacia formas de humus tipo “mull”, favorecidas por la presencia de calcio y magnesio, así como el proceso de argiluvación. Cuando el tiempo de formación no ha sido suficiente y a consecuencia de la baja permeabilidad del material litológico (margas), aparecen suelos de menor desarrollo que presentan la argilización, redistribución de caliza, rubefacción y la estructuración como procesos generales. Como consecuencia, se generan el endopedión cámbico y un epipedón móllico de desarrollo incompleto, dando lugar a suelos del grupo de los Inceptisoles.

Los Xerochrepts de la zona, poseen un perfil A/B/C, con carbonato cálcico en todos los horizontes y con un contenido bajo en materia orgánica. Su característica definitoria es la existencia de un horizonte de tipo cámbico con evidencias de alteración edáfica.

VEGETACIÓN

El área de ubicación del proyecto, de piso supra-mesomediterráneo y acusada continentalidad, se encuentra en el sector central del Sistema Ibérico. El paisaje vegetal está dominado por cultivos leñosos y por vegetación rala y arbustiva (matorrales xerófilos). En las laderas de las sierras próximas también se encuentran formaciones forestales, principalmente pinares de repoblación.

Teniendo en cuenta todo lo anterior y realizadas varias visitas a la zona se han localizado las áreas de distribución de los diferentes ambientes ecológicos:

Terreno agrícola

El entorno del proyecto lo componen mayoritariamente terrenos dedicados a cultivos de secano, principalmente de leñosos, predominando el almendro y en menor medida cerezo y vid.

Las especies típicas asociadas a los márgenes de estos cultivos son *Genista scorpius*, *Thymus vulgaris*, *Rosa canina*, *Echinops ritro*, *Lavandula angustifolia*, *Brachypodium retusum*, *Cuscuta epithimum*, *Eryngium campestre* y *Juniperus oxycedrus*.

Estas zonas de cultivo se verán afectadas por casi la totalidad del perímetro de explotación y por el ramal de acceso a la mina.

Matorrales y pastizales xerófilos

Están ampliamente representados en el territorio y consisten en formaciones típicamente mediterráneas. Constituyen una de las etapas seriales más pobres de los carrascales y están ligados a condiciones climáticas extremas por las altas temperaturas y las precipitaciones de carácter estacional, ocupando áreas marginales con suelos de escaso uso agrícola debido a la topografía.

Su fisionomía corresponde a un matorral bajo, poco denso y homogéneo de matas leñosas y sufruticosas, entre las que destacan la aliaga (*Genista scorpius*) y el tomillo (*Thymus vulgaris*), que aparecen acompañadas por *Echinops ritro*, *Eryngium campestre*, *Xanthium echinatum*, *Atractylis humilis*, *Gypsophila hispanica*, *Onobrychis viciifolia*, *Avena fatua*, *Helichrysum stoechas* y *Agropyron sp.* La escombrera exterior proyectada se sitúa sobre esta formación vegetal.

Pinares de repoblación

La principal especie que se encuentra es el pino rodeno (*Pinus pinaster*). Se trata de poblaciones más o menos extensas donde los pinos alcanzan gran porte y densidad de modo que el paso de luz a los estratos inferiores está limitado y prácticamente carecen de sotobosque. En estas masas aparecen igualmente de forma dispersa frondosas, fundamentalmente *Quercus ilex*. Estos pinares se encuentran en las laderas de las Sierras de Vicort y del Espigar, alejados del perímetro de explotación y de la escombrera exterior, por lo que no se verán afectados por las mismas.

Según el Mapa de Series de Vegetación de España a escala 1:400.000 de Salvador Rivas Martínez, la vegetación potencial de la zona a ocupar por la mina “Esperanza” y la escombrera se corresponde con las series 22b Serie mesomediterránea manchega y aragonesa basófila de *Quercus rotundifolia* o encina (*Bupleuru rigidi-Querceto*

rotundifoliae sigmetum) y 24a Serie supra-mesomediterránea guadarrámica, ibérico-soriana, celtibérico-alcarreña y leonesa silicícola de *Quercus rotundifolia* o encina (*Juniperus oxycedri-Querceto rotundifoliae sigmetum*).

El carrascal o encinar, que representa la etapa madura de la serie 22b, lleva un cierto número de arbustos esclerófilos en el sotobosque (*Quercus coccifera*, *Rhamnus alaternus var. parvifolia*, *Rhamnus lycioides subsp. lycioides*, etc.) que tras la total o parcial desaparición o destrucción de la encina aumentan su biomasa y restan como etapa de garriga en muchas estaciones fragosas de estos territorios. Las etapas extremas de degradación, los tomillares, pueden ser muy diversos entre sí en su composición florística (*Gypsophiletalia*, *Rosmarino-Ericion*, *Sideritido-Salvion lavandulifolia*, etc.), los estadios correspondientes a los suelos menos degradados son muy similares.

La serie 24a en su estado maduro o clímax se corresponde con bosques densos de encinas, en los que pueden hallarse en ciertos casos enebros (*Juniperus oxycedrus*) o quejigos (*Quercus faginea*) y, en algunas ocasiones, alcornoques (*Quercus suber*) o robles melojos (*Quercus pyrenaica*). Los piornales con *Genista cinerascens*, *Genista florida*, *Cytisus scoparius subsp. scoparius* y, en ocasiones *Genistion floridae* representan la primera etapa de regresión de las faciaciones más ombrófilas y frías. Tras la etapa de los berceales de *Stipa gigantea* y *Stipa lagascae*, los jarales pringosos con *Cistus ladanifer* y más rara vez *Cistus laurifolius* o su híbrido *Cistus cyprius*, llevan sobre todo *Lavandula pedunculata*, que pone de relieve los estadios más degradados de esta serie continental.

DESCRIPCIÓN DE LA ESPECIE

La especie motivo por la cual se redacta el informe de flora es la *Centaurea pinnata*. Esta especie aparece mencionada por primera vez en un artículo firmado por B.VICIOSO en 1906 donde describe cuatro taxones del género *Centaurea* nuevos para la ciencia. Todos ellos habían sido recolectados en las cercanías de Calatayud y respondían a diversas morfologías de crecimiento. Se localizaron en la Sierra de Vicort, para el tipo de *Centaurea pinnata*, el segundo *Centaurea viciosoi*, procedente de Huérmeda, una variedad castaneicolor y el híbrido *C aristifera*, entre *Centaurea*

latronum x *C viciousi*. “Dostal (en Tutin & al., 1980: 280) solo recoge el primero, para incluirlo en la sinonimia de lo que denomina *C. boissieri subsp. spachii*., aunque indica, contradictoriamente, que se localiza solamente en Valencia y Albacete”. (Martín, 2007)

Autores sinonimizan *C pinnata* y *C viciousi*, justificándolo en las variaciones morfológicas que se dan dependiendo de las condiciones ambientales donde se desarrolle la planta. En 1975, Dostal también la incluyó en *C. boissieri* DC. Subesp. *Spachii*, quizás por la apreciación del mismo Pau en algunos pliegos de herbario al considerarla como variedad de *C. spachii*, taxón con el que tiene pocos rasgos comunes (Blanca, 1981)

Por otra parte, botánicos afirman sobre considerar a *Centaurea pinnata* como en peligro de extinción que “junto con los datos aportados por Martínez Cabeza (1999), nos inclinan a considerarla planta vulnerable, dado que ocupa un área de distribución considerable y cuenta con un elevado número de individuos” (Crespo, 1999) aunque instan a establecer medidas urgentes de conservación de sus poblaciones más representativas por el carácter endémico de la especie.

Teniendo en cuenta las dificultades que los autores han tenido para describir taxonómicamente la especie, se puede decir que se trata de un taxón que presenta grandes variaciones morfológicas, que se hibrida con especies cercanas pero que a su vez, responde a cierta zona geográfica concreta y aspectos taxonómicos que le dan singularidad. La mayoría de los autores inciden además, en que a pesar de poder diferir en el rango taxonómico o genético del grupo *Centaurea pinnata*, se trata de uno de los pocos endemismos de esta zona peninsular.

La explotación minera afecta, según la cobertura del mapa forestal de Aragón, a vegetación natural formada por *Brachypodium retusum*, *Thymus vulgaris* y *Genista scorpius*, que se encuentra en alternancia con desierto rocoso. No obstante, la mayor parte del perímetro de explotación afecta a terrenos cultivados.

CARACTERÍSTICAS

Centaurea pinnata es una especie de flora vascular endógena de Aragón. Se trata de un hemicriptófito escaposo, de una hierba de unos 20-30 cm, que en su primer año forma una roseta de hojas sobre la superficie del suelo. En su segundo año, forma tallos rígidos con hojas pinnatisectas en toda su longitud, y capítulos terminales.

Es una especie pionera de zonas rocosas y hábitats perturbados, por lo que se ha citado en fisuras de rocas, pies de cantiles, barrancos pedregosos y pastizales sobre gleras. No tiene preferencias restrictivas sobre el sustrato edáfico ya que se la puede encontrar sobre rocas silíceas, calcáreas o yesos. Por otra parte cabe señalar la dificultad de identificación ya que presenta diferencias sutiles con otras especies del mismo género y con las hibridaciones que pueden establecerse entre ellas. Según varios autores las especies que presentan mayor grado de confusión son *Centaurea pinnae* y *Centaurea gr. paniculata*, la cual además puede crear híbridos con *Centaurea alba*. (Martín, 2007).

TABLA 8. CARACTERÍSTICAS DE *CENTAUREA PINATA*. FUENTE: CATÁLOGO DE ESPECIES AMENAZADAS EN ARAGÓN

<i>Centaurea pinnata</i>	
Morfología	Hemicriptófito escaposo
Área de distribución	Centro del Sistema Ibérico Altitud: 520- 1430 m
Ecología	Pionera de zonas rocosas Floración: Junio-Julio
Estado de conservación	10.000 y 370.000 individuos (Datos de 2007)
Problemática de conservación	No hay ninguna amenaza importante a escala global

Su distribución está muy acotada y ha dado problemas a algunos autores para realizar sus estudios. En algunos artículos, debido a su reducida área de distribución sólo se han podido estudiar una sola población cerca de Calatayud (Zaragoza) (Blanca,1981). La *Centaurea pinnata* se localiza dentro del sistema ibérico, desde Soria hasta Teruel y Guadalajara. Dentro de Aragón, se halla en La Cocha (cerca de Calatayud y las sierras de Armantes, Vicort, Algairén, Pardos, Santa Cruz (Zaragoza) y Menera (Teruel) (Gobierno de Aragón, 2005)

TABLA 9. DISTRIBUCIÓN DE *CENTAUREA PINNATA* EN ZONAS LIC. FUENTE: RED DE SEGUIMIENTO PARA ESPECIES DE FLORA Y HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO EN ARAGÓN.

LIC con presencia de <i>Centaurea pinnata</i>		
CÓDIGO	Nombre	Nº Cuadrículas
ES2420111	Montes de la Cuenca de Gallocanta	3
ES2430034	Puerto de Codos - Encinacorba	8
ES2430035	Sierra de Santa Cruz - Puerto de Used	4
ES2430100	Hoces del Jalón	13
ES2430101	Muelas del Jiloca: El Campo - La Torreta	5
ES2430102	Sierra Vicort	31
ES2430103	Sierras de Algairén	13
ES2430104	Riberas del Jalón (Bubierca - Ateca)	4
ES2430106	Los Romerales - Cerropozuelo	7
ES2430107	Sierras de Pardos y Santa Cruz	13
ES2430110	Alto Huerva - Sierra de Herrera	9

TABLA 10. DISTRIBUCIÓN DE *CENTAUREA PINNATA* EN ZONAS ZEPa. FUENTE: RED DE SEGUIMIENTO PARA ESPECIES DE FLORA Y HÁBITATS DE INTERÉS COMUNITARIO EN ARAGÓN

ZEPa con presencia de <i>Centaurea pinnata</i>		
CÓDIGO	Nombre	Nº Cuadrículas
ES00000		
17	Cuenca de Gallocanta	1
ES00002		
99	Desfiladeros del río Jalón	16
ES00003		
02	Parameras de Blancas	1
ES24301	Muelas del Jiloca: El Campo - La	
01	Torreta	5

JUSTIFICACIÓN DEL INFORME: NECESIDAD E IMPORTANCIA DE LA ESPECIE

En respuesta a las alegaciones y a las exigencias del INAGA (Instituto Aragonés de Gestión Ambiental), en septiembre del 2014, los técnicos de la consultora volvieron a salir al campo para corroborar la presencia de dicha especie. Dada la dificultad de identificación y con cierta actitud de precaución, reconocieron su error y se comprometieron a enmendarlo. La empresa tuvo que completar las medidas correctivas

del Estudio de Impacto Ambiental inicial centrando la atención en la presencia de *Centaurea pinnata* y redactar un informe de seguimiento para comunicar al INAGA de la situación inicial, desarrollo de las acciones de conservación y resultado de éstas.

Para ocasionar el mínimo daño a la población de La Loma, se decidió proceder a la traslocación de toda la *C.pinnata* que se encontrara en el área de explotación a otro espacio libre de riesgos antrópicos intensos buscando no interrumpir el correcto desarrollo de los individuos y la continua funcionalidad de la población de la zona.

El Departamento de Desarrollo Rural y Sostenibilidad del Gobierno de Aragón afirma que “no hay ninguna amenaza importante a escala global. El cerramiento de los bosques por desaparición de sus usos tradicionales podría disminuir mucho su hábitat, pero es difícil que llegue a ser importante, ya que también se abren nuevos caminos, variantes de las carreteras, cortafuegos, etc” (Tysa, 2014).

Por otra parte, en el Catálogo de Especies Amenazadas de Aragón, se indica que figura en varias listas conservacionistas porque se consideró muy rara cuando en 1987 se publicó el Libro Rojo de especies vegetales amenazadas de España peninsular y Baleares, estimándose la población en 20 individuos endémicos de una zona muy concreta cerca de Calatayud con sustrato yesoso y amenazados por actividades humanas. Estudios posteriores han ampliado su área de distribución en muchos kilómetros cuadrados, se ha descubierto que tiene unas necesidades ecológicas poco precisas y que, en contra de lo que se suponía inicialmente, se ve favorecida por las alteraciones antrópicas (Tysa, 2014).



FIGURA 5. LOCALIZACIÓN DE LOS PIES DE CENTAUREA DENTRO DEL ÁMBITO DE EXPLOTACIÓN

Como se puede observar, los individuos se concentran a lo largo de los márgenes de los caminos y en los bordes de los bancales. Esto se debe a las prácticas habituales de desbroce de las explotaciones agrarias. Por lo que, la misma actividad antrópica que les proporciona un hábitat sin competencias interespecíficas las relega a los límites de las parcelas agrícolas.

Aun con todo, toda especie característica de un paisaje debe ser considerada, sobre todo si está en riesgo aunque éste sea bajo. Por lo que, cuando existe el peligro de afectar a una población de interés se deben tomar precauciones para que evitarlo o disminuir el posible daño que se pueda ocasionar.

INCIDENCIAS

Una de las medidas de protección que se especificaron en el EIA de este proyecto en relación con la presencia de la *Centaurea pinnata* fue realizar una serie de salidas al

campo para localizar todos los pies de la población de la zona y poder identificar definitivamente si se trataba, en efecto, de la especie endémica bilbilitana.

El 20 de julio de este año se realizó la última salida a la zona de explotación, aprovechando que es en esta época en la que se produce la florescencia de la planta, lo que facilita la identificación de ésta. El género *Centaurea* presenta brácteas en el involucre del capítulo. Esta estructura tiene forma triangular acabada en una espina



FIGURA 6. *CENTAUREA PINNATA* (IZQUIERDA) E INDIVIDUO DE *CENTAUREA* DE LA POBLACIÓN UBICADA EN LA ZONA DE EXPLOTACIÓN (DERECHA)

terminal, con una serie de cilios laterales.

La diferencia más esclarecedora entre las especies de este género se encuentra en el número de cilios y la longitud de esta espina central. En la especie *C.pinnata* los cilios son menos numerosos y su longitud se asemeja a la de la espina central en comparación con las brácteas de otras *Centaureas*, que presenta unos cilios más finos y pequeños y, a su vez, una espina terminal mucho más larga. En la Figura 6, se pueden observar las diferencias entre la especie que se encuentra en la zona de explotación “La Loma”. Pero la necesidad de que los capítulos estén en fase madura para que las estructuras estén bien formadas y puedan apreciarse las características diferenciadoras hizo que en septiembre de 2014 no se pudiera afirmar con seguridad que realmente no se trataba de la especie endémica que indicaban las alegaciones fechadas en julio del mismo año.

Otra diferencia a la que se podría recurrir es el color de las flores pero, a pesar de que habitualmente la *C.pinnata* presenta flores rosadas o blanquecinas varios expertos

afirman que pueden presentar flores amarillas a causa de hibridaciones, por lo que se decidió no utilizar este aspecto como criterio discriminatorio.

Ante la duda, se consideró la situación más crítica posible, es decir, que en efecto se tratara de una población de *Centaurea pinnata*, por lo que se actuó bajo esta premisa. Pero llegados al punto en el que los expertos botánicos consultados fueron capaces de afirmar que no se trataba de esta especie, se tuvo que cambiar el objetivo del Informe de Flora para el INAGA.

En un principio, éste buscaba comunicar el proceso de diseño y ejecución de las medidas correctivas establecidas. Una vez demostrado que ninguna población de interés se veía afectada por el proyecto, la finalidad del informe cambió y, aparte de explicar más explícitamente la medida correctiva que se iba a aplicar, se expuso el nuevo descubrimiento y justificó que no era necesario tomar las alternativas que se habían contemplado.

A la hora de seguir con la elaboración y redacción del presente TFM, se decidió seguir con la idea principal ya que el objetivo de éste era el de diseñar una metodología aplicable a un caso de traslocación de una población vegetal, utilizando como ejemplo el caso de la explotación minera de “La Loma”.

METODOLOGÍA A EMPLEAR

ETIQUETADO

En primera instancia, se debía proceder a la localización y etiquetado de todos los pies de *Centaurea pinnata* que se encontraran en la zona. Se realizaron en total 3 salidas de campo que se llevaron a cabo en marzo, junio y julio del 2016. Además, se tomó las coordenadas UTM para geolocalizar cada individuo y describir las condiciones observables en las que se encontraban.

Los individuos se identificaron con un código referente a una base de datos donde se han detallado las características de cada ejemplar: posición UTM, altura del individuo, estado de conservación, agrupación o aislamiento con respecto a otros ejemplares de la

población, descripción del hábitat donde ha sido encontrada y una foto del individuo con su etiqueta correspondiente.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
	FID	CódIGO	X_ED50_	Y_ED50_	ALTURA	HáBITAT	ESTADO	AISLADA_GR	FOTOGRAFÍA	fecha	FICI
3	0	CAM160523/	628126	4571728	56	Ruderal	Ok	Aislada	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
4	1	CAM160523/	628129	4571729	39	Ruderal	Ok	Con otra	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
5	2	CAM160523/	628129	4571729	43	Ruderal	Ok	Con otra	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
6	3	CAM160523/	628130	4571730	31	Ruderal	Ok	Con otra	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
7	4	CAM160523/	628130	4571730	51	Ruderal	Ok	Con otra	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
8	5	CAM160523/	628132	4571730	40	Ruderal	Ok	Con dos máj	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
9	6	CAM160523/	628132	4571730	30	Ruderal	Ok	Con dos máj	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
10	7	CAM160523/	628132	4571730	20	Ruderal	Ok	Con dos máj	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
11	8	CAM160523/	628133	4571730	25	Ruderal	Ok	Con otra	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
12	9	CAM160523/	628133	4571730	38	Ruderal	Ok	Con otra	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
13	10	CAM160523/	628132	4571730	30	Ruderal	Ok	Aislada	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
14	11	CAM160523/	628135	4571731	12	Ruderal	Ok	Con otra	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
15	12	CAM160523/	628135	4571731	19	Ruderal	Ok	Con dos máj	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
16	13	CAM160523/	628135	4571733	18	Ruderal	Ok	Con dos máj	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
17	14	CAM160523/	628135	4571733	17	Ruderal	Ok	Con dos máj	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
18	15	CAM160523/	628135	4571733	10	Ruderal	Ok	Aislada	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
19	16	CAM160523/	628136	4571733	17	Ruderal	Ok	Con otra	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
20	17	CAM160523/	628136	4571733	19	Ruderal	Ok	Con otra	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
21	18	CAM160523/	628135	4571738	47	Ruderal	Ok	Aislada	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
22	19	CAM160523/	628136	4571737	23	Ruderal	Ok	Aislada	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	
23	20	CAM160523/	628136	4571737	27	Ruderal	Ok	Aislada	C:\COMPARTIDO\LA LOMA	160627	

FIGURA 7. MUESTRA DE LA FORMA DE ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA EN EL CAMPO

ANÁLISIS Y CARACTERIZACIÓN DEL EMPLAZAMIENTO DE LOS INDIVIDUOS

Para la realización del análisis espacial se elaboró un modelo digital del terreno generado a partir de información lidar extraída del Centro de Descargas del Centro Nacional de Información Geográfica (CNIG). Mediante ArcGIS, se obtuvieron mapas de pendientes, orientación y radiación, entre otros, de los cuales se extrajeron los valores de cada variable junto con los de altura, contenidos en el MDT, para conocer las condiciones del entorno en las que se encuentra cada individuo de la población de La Loma. Con esta información se pueden establecer umbrales que acoten los requisitos ambientales concretos que presenta esta especie, más allá de las indicaciones que se puedan encontrar en la bibliografía existente.

Para conocer los valores de estas variables asociados con cada pie de *C.pinnata*, se crearon dos mallas de cuadrículas: una de 0.5m de lado y otra de 2m. Se decidió crear dos mallas y, por tanto dos líneas de análisis estadístico, para comparar los diferentes resultados en base a las diferentes escalas. Las cuadrículas más pequeñas contendrán información más detallada y, en consecuencia, más cercana a la realidad; y las segundas, información generalista que eliminará los valores extremos que puedan ocasionar problemas en el tratamiento estadístico de los datos.

Índice de Morans I

El Índice de Morans I calcula el valor medio y la varianza de una serie de datos que y deduce si el patrón de distribución que presenta es agrupado, disperso o aleatorio midiendo la autocorrelación espacial basada en las ubicaciones y los valores de las entidades simultáneamente.

- Si el valor P es estadísticamente significativo y la puntuación z es positiva se puede rechazar la hipótesis nula. La distribución espacial de los valores altos y los valores bajos estaría más agrupada espacialmente de lo que se esperaría si los procesos espaciales subyacentes fueran aleatorios.
- Si el valor P no es estadísticamente significativo no se puede rechazar la hipótesis nula. Es posible que la distribución espacial de los valores de entidades sea el resultado de procesos espaciales aleatorios.
- Si el valor P es estadísticamente significativo y la puntuación z es negativa se puede rechazar la hipótesis nula. La distribución espacial de los valores altos y los valores bajos estaría más dispersa espacialmente de lo que se esperaría si los procesos espaciales que influyen en la distribución de la variable fueran aleatorios.

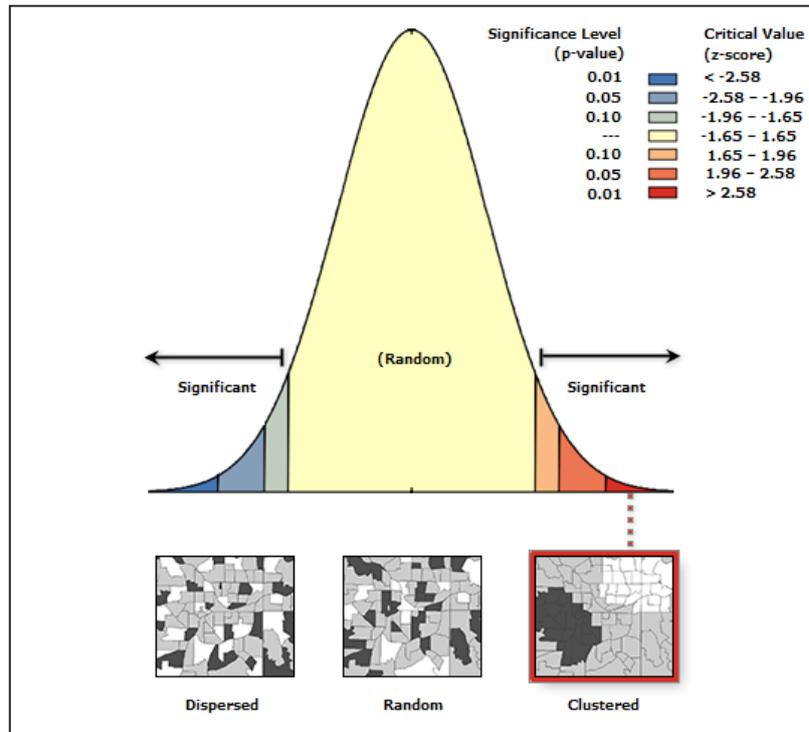


FIGURA 8. INTERPRETACIÓN DE LOS POSIBLES RESULTADOS DEL ÍNDICE DE MORANS I

En esta figura se detallan los rangos de relevancia de los posibles valores que pueden tomar los parámetros de “p” y de “z”.

Modelo de distribución normal o Modelo de Gauss

Este tipo de distribución es uno de los modelos de probabilidad de variable continua que con más frecuencia se aproxima a fenómenos reales.

La distribución normal presenta una función de densidad cuya curva se conoce como “campana de Gauss”. Dentro de las muchas aplicaciones de este análisis, en este informe se utilizará para conocer el intervalo de valores con más densidad ya que esto mostrará las tendencias o preferencias de la especie para su emplazamiento.

Por ello, este apartado no se detendrá en la describir este tipo de distribución. Simplemente recordará que un modelo normal es simétrico en función de su media, es decir que el valor promedio coincidirá con la mediana, que indica el umbral del 50% de los datos de una serie ordenada; y que el valor de curtosis, que muestra la distribución

de la variabilidad de los datos, es cercano a “3” cuando la forma de la gráfica es acampanada.

Los parámetros realmente importantes para el objetivo de este informe son la frecuencia y la moda. La primera se representa sobre el eje de las ordenadas. Esta frecuencia se refiere al número de veces que un valor queda registrado en la serie de datos. En aplicaciones empíricas, sería el número de veces que un valor X se ha muestreado dentro del conjunto total de los datos.

Por otra parte, la moda es el valor con mayor frecuencia en la distribución e indica la zona con mayor concentración de datos. Cuando la moda coincide con la media y la mediana, la zona con mayor densidad de datos se sitúa al centro de la gráfica. En concreto, en este análisis, mostrará los intervalos que representan los patrones o requerimientos de *C.pinnata* respecto a las variables ambientales que se están trabajando.

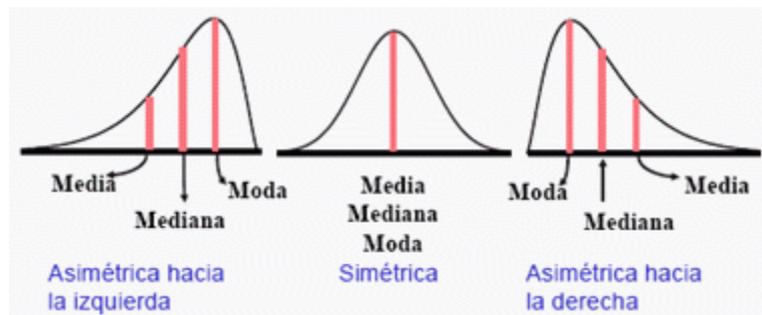


FIGURA 9. EXPLICACIÓN DE LOS ELEMENTOS ESTADÍSTICOS DE LA CAMPANA DE GAUSS

A la hora de interpretar los resultados de Gauss, se tendrá en cuenta que, en la gráfica de salida de ArcGIS, el eje de las abscisas suele mostrar los valores por $10^{(x)}$. Por lo que si la serie de datos que se somete al modelo contiene valores de decenas o centenas en el eje horizontal se etiquetarán como $n \cdot 10^{-1}$ o $n \cdot 10^{-2}$, por ejemplo.

A la hora de establecer el rango de valores que se considere como “comportamiento patrón” se utilizarán los valores que se encuentren dentro del 75% de los resultados de las variables obtenidos en el análisis.

Una vez establecidos los umbrales, se introducirán estos intervalos en la calculadora raster para encontrar un área adecuada para la traslocación de la población.

PROCEDIMIENTO

ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LAS VARIABLES: BÚSQUEDA DE PATRONES

Después de realizar el análisis del medio mediante ArcGIS se han obtenido valores de pendiente, orientación, radiación anual y elevación de la malla inicial de 0,5x0,5, dimensiones que se han determinado en la generación de las capas raster.

Se han ubicado los puntos de muestreo georreferenciados según sus coordenadas UTM sobre la malla y se han extraído los valores de las variables anteriores. El objetivo de este paso es el de conocer las características de la ubicación de cada individuo para extraer conclusiones sobre sus requerimientos de emplazamiento.

Además, se ha creído conveniente realizar este mismo análisis utilizando otra malla, de 2x2. Esta decisión está motivada porque se quiere conocer la heterogeneidad del entorno donde se encuentra la especie. Al estar trabajando con información raster hay que tener en cuenta que los datos obtenidos en el primer análisis reflejan las características medias de píxeles de 0,25m². En este segundo análisis, se extraerá información media de unidades correspondientes a superficies de 4m², es decir, los valores de salida serán resultado de los valores de los 16 píxeles de 0,5x0,5 contenidos en las celdas de 2x2 de la nueva malla.

Para poder interpretar las dos series de datos (la resultante de la malla 0,5x0,5 y la de 2x2), se someten a pruebas de aleatoriedad y *normalidad* con el fin de extraer patrones de ubicación que ayuden a la búsqueda de nuevos emplazamientos óptimos.

En primer lugar, los valores se deben someter a la hipótesis estadística de que los valores no son no aleatorios, es decir, se quiere averiguar si los valores se comportan de forma aleatoria o no. Con este propósito, se aplica el Índice de Morans I en ArcGIS para las variables que se están trabajando (cota, pendientes, radiación solar anual y orientación).

La primera crítica a los resultados de este análisis que se puede hacer es que los datos se sesgan al escoger las celdas asociadas a los puntos de localización de individuos de la especie. Este sesgo es deliberado ya que se ha realizado el análisis bajo la premisa de que, si los valores relacionados espacialmente con la *C.pinnata* no mostraban ningún tipo de tendencia o patrón mediante el Índice de Morans I, ésta no presentaría

requerimientos concretos de ubicación. Si por el contrario, el resultado del índice mostraba cierta agrupación se podía rechazar la hipótesis de que la especie creciera de forma aleatoria sobre el territorio.

Una vez demostrado que las variables no se comportan de forma aleatoria, se procede a buscar tendencias dentro de las variables. Esto se realiza observando la distribución de las series de datos a través del modelo de normalidad de Gauss.

Para establecer el rango de variables que conforman el patrón se suelen emplear intervalos de confianza pero al calcular la distribución de las variables se observa que los datos no siempre tienen un comportamiento normal y normalizarlos llevaría un tiempo y unos conocimientos que no se adecuan a las limitaciones de un TFM de Ordenación Territorial. Es por ello por lo que se decide hacer un análisis estadístico a través de histogramas que muestren la distribución de la serie de datos. Se seleccionarán los valores correspondientes a 3 de los 4 cuartiles y se decidirá cuáles de ellos se van a utilizar según se agrupe la muestra en la cola izquierda o derecha de la gráfica.

Además, se confirmarán los intervalos seleccionados comprobando que los valores de éstos iguallen o superen el 10% de frecuencia dentro de la misma muestra. Es decir que los valores que se considerarán significativos deben tener una representación de al menos el 10% dentro de la serie de datos.

MODELO DEL PROCEDIMIENTO GIS EMPLEADO

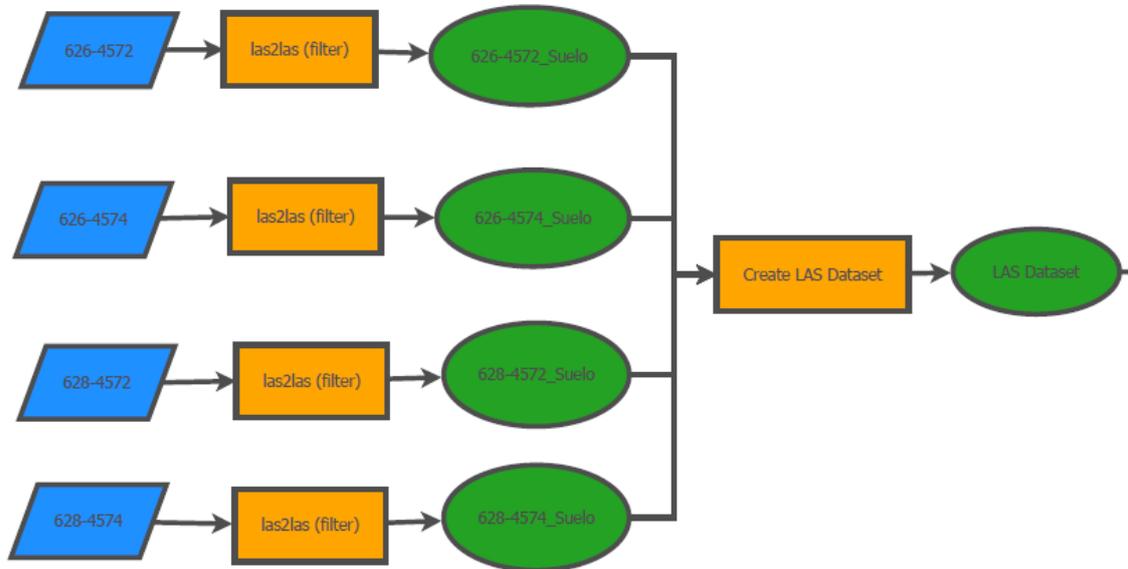


FIGURA 10. FASE I DEL ANÁLISIS TERRITORIAL DEL ÁREA DE EXPLOTACIÓN

Se descargaron archivos “.las” de nubes de puntos LIDAR de la zona de explotación, se filtraron para obtener los puntos correspondientes a la superficie del suelo y se creó un Dataset para elaborar un TIN obteniendo así un Modelo Digital Territorial. También se filtraron las bandas que codifican las Edificaciones y la Vegetación Alta y Baja. Se hicieron modelos de elevación combinando las bandas de Suelo, y las dos de Vegetación; y las de Suelo y Edificios. Pero se decidió utilizar el MDT compuesto por únicamente por Suelo porque ésta era la información que se necesitaba para analizar el territorio según los criterios establecidos. Además, la sobreinformación acumulaba el ruido de las bandas utilizadas, por lo que, cuanto menos tipos de información menos puntos erróneos.

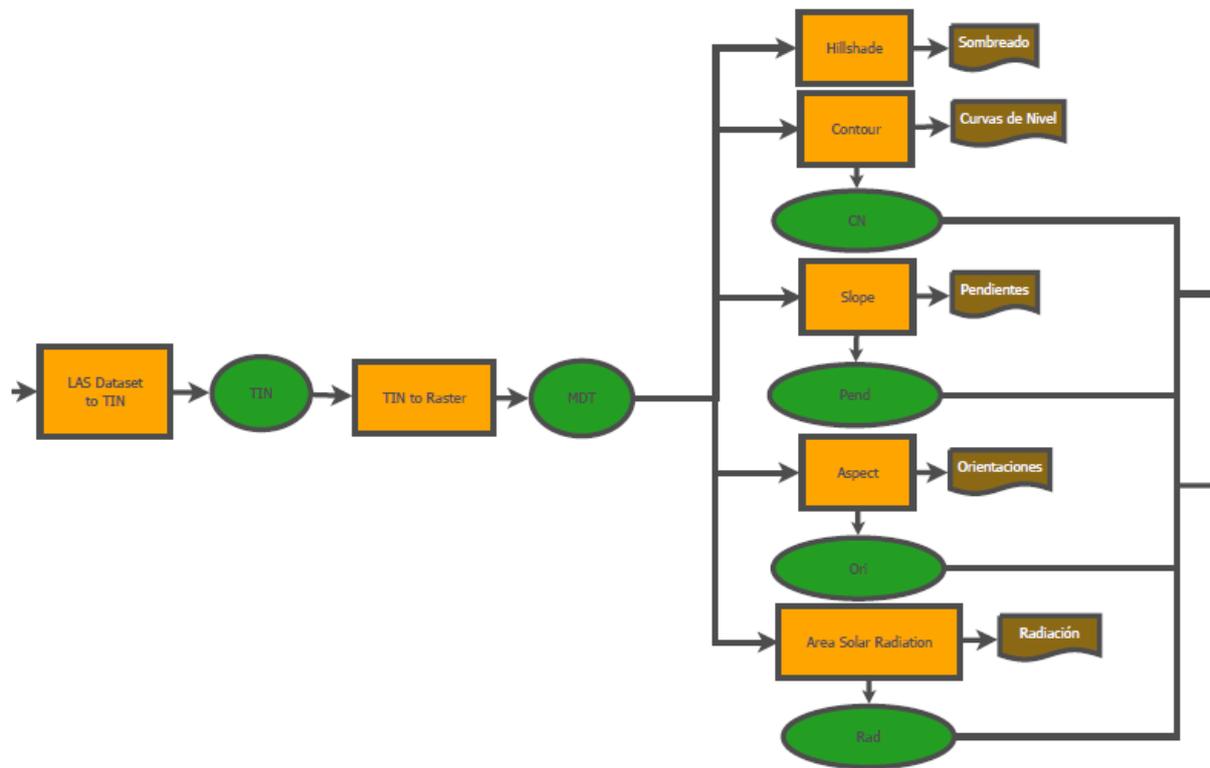


FIGURA 11. FASE II DEL ANÁLISIS TERRITORIAL DEL ÁREA DE EXPLOTACIÓN

El MDT se analizó espacialmente mediante la herramienta “Raster Surface” para conseguir capas ráster que contuviesen información relativa a la altura, iluminación/sombreado del terreno, pendientes, orientación. La misma caja de herramientas “Spatial Analyst” tiene procesos para calcular la radiación del terreno, por lo que se genera otra capa con la Radicación Solar por año. Se creó cartografía de cada análisis de la superficie.

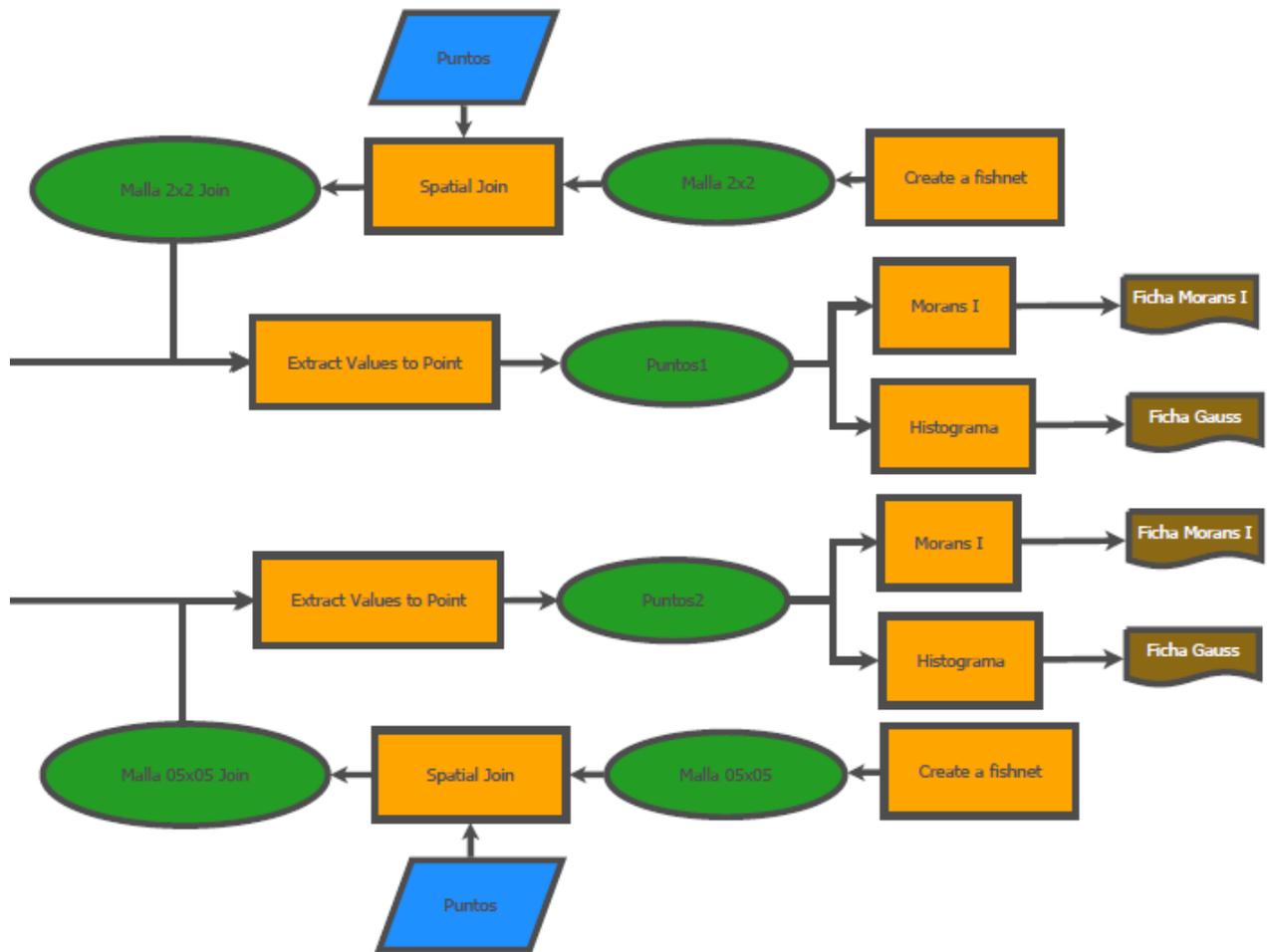


FIGURA 12. FASE III DEL ANÁLISIS TERRITORIAL DEL ÁREA DE EXPLOTACIÓN

Por otra parte, se crearon dos mallas de 2x2 y 0.5x0.5 metros respectivamente. Se hizo un Spatial Join con la tabla Excel con la información de las coordenadas de cada individuo para asociar estos puntos con las celdas de estas mallas y extraer los valores de las variables utilizadas. De éstos se analizaron la autocorrelación espacial mediante el análisis de Morans I y la distribución normal, sacando el histograma de la serie de datos. Se obtuvieron fichas donde se mostraban los resultados para la posterior interpretación de la información generada.

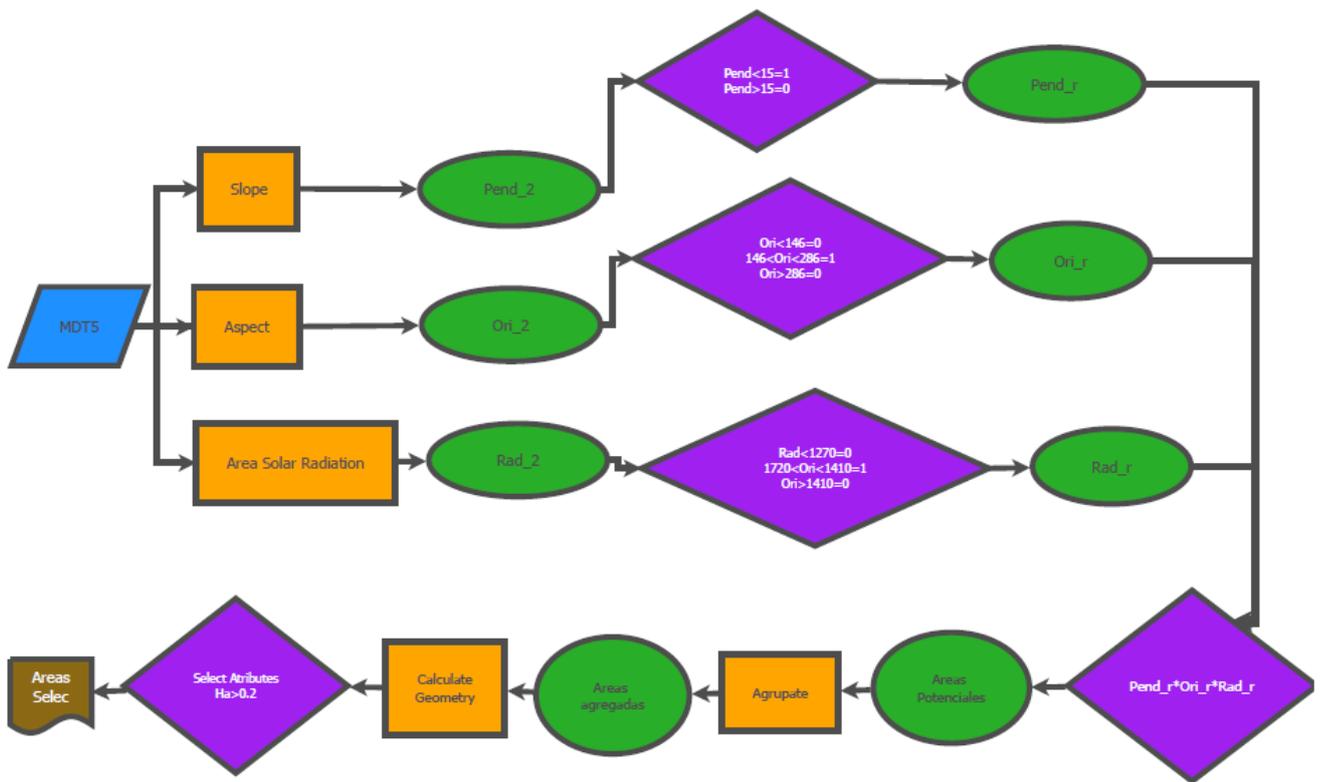


FIGURA 13. BÚSQUEDA DE ÁREAS ÓPTIMAS MEDIANTE CALCULADORA RÁSTER

Gracias a los análisis estadísticos se pudo conocer los requisitos ambientales en los que se encontraban los individuos de la especie. Se descargó el MDT disponible en el Centro de Descargas del CNIG y se volvieron a crear rásters de pendientes, orientaciones y radiación. Estas capas se reclasificaron para que los valores de interés se codificaran como 1 y los demás fuesen nulos para introducirlos en la calculadora ráster. Como se quería encontrar zonas en las que los tres requisitos se cumpliesen, el algoritmo introducido fue una multiplicación para que los valores 0 anulasen ese píxel.

RESULTADOS

Después de realizar el estudio estadístico de los valores extraídos mediante la malla de 0.5x0.5 y de 2x2, se ha podido observar que los resultados tienen la misma tendencia aunque los valores extremos son más abundantes en la malla de menor escala. Es lógico

pensar que la de 0.5x0.5 puede dejar ver más detalles ya que contiene más información, lo que puede ser contraproducente si se quiere buscar patrones.

Las gráficas donde más se aprecia este hecho son las que representan la orientación de cada pie de *C. pinnata*, que comentaremos más adelante durante la interpretación de los resultados de esta variable. En el apartado de Anexos se han adjuntado dos figuras que comparan las distribuciones de los valores pertenecientes a cada malla.

ÍNDICE DE MORANS I

Al someter las variables al Índice de Morans I obtenemos que, en efecto, las muestras se encuentran agrupadas y que se puede descartar la hipótesis de la aleatoriedad.

TABLA 11. RESUMEN I DE LOS RESULTADOS DEL ÍNDICE DE MORANS I

Global Moran's I Summary: COTA		Global Moran's I Summary: PENDIENTE	
Moran's Index:	1155318	Moran's Index:	0.460426
Expected Index:	-0.006061	Expected Index:	-0.006061
Variance:	0.000594	Variance:	0.000583
z-score:	47.648.704	z-score:	19.326.639
p-value:	0.000000	p-value:	0.000000
Dataset Information		Dataset Information	
Input Feature Class:	MALLA_2X2_CENTAUREA	Input Feature Class:	MALLA_2X2_CENTAUREA
Input Field:	EST_2X2_ED2.CSV.MEAN_COT	Input Field:	EST_2X2_ED2.CSV.MEAN_PEND
Conceptualization:	INVERSE_DISTANCE	Conceptualization:	INVERSE_DISTANCE
Distance Method:	EUCLIDEAN	Distance Method:	EUCLIDEAN
Row Standardization:	False	Row Standardization:	False
Distance Threshold:	98.0914 Meters	Distance Threshold:	98.0914 Meters
Weights Matrix File:	None	Weights Matrix File:	None
Selection Set:	False	Selection Set:	False

TABLA 12. RESUMEN II DE LOS RESULTADOS DEL ÍNDICE DE MORANS I

Global Moran's I Summary: RADIACIÓN		Global Moran's I Summary: ORIENTACIÓN	
Moran's Index:	0.395010	Moran's Index:	0.270414
Expected Index:	-0.006061	Expected Index:	-0.006061
Variance:	0.000589	Variance:	0.000588
z-score:	16.523.597	z-score:	11.398.660
p-value:	0.000000	p-value:	0.000000
Dataset Information		Dataset Information	
Input Feature Class:	MALLA_2X2_CENTAURÉA	Input Feature Class:	MALLA_2X2_CENTAURÉA
Input Field:	EST_2X2_ED2.CSV.MEAN_RAD	Input Field:	EST_2X2_ED2.CSV.MEAN_ORI
Conceptualization:	INVERSE_DISTANCE	Conceptualization:	INVERSE_DISTANCE
Distance Method:	EUCLIDEAN	Distance Method:	EUCLIDEAN
Row Standardization:	False	Row Standardization:	False
Distance Threshold:	98.0914 Meters	Distance Threshold:	98.0914 Meters
Weights Matrix File:	None	Weights Matrix File:	None
Selection Set:	False	Selection Set:	False

Valor de p muy bajos y valores de z muy altos permiten rechaza la hipótesis nula. Dado que el Índice de Morans es positivo en todas las variables contempladas se puede afirmar que existe un patrón de distribución agregado en todas ellas y, por consiguiente, se puede rechazar que éstas se comporten de forma aleatoria.

Una vez demostrada que la hipótesis del comportamiento aleatorio ha sido rebatida, se analizan en torno a qué valores se agrupan los datos de las variables y, a partir del histograma de salida, se acotarán los valores que marcarán los umbrales de las características ambientales que se buscarán en el nuevo espacio de ubicación de la población.

DISTRIBUCIÓN NORMAL

COTA

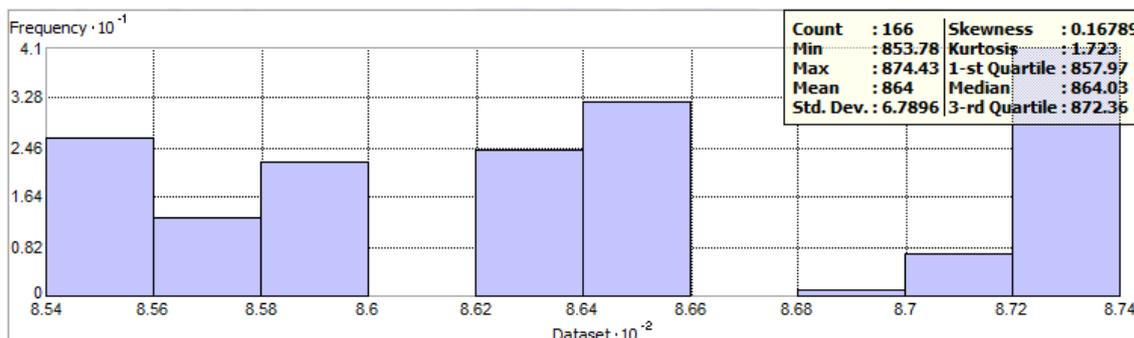


FIGURA 14. HISTOGRAMA DE LA VARIABLE "COTA"

Gráficamente no se aprecia una forma acampanada. Si nos referimos a los parámetros estadísticos, el valor de curtosis es muy bajo (no está cerca de 3) por lo que se puede decir que existe una gran varianza (diversidad de intervalos entre los valores de cota en la que se encuentra un individuo de la especie). Este hecho se aprecia en la gráfica, en la que encontramos 3 zonas de alta densidad de puntos. Teniendo en cuenta el entorno en el que se está trabajando, esto se puede explicar si se toma en consideración que el territorio estudiado está en una zona abancalada con cambios bruscos de altura, por lo que se puede decir que lo que se ve en las gráficas son las cotas de los banales.

Con todo, y según los valores de las variables extraídos de la capa de cota, se puede afirmar que la altura no es un requisito para el emplazamiento de la *C.pinnata*.

PENDIENTE

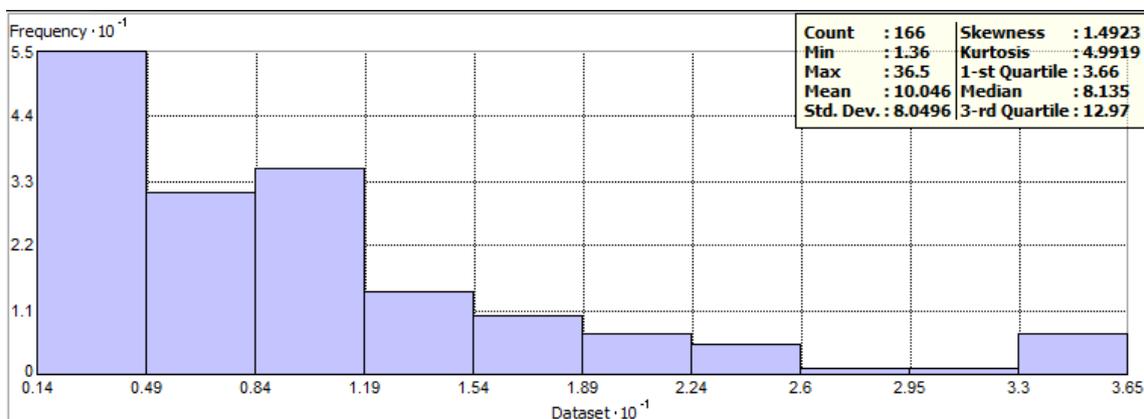


FIGURA 15. HISTOGRAMA DE LA VARIABLE "PENDIENTE"

A primera vista se aprecia que la zona con mayor densidad se encuentra en la cola izquierda. Como ya se ha dicho, se seleccionarán los valores correspondientes a 3 de los 4 cuartiles de la serie; en este caso, los 3 primeros ya que concentran el mayor número de valores de mayor frecuencia. Según este criterio, el intervalo seleccionado va desde 1.36°, valor mínimo, hasta 12.97° siendo este el que marca el final del 3° cuartil. Si se comprueba la significancia de estos valores sobre el resto de la muestra se observa que, en efecto, todos superan el 10% de frecuencia establecido como requisito para considerarlos como relevantes.

La razón por la que los individuos parecen presentar preferencias por estas pendientes en concreto puede responder a diferentes razones. Primero hay que tener en cuenta que el suelo en el que se encuentran ha sido, históricamente, de uso agrícola por lo que la pendiente que pueda presentar será, en general, suave teniendo como objetivo conservar el suelo de cultivo y dirigir de forma estratégica el agua de riego. Además, los métodos de cultivo tradicionales indican desbrozar todo brote que pueda presentar competencia a lo cultivado, es por ello por lo que la *C.pinnata* podría haber quedado relegada a las zonas en las que no se practicaba esta actividad, como son los márgenes de los caminos y los bordes de los bancales. Por otra parte, al ser una especie pionera, ha podido sobrevivir en lugares donde otras pertenecientes a fases más tardías de sucesión no pueden desarrollarse.

Se reconoce que los resultados de esta variable pueden ser circunstanciales ya que intervienen demasiados factores antrópicos como para poder decir con seguridad que esta especie prefiera este intervalo de pendientes pero el rigor científico obliga a seguir lo indicado por los resultados hasta que se realicen proyectos de investigación específica para resolver esta incógnita. Mientras tanto, y para este informe, se afirma que los datos recogidos en el campo indican que hay una clara tendencia hacia las pendientes comprendidas entre 0 y 15°. Si se comprueba con la información estadística que ofrece el histograma de salida, se observa que el intervalo seleccionado recoge más del 75% de la muestra, ya que el 3° cuartil corresponde con el valor 12.97°.

ORIENTACIÓN

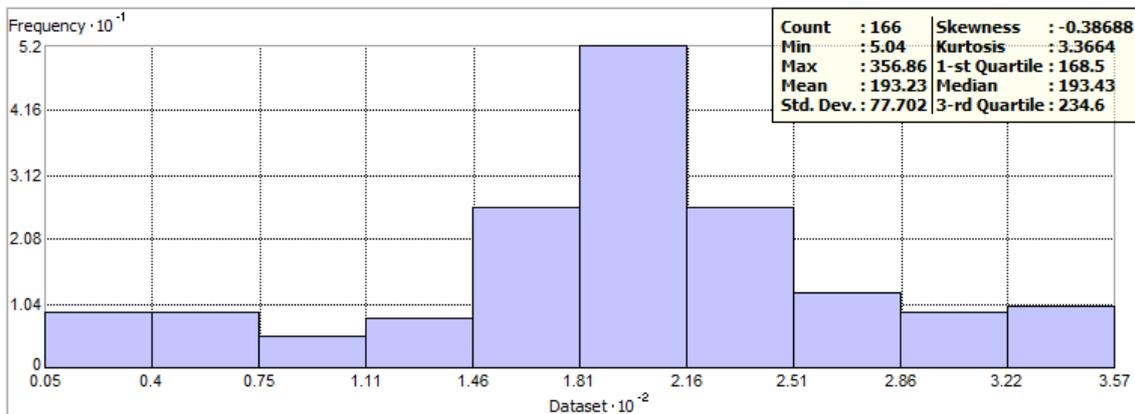


FIGURA 16. HISTOGRAMA DE LA VARIABLE “ORIENTACIÓN”

Este análisis presenta cierta dificultad que reside en que se está estudiando una variable cualitativa de forma cuantitativa por lo que, para poder interpretar el histograma de orientación, primero es necesario indicar que:

- 0-22°: Norte
- 22-67°:Noeste
- 67-112°:Este
- 112-157°:Sureste
- 157-202°:Sur
- 202-247°:Suroeste
- 247-292°:Oeste
- 292-360°: Noroeste

Según el criterio determinado para seleccionar los umbrales, se deben utilizar los comprendidos entre 146 y 286° –que abarcan desde las orientaciones Sureste hasta las Oeste. Pero dejando de lado el análisis del histograma y atendiendo a los valores numéricos, se observa que la interpretación de los resultados es más clara e intuitiva.

TABLA 13. NÚMERO DE INDIVIDUOS CLASIFICADOS POR ORIENTACIÓN. VALORES DE 2X2

	Nº individuos	% de Frecuencia
N	13	8,024
NE	7	4,32
E	8	4,938
SE	10	6,172
S	62	38,271
SO	33	20,37
O	16	9,876
NO	13	8,024
S-SO (%)	N-NO-O(%)	NE-E-SE(%)
58,64	25,93	15,43

Existe una clara tendencia S/SO. En la Tabla 13 se observa que más del 58% de la población se encuentra orientada en estas direcciones, siendo el Oeste, Noroeste y Norte las direcciones que recogen casi el 26% de los individuos encontrados en la zona de estudio.

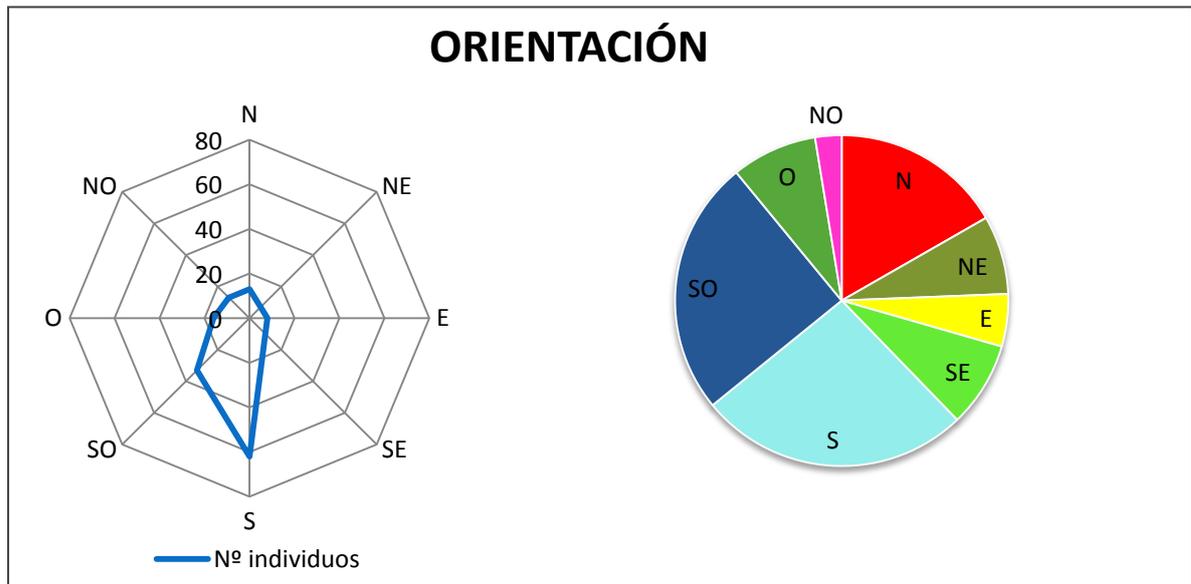


FIGURA 17. GRÁFICAS RADIALES DE ORIENTACIÓN. VALORES DE 2x2

Estas preferencias se ven reflejadas en la gráfica radial y en la circular, donde se han codificado las orientaciones según los colores que se han utilizado para generar la cartografía. Con ello, se pretende facilitar la comprensión conjunta de ambos soportes de información.

Por otra parte y como ya se había avanzado antes, existen ciertas diferencias entre la distribución de los valores extraídos con la malla de 0.5x0.5 y con los de la malla de 2x2.

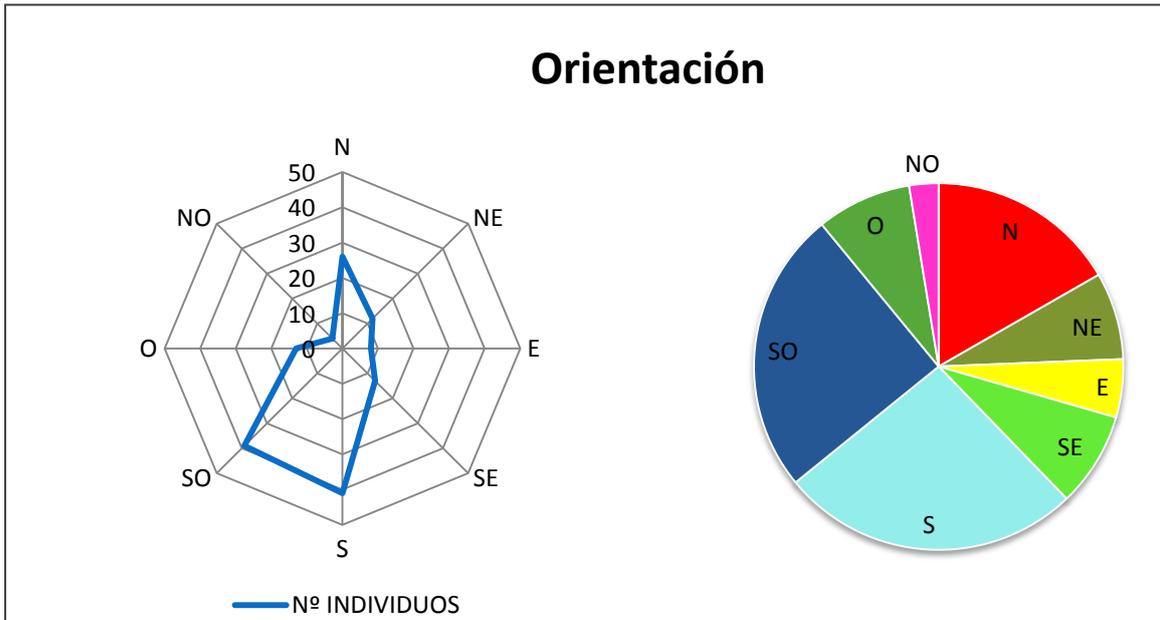


FIGURA 18. GRÁFICAS RADIALES DE ORIENTACIÓN. VALORES DE 0.5x0.5

En estas gráficas, a pesar de que también se puede observar la tendencia S-SO antes mencionada, resalta con claridad un pico hacia la orientación N. En el anterior caso, el norte representaba poco más del 8% de los individuos de la muestra total y en éste dobla su peso. Lo que llevó a buscar una explicación de esta diferencia en la cartografía derivada del análisis geoespacial del territorio.

TABLA 14. NÚMERO DE INDIVIDUOS CLASIFICADOS POR ORIENTACIÓN. VALORES DE 0.5x0.5

	Nº Individuos	% de Frecuencia
N	27	16,667
NE	12	7,692
E	8	5,128
SE	14	8,333
S	43	26,282
SO	40	25,000
O	14	8,333
NO	4	2,564
S-SO (%)	N (%)	NE-E-SE-O-NO (%)
51,28	16,67	33,04

Primero, se localizaron aquellos individuos que se encontraban orientados al norte y resultó que todos ellos estaban agrupados en una misma zona.

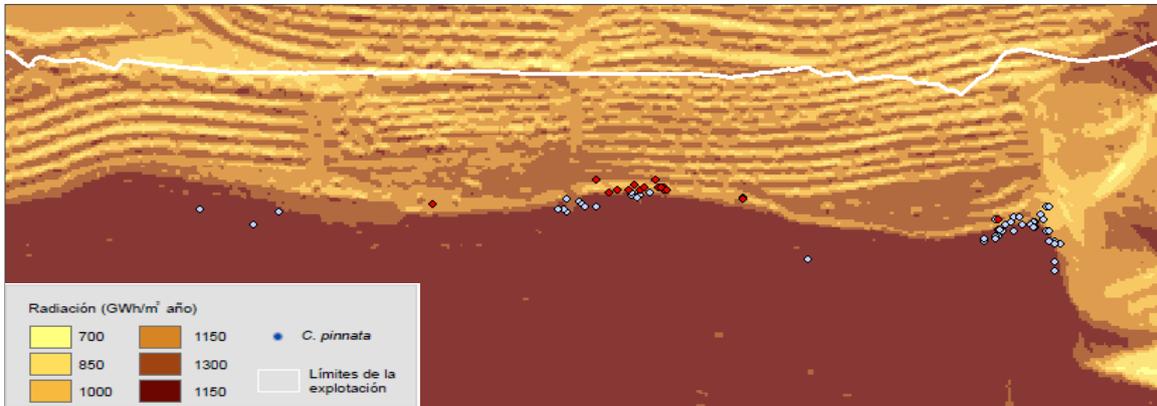


FIGURA 19. DETALLE DE MAPA DE RADIACIÓN CON LOS INDIVIDUOS ORIENTADOS AL NORTE EN ROJO

Podemos observar que se hallan en la cresta de una elevación y que en poca distancia los pies se encuentran a un lado u otro de la pendiente. Por ello, no se puede descartar que los individuos a los que se les ha asociado el norte realmente no estén orientados en esa dirección y que todo se deba al error instrumental del GPS con el que se geolocalizaron. Esta duda se debería resolver con una comprobación in situ pero las condiciones de trabajo han impedido que esto se llevase a cabo y la información recogida por los técnicos que realizaban las salidas al campo no contemplaba la orientación de cada individuo. Por otra parte, al estar en la parte alta de la cresta la radiación que les alcanza es mayor que en otras zonas también orientadas al norte.

Es por esta razón por la que se decidió utilizar la información de la malla 2x2: para eliminar incidentes similares que, aunque reales, dificultan la tarea de generalizar patrones.

En conclusión, se establecen como prioritarias las orientaciones S-SO, quedando las N-NO-O como posibles complementarias si los resultados de la búsqueda de zonas óptimas no fuesen satisfactorios en primera instancia.

RADIACIÓN

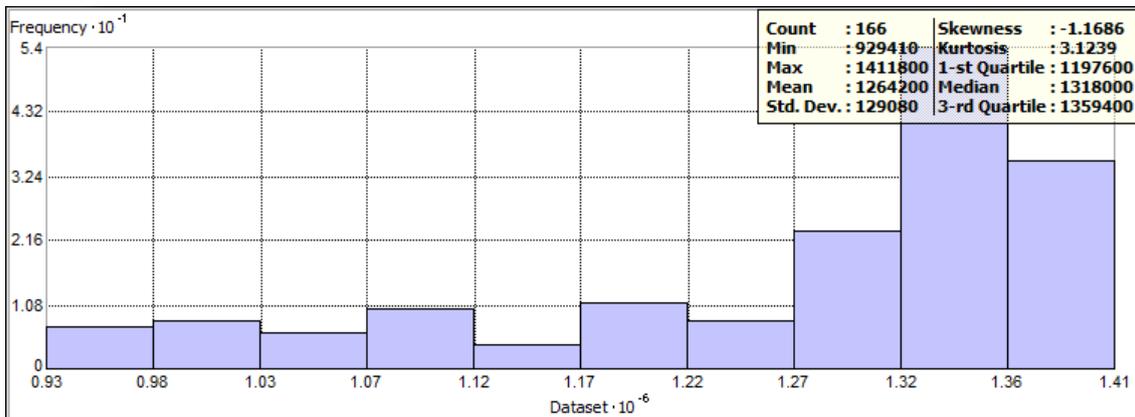


FIGURA 20. HISTOGRAMA DE LA VARIABLE "RADIACIÓN"

En este caso, los valores que indican el patrón van desde 1270 hasta 1410 KWh/m²/año ya que son los que superan el 10% de frecuencia. Como en el caso de la pendiente, el intervalo escogido para definir los umbrales de radiación recoge más del 75% de la muestra ya que corresponde al 2°, 3° y 4° más parte del 1°, permitiendo afirmar que los umbrales escogidos representan significativamente la tendencia que la especie presenta ante la radiación.

CONDICIONES AMBIENTALES REQUERIDAS

Los rangos de pendiente, radiación y orientación que debe cumplir el nuevo hábitat de esta población se pueden resumir en la siguiente tabla:

TABLA 15. VALORES ÓPTIMOS

Variable	Rango
Pendiente	15°
Orientación	S-SO
Radiación	1270-1410 KWh/m ² /año

Para encontrar áreas que ofrezcan estas características, se introdujeron estos intervalos en la calculadora ráster de ArcGIS, obteniendo una serie de píxeles

adecuados según el criterio establecido al programa. Éstos se encontraban en grados de aislamiento o agrupación diferentes, dando lugar a parches de distintos tamaños. Para eliminar aquellas zonas que no eran útiles para emplazar la nueva ubicación de la población, se realizó una agrupación de los píxeles y se eliminaron aquellos inferiores a 0.2 ha. El tamaño mínimo de parcela fue establecido a partir del número de individuos localizados y etiquetados durante las salidas de campo, ya que se consideró una separación de un metro entre individuos porque, aunque no haya que dejar de tener en cuenta que se encontraron pies agrupados, esta población también presenta una distribución dispersa en el territorio (Ver mapa de “Emplazamiento de la Centaurea” en el Anexo IV y Ficha de Inventario en el Anexo II”).

ELECCIÓN DE ZONA ÓPTIMA Y JUSTIFICACIÓN

Obtenidos los rangos de los requisitos ambientales de la población se procedió a buscar áreas en el territorio de alrededor que recogiese estos requerimientos. Se utilizó el MDT de 5x5 ofrecido por el centro de descarga del CNIG para agilizar el proceso de tratamiento de los datos con ArcGIS. Aunque hubiese sido deseable que no se cambiara el grado de resolución del material cartográfico empleado, el gran volumen de datos con los que trabajar y la potencia limitada de los ordenadores de los que se ha dispuesto, hacía poco viable lo contrario.

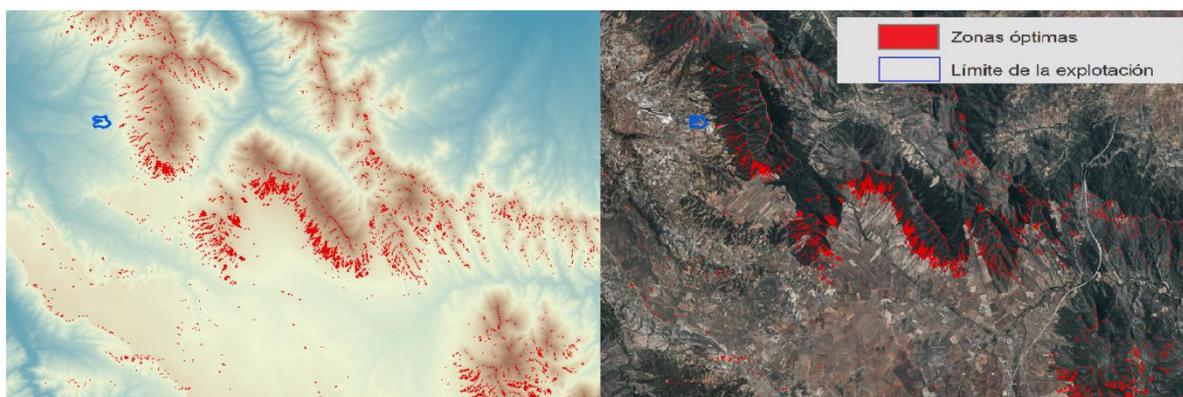


FIGURA 21. DISTRIBUCIÓN DE POSIBLES NUEVOS HÁBITATS SOBRE MDT (IZQ.) Y ORTOFOTO DEL 2015 (DCHA.)

Esta figura muestra el resultado final, una vez agregados los píxeles y filtrado los parches por tamaño. A primera vista se observa gran cantidad de espacios que podrían servir como nuevo emplazamiento de la población. Mediante fotointerpretación se

aprecia que gran parte de estas áreas están ubicadas en su mayoría en zona boscosa. Al tratarse de una especie colonizadora, la fase de sucesión ecológica de bosque no es adecuada para su viabilidad. Por lo que se debe buscar una zona con menos desarrollo vegetal pero, que a su vez, siga teniendo un grado bajo de artificialización. Dado el tipo de ordenación territorial aplicado, es difícil encontrar un lugar en el que el suelo esté libre de asfaltización pero que tampoco esté ocupado por una masa vegetal importante. La tendencia generalizada de la protección del paisaje no suele proteger a espacios con suelos con baja cobertura vegetal de actividades de explotación ni de su modificación.



FIGURA 22. ZONA POTENCIAL N°1 UBICADA EN AMBIENTE BOSCOSO

Además, era preferible que preexistiese una vía de acceso para realizar los trabajos de transporte, acondicionamiento del área y la misma trasplatación. Es por ello por lo que se consideró la segunda zona que se situaba sobre terreno agrícola aparentemente en desuso, según la ortofoto del 2015.



FIGURA 23. ZONA POTENCIAL N°2 CON ACCESO PREEXISTENTES

Por otra parte, también se contempló la proximidad al lugar de origen de la población, para disminuir posibles diferencias en variables ambientales que no se hayan contemplado y para disminuir costes de transporte a la hora de ejecutar la medida. Como se puede comprobar en la figura 24, el segundo parche queda notablemente alejado del lugar de origen, por lo que se consideró la tercera zona.



FIGURA 24. ZONA POTENCIAL N°3

Esta área se encuentra considerablemente cerca de la zona de explotación minera, con una vía de acceso cercana. Además, que el suelo presenta un grado de cobertura parecido a su hábitat origen (Ver Mapa de Emplazamiento en Anexo IV) que pertenece, según la base de datos del SIGPAC, a la catalogación de “Terreno Arable” pero con indicios de abandono, lo que facilitará la compra o expropiación del suelo.

CONCLUSIONES

En esta memoria se han resumido algunas de las diferentes tareas de las que se encarga un técnico de medio ambiente en una consultoría ambiental. Además, se ha centrado la atención en el desarrollo de una medida correctiva para paliar el posible impacto ocasionado por una explotación minera real sobre una población vegetal.

La propuesta metodológica se ha basado en las tecnologías SIG, estudiadas en el máster de Ordenación Territorial y Medioambiental, para analizar espacialmente las condiciones ambientales en las que se encontraban los individuos objeto de estudio. En los casos en los que se trabaje con especies con poca bibliografía o con información poco detallada -como éste- es necesario encontrar otras formas de obtención de datos. Las SIG proporcionan información primaria y adecuada al acontecimiento que se está

analizando, sin depender del material ya existente: de la disponibilidad o calidad de éste. Evidentemente, es necesario contrastar los resultados obtenidos con el campo y otros estudios, si existieran, para verificar la coherencia de éstos con la realidad. Pero la oportunidad de que los mismos investigadores generen el material con el que se va a trabajar da el poder de establecer criterios como la escala, la resolución y el tipo de información, ajustando los datos al caso de estudio.

En este trabajo se expone una forma práctica de solventar la disyuntiva de encontrar un hábitat nuevo para una población vegetal, disminuyendo los posibles problemas que puedan derivar de trasladar a otro entorno a individuos que se encuentran en equilibrio con su hábitat. La metodología propuesta es flexible y se puede adecuar a cualquier tipo de especie ya que busca conocer los requisitos ambientales de la población, sean cuales sean. También es accesible, ya que, para realizar el análisis del medio se ha partido de información LIDAR básica que se ha ido filtrando y analizando hasta generar datos concretos.

Los impactos sobre el medio natural son inherentes a las actividades antrópicas y, aunque no se puede evitar hacer uso de los recursos naturales disponibles, sí que es posible velar por que la explotación del medio se haga de una forma racional y sostenible, con el fin de seguir teniendo acceso a las fuentes de materia prima el máximo tiempo posible y con el mayor grado de calidad. Es frecuente encontrar falta de consideración ante elementos naturales con valor “no útil” por alto que sea éste. La protección de especies endémicas o con área reducida es importante para mantener la biodiversidad del territorio y la heterogeneidad del hábitat: aspectos muy importantes que dotan a los ecosistemas de resistencia y resiliencia. El caso que, finalmente, ha contemplado este TFM no trata de una población de interés botánico pero ha motivado el diseño de una metodología para contribuir a la preservación de flora relevante.

IMPRESIÓN GLOBAL DE LAS PRÁCTICAS

Tengo formación en Ciencias Ambientales, gracias al grado universitario, y el máster ha completado, de forma satisfactoria, mi perfil profesional en aspectos geográficos que, bajo mi criterio, no me había proporcionado la carrera. Todo ello se ha perseguido con

el objetivo de trabajar en el campo de la Ordenación Territorial y en el de la Evaluación Ambiental.

Dentro de la empresa he podido comprobar que, en efecto, me proporciona satisfacción personal desempeñar las funciones que se exigen en el puesto de trabajo de técnico de medio ambiente. Además, a falta de obtener más experiencia y teniendo en cuenta las limitaciones con las que todo graduado sale de la facultad, me ha proporcionado confianza en mis conocimientos y mis aptitudes; y creo que es algo muy importante al principio de la vida laboral de cualquier experto.

Todo ello lo he podido descubrir porque desde el primer momento se me ha incluido en los proyectos que estaban en curso y me han utilizado como un activo más de la empresa. Además, el ambiente de trabajo de la oficina ha sido muy agradable y los compañeros de trabajo me han acogido muy bien. De ellos, he aprendido mucho y han compartido conmigo experiencia y consejos.

En cuanto a las habilidades adquiridas, he complementado mis conocimientos obtenidos en el máster sobre el manejo de tecnologías GIS y, en concreto de ArcGIS, y he tenido oportunidad de familiarizarme con AutoCAD. Por otra parte, me ha parecido interesante conocer la forma de trabajo de una consultora: cómo se reparten las diferentes tareas entre los diferentes técnicos e ingenieros. También me ha gustado ver las relaciones que se establecen entre consultora-cliente-administración y las situaciones que se pueden dar cuando el órgano promotor y el ambiental son diferentes departamentos de la administración pública porque te aporta una visión más definida de la realidad en la que vivimos y a la que te enfrentarás como profesional.

En definitiva, las prácticas me han resultado interesantes y útiles, y una buena oportunidad que aprovechar dentro del máster.

BIBLIOGRAFÍA

ANSAR. Alegaciones Sobre La Explotación "La Loma-Mina Esperanza" Dentro De Las Concesiones "Isabel Mara II", nº2602, y "María Luisa Mara III, nº2690. Gobierno de Aragón. Departamento de Industria e Innovación, 2014.

BLANCA, G. Revisión Del Género Centaurea L.Sect. Willkommia. Sevilla: Lagasalia, 1981.

CRESPO, M. B., SOLANAS, J.L, CAMUÑAS, E. Dos Nuevos Sintáxones Rupícolas Bilbilitanos, Refugio De Endemismos De Área restringida. Flora Montiberica: 1999.

DEPARTAMENTO DE DESARROLLO RURAL Y SOSTENIBILIDAD. Catalogo De Especies Amenazadas En Aragón. Flora. Gobierno de Aragón, 2007.

MOLINA, C. Fichas Con Recopilación De Información Sobre Las Especies Incluidas En El Decreto 63/2007: Centaurea Pinnata. Junta de Castilla y León.

TYPSA. Estudio De Impacto Ambiental Del Proyecto De Explotación "La Loma-Mina Esperanza". Zaragoza, 2014.

IGME. Mapa Geológico Nacional (1:50.000). Ministerio de Economía Y Competitividad, 2003