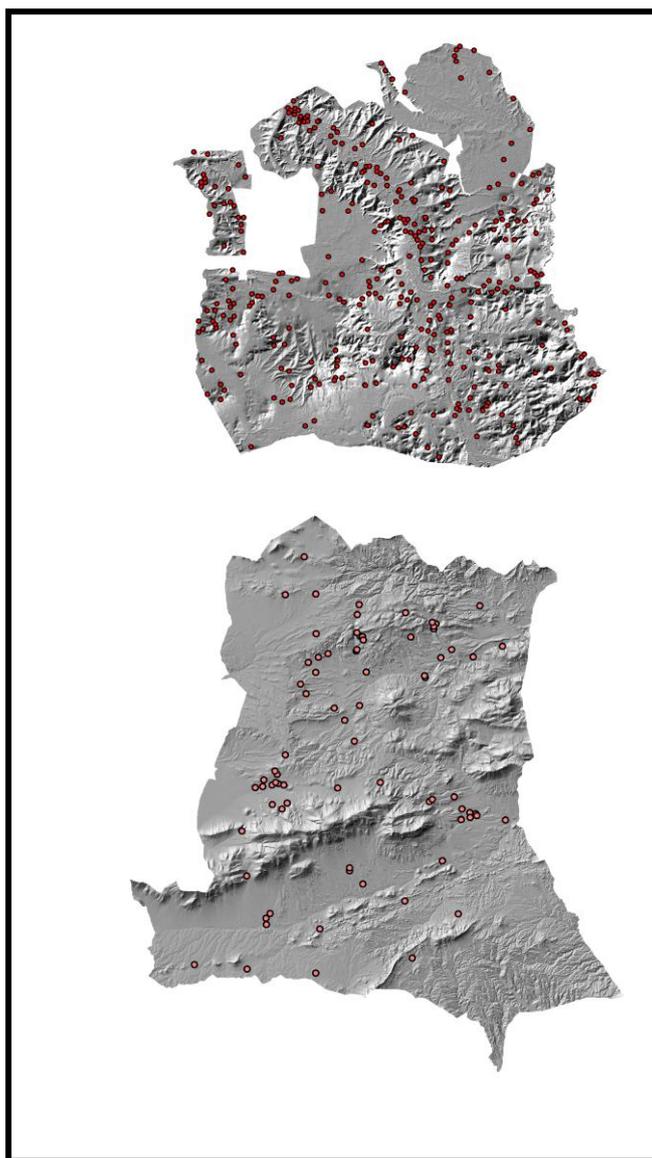


ANEXO
ANÁLISIS DE DOS ÁREAS-PILOTO
EL TÉRMINO MUNICIPAL DE ÉCIJA (SEVILLA)
Y
LA COMARCA DE “LOS VELEZ” (ALMERÍA)



P. SÁEZ – S. ORDÓÑEZ – S. GARCÍA-DILS [Dpto. Historia Antigua]
J. MÁRQUEZ [Dpto. de Geografía Física y AGR]
Universidad de Sevilla. 2006

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. RAZONES DE ELECCIÓN DE LAS ÁREAS-PILOTO	5
2. METODOLOGÍA	10
2.1. EL TEST DE CHI CUADRADO	11
2.2. DISCUSIÓN	13
3. ANÁLISIS REALIZADOS SOBRE LAS ÁREAS-PILOTO	17
3.1. GEOLOGÍA.....	17
3.1.1. <i>Écija</i>	17
3.1.2. <i>Los Vélez</i>	27
3.2. LOS USOS DEL TERRENO	35
3.2.1. <i>Écija</i>	36
3.2.2. <i>Los Vélez</i>	40
3.3. LA ALTIMETRÍA	44
3.3.1. <i>Écija</i>	44
3.3.2. <i>Los Vélez</i>	47
3.4. LA PENDIENTE	51
3.4.1. <i>Écija</i>	52
3.4.2. <i>Los Vélez</i>	58
3.5. LA ORIENTACIÓN	61
3.5.1. <i>Écija</i>	62
3.5.2. <i>Los Vélez</i>	65
3.6. LA DISTANCIA EUCLÍDEA A LA RED FLUVIAL	68
3.6.1. <i>Écija</i>	68
3.6.2. <i>Los Vélez</i>	71
3.7. LA DIFERENCIA ALTIMÉTRICA CON LA RED FLUVIAL MÁS CERCANA	74
3.7.1. <i>Écija</i>	74
3.7.2. <i>Los Vélez</i>	77
3.8. TIEMPO MÍNIMO EN LLEGAR A LA RED FLUVIAL	80
3.8.1. <i>Écija</i>	81
3.8.2. <i>Los Vélez</i>	84
3.9. DIFERENCIA ALTIMÉTRICA CON LA RED FLUVIAL ALCANZADA EN UN TIEMPO MÍNIMO	87
3.9.1. <i>Écija</i>	87
3.9.2. <i>Los Vélez</i>	90
3.10. ALTIMETRÍA RELATIVA	93
3.10.1. <i>Écija</i>	93
3.10.2. <i>Los Vélez</i>	96
4. BIBLIOGRAFÍA	100

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo se enmarca en las tareas relacionadas con el Proyecto MAPA (Modelo Andaluz de Predicción Arqueológica), y su objetivo es la redacción de un dictamen técnico sobre la influencia de las variables medioambientales en los patrones de asentamiento de grupos humanos en época romana en Andalucía.

Objetivos concretos son los siguientes:

A) Valorar la idoneidad de una serie de variables medioambientales para la elaboración de un modelo probabilístico de predicción arqueológica:

- Vegetación – Clima
- Geología - Litología
- Hidrografía (distancia a la red fluvial)
- Altimetría
- Pendiente

B) Sugerir una ordenación razonada de estas variables y, en su caso, el factor de ponderación a utilizar, así como su utilidad o, en su caso, eliminación.

C) Indicar la escala más idónea para este tipo de análisis.

D) Indicar otras variables medioambientales que puedan resultar adecuadas.

E) Comprobar la utilidad de emplear estas unidades territoriales individualizadas (Vegas Interiores, Campiñas, Áreas de vocación forestal, Áreas forestales, Sureste árido, Litorales) y proponer, si así se estima conveniente, delimitaciones de amplias unidades territoriales alternativas a éstas.

Estos puntos constituyen *grosso modo* el núcleo del cuestionario que se nos ha encomendado desarrollar, partiendo de la base de la consideración de unas variables determinadas.

Para llevar a cabo esta labor, se han analizado las relaciones que guardan los asentamientos de época romana incluidos en dos unidades territoriales muy diferentes, con las variables ambientales requeridas, más otras que se han añadido en la convicción de que pueden considerarse de interés para el cumplimiento de los objetivos del proyecto MAPA. El análisis se basa en procedimientos estadísticos.

Las unidades territoriales corresponden al municipio de Écija (Campiña), y a la comarca de Los Vélez (Sureste árido). Se trata de unidades diferentes desde el punto de vista morfológico, climático..., y donde la extensión y el número de asentamientos es también muy distinto:

- El municipio de Écija posee una extensión de 97617 Has, y el número de asentamientos romanos considerados es de 256. Su altura y pendiente media alcanzan valores de 162 metros y 5 %, respectivamente.
- La comarca de Los Vélez, formada por cuatro municipios, tiene una extensión de 114558 Has, y en ellos se encuentran 78 asentamientos romanos. Su altura y pendiente media alcanzan valores de 1078 metros y 20 %, respectivamente.

Las variables ambientales, además de las ya citadas (vegetación-clima, geología-litología, distancia a la red fluvial, altimetría y pendiente) incluyen dos nuevos tipos:

- Topográficas: la orientación
- Analíticas:
 - Diferencia altimétrica con la red fluvial más cercana
 - Tiempo a la red fluvial más cercana (en tiempo).
 - Diferencia altimétrica con la red fluvial más cercana (en tiempo).
 - Distancia a cotas topográficas de altimetría relativa superior.

En este último grupo se encuentran algunas variables que han sido generadas para la ocasión. Dado que su diseño requiere el empleo de técnicas de modelización SIG, tan solo se expondrán los resultados obtenidos.

El análisis de las relaciones entre asentamientos y variables ambientales se realizará siguiendo una metodología muy precisa:

- Generación de un histograma de frecuencias de aparición de asentamientos, en cada categoría de la variable.

- Discretización de la variable para la aplicación de un test estadístico que permita conocer si la distribución espacial de los asentamientos entre las clases es o no aleatoria.
- Caracterización de cada intervalo de la variable por su densidad (asentamientos por km²) y por la diferencia entre frecuencias observadas y esperadas de aparición de asentamientos.

Este estudio se centra, pues, en el análisis de las relaciones entre la localización de los asentamientos romanos y determinadas variables ambientales, con el objetivo final de indicar qué relaciones se muestran más significativas desde el punto de vista estadístico, y en que categoría de cada una es esta relación más importante. Por esta razón, la mayor parte del trabajo se dedica al análisis por separado de cada variable.

1.1. RAZONES DE ELECCIÓN DE LAS ÁREAS-PILOTO

Las áreas de estudio sobre las que se apoya este dictamen son, como se ha dicho y respectivamente, el término municipal de Écija y la Comarca de los Vélez.

Con respecto a la primera de estas áreas no es preciso ofrecer una justificación detallada de las razones por las que se ha optado por esta zona como objeto de análisis. El área abarcada por la antigua *Colonia Augusta Firma Astigi* es un sector del territorio de la campiña sevillana sobre el que se ha volcado desde ya años el esfuerzo de investigación arqueológica e histórica del grupo de trabajo firmante de este estudio, continuando una tradición que se remonta a los años 30 del pasado siglo desde que G. Bonsor estableciera las bases del estudio arqueológico de esta zona. Se trata de un área de considerable extensión y relativamente bien conocida desde el punto de vista arqueológico en lo que se refiere a la ubicación de asentamientos de época romana, resultado básicamente de los trabajos de F. Collantes de Terán para el *Catálogo Arqueológico y Artístico de la Provincia de Sevilla* en los años 40 y 50, de M. Ponsich en el entorno del Genil en los 70 y 80 para la localización de establecimientos alfareros, así como los de V. Durán y A. Padilla a inicios de los 90 presentando la primera síntesis de la evolución del poblamiento en el término municipal astigitano. En estos momentos los firmantes están ultimando la redacción de la parte de la Carta Arqueológica

Municipal de Écija dedicada al territorio, que actualiza y desarrolla los resultados de aquella última obra citada a partir de nuevas prospecciones más sistematizadas, y que introduce nuevas categorías de análisis no contempladas en ella y de las que se ha beneficiado asimismo la redacción de este dictamen.

El área que abarca el término municipal de Écija resulta igualmente un adecuado espacio piloto para un estudio de esta índole por otro conjunto de razones que, sintéticamente, se enumeran a continuación:

- Se trata de una zona nuclear en el poblamiento del valle del Guadalquivir. La centralidad del territorio astigitano, ubicado entre los polos nucleares del poblamiento bético y los grandes focos económicos y de la dinámica histórica que son *Hispalis* y *Corduba*, y en estrecha relación con otros núcleos primarios de la red urbana provincial como *Urso*, *Ostippo* y *Carmo*, hicieron de él un ámbito privilegiado para el surgimiento de asentamientos. La gran riqueza agrícola y la potencialidad productiva de sus tierras encuentra su mejor expresión histórica en la capacidad exportadora de su producción oleícola, reflejada particularmente en la altísima densidad de asentamientos junto al antiguo *Singilis* dedicados a la fabricación de ánforas. El hecho mismo de la ubicación de una colonia de veteranos en época augustea, con todo lo que ello implica, es un testimonio que refuerza la favorabilidad del medio geográfico para la fijación del poblamiento, especialmente en un contexto histórico en el que en la fundación colonial primaba, por encima de consideraciones militares o defensivas, la potenciación de un área excepcionalmente dotada para la producción y exportación de una materia prima esencial para el estado como era el aceite.
- El territorio astigitano es una de las muestras más evidentes de lo que supone, en lo que se refiere a los factores externos que condicionan el poblamiento, la integración de un territorio determinado en un imperio –mediante la ampliación de las escalas espaciales a todo el Mediterráneo- y la apertura de amplios circuitos de intercambio con la generación de nuevas necesidades y presiones sobre el medio, la intensificación de la explotación de los recursos agropecuarios y las transformaciones del paisaje. Los efectos de la política de expansión atlántica del estado romano encuentran en este territorio una de sus expresiones más nítidas en el sentido de la aceleración experimentada desde

época de Augusto de la expansión del régimen de la *uilla* y su modelo de ocupación del territorio. En este sentido uno de los rasgos distintivos de esta zona es la fuerte dependencia de un modelo económico en el que, junto al comercio redistributivo desde las haciendas señoriales y a los elementos de mercado que se desarrollan a diferentes niveles, prevalece como forma comercial fundamental el abastecimiento a escala estatal de productos imprescindibles para el mantenimiento del sistema imperial.

- El territorio estaba estructurado por una red viaria de primer orden, la *Via Augusta*, auténtico eje vertebrador del espacio astigitano en época romana, y cuya disposición por este sector está fuertemente vinculada con la realidad geomorfológica de la zona.
- En el territorio perteneciente al actual término municipal, o en inmediata vecindad con él, se incluyen un notable grupo de asentamientos romanos que alcanzaron el status urbano, una circunstancia que estaba fuertemente ligada a la capacidad del entorno para proveer las condiciones favorables y necesarias para su desarrollo. La presencia de este conjunto de ciudades otorga un muy alto grado de densidad urbana, paralelo al elevado número de asentamientos de inferior categoría que se han podido documentar en las prospecciones arqueológicas, y cuyo origen está directamente condicionado por la existencia y necesidades de explotación de estas entidades urbanas.

Por lo que respecta a la Comarca de los Vélez, su elección ha venido condicionada por un conjunto de factores que hacen de ella un territorio susceptible de contraste con el de la campiña del Guadalquivir, pues si la extensión de ambos territorios es relativamente similar, 97617 hectáreas en Écija frente 114558 en Los Vélez, sin embargo el número de asentamientos conocidos, las condiciones orográficas generales así como la evolución histórica y la realidad geopolítica son claramente desiguales.

Se trata de una comarca situada en el N de la provincia de Almería, que desde el punto de vista administrativo actual está organizada por los municipios de Vélez Blanco, Vélez Rubio, María y Chirivel, y que se ha caracterizado por su condición de zona fronteriza en toda época histórica, también en la romana, cuando este territorio pertenecía, desde las medidas tomadas en este sentido por Augusto, a la

provincia Hispania Citerior tarraconense, y en ella al *conuentus Carthaginensis*. Un condicionante fundamental que se ha tenido muy en cuenta a la hora de elegir esta área piloto ha sido el buen conocimiento arqueológico que hoy día se tiene sobre esta comarca, resultado de la importante labor de rastreo documental y de la realización de prospecciones arqueológicas impulsadas por proyectos de investigación científicamente contrastados y recientes en el tiempo; nos encontramos, pues, ante una zona bien estudiada que garantiza unas condiciones de análisis fiables y adecuadas.

Frente al carácter nuclear de la campiña sevillana, la comarca de los Vélez fue siempre, también en la Antigüedad, a pesar de encontrarse atravesada por la Via Augusta, una zona marginal a los grandes acontecimientos históricos y a los grandes focos económicos; la información de que se dispone sobre actividades militares, políticas o administrativas que afecten a este entorno es muy escasa y de poca relevancia. No es una zona de obtención de recursos mineros o agropecuarios que pueda compararse con el Valle del Guadalquivir, la zona de Castulo o Huelva, pues es patente la ausencia de minas y la inexistencia de grandes valles de explotación agrícola intensiva que actuaran como polos de atracción de inmigrantes o pobladores. Dicho esto, es preciso señalar sin embargo que la presencia de la Vía Augusta como eje estructurador de las comunicaciones entre *Castulo*, *Acci* y *Carthago Nova* permitió establecer un fluido contacto de esta comarca con los circuitos costeros y mediterráneos que discurren por el levante peninsular.

Un rasgo que individualiza a este sector en contraste con la otra zona de estudio es la inexistencia, en la época de estudio, de asentamientos de carácter urbano y grandes ciudades. Se ha señalado que posiblemente la ubicación de *Carthago Noua* y la dependencia administrativa con este importantísimo núcleo del sureste hispano, explicitada en su inclusión en el mencionado convento, eliminara la presencia de otras posibles ciudades en el radio de acción de ésta, condicionando el desarrollo agrícola de los alrededores; el tirón que supone las necesidades de esta urbe, sus explotaciones mineras y su actividad portuaria y mercantil, actuarían de estímulo para la explotación del agro de las comarcas circundantes, entre las que se incluye la de los Vélez, sin que su hiciera necesario la fundación de ciudades o la promoción de asentamientos de nivel medio a este rango. Por ello, la importancia de la Ciudad como factor impulsor del poblamiento, de la extensión del régimen de la villa y de

la implantación del modelo socioeconómico romano de ocupación del territorio, queda relativizada en comparación con la que se aprecia en la campiña sevillana. Como consecuencia de la lejanía de los centros urbanos, el modelo de organización y jerarquización del poblamiento sigue unas pautas diferentes a las que se ponen en práctica en otros lugares, donde prima el binomio *urbs / uilla*.

Al contrario que en Écija o en general en las campiñas del Guadalquivir, donde el comercio exterior y el intercambio a gran escala condicionan en gran medida tanto la funcionalidad de los establecimientos como la misma configuración urbana de la capital, en los Vélez parece que la dinámica esencial es la producción agrícola destinada al autoconsumo de los propios habitantes o la de las ciudades vecinas como Cartagena, siendo aquí secundarias las necesidades de abastecimiento a los mercados exteriores con excepción de algún producto de gran demanda como el esparto o de aquellos otros relacionados con el aprovechamiento de las masas forestales (cera, miel, combustible, materias primas para la edilicia), más abundantes y extensas que hoy día.

En todo caso, la diferencia reseñada no significa que la comarca no esté intensamente ocupada: teniendo en cuenta la considerable reducción del territorio habitable que conlleva la presencia de abundantes sierras y las complejas condiciones orográficas que caracterizan en general a la zona, se ha de admitir que el número de núcleos rurales de época romana es relativamente elevado, situándose en su mayoría en suaves colinas en el llano, en laderas de montes y en las márgenes de ríos y arroyos, en todo caso siempre junto a fuentes, manantiales y veneros; este factor de la accesibilidad al agua es, al margen de la metodología de análisis que se pretenda aplicar, uno de los condicionantes fundamentales de la ubicación de los asentamientos en la comarca de los Vélez.

2. METODOLOGÍA

La metodología básica consiste en la generación de cada variable o, en caso de existir, en su remodelación para adecuarla a los requerimientos del análisis. A partir de la obtención de esta información, que caracteriza a todo el territorio, se extrae el valor correspondiente a cada asentamiento: el resultado puede ser plasmado cartográficamente o, más específicamente, por medio de un histograma de frecuencias de aparición de asentamientos en cada intervalo.

Posteriormente, para la generación de las tablas de contingencia y la aplicación del test de Chi Cuadrado, los asentamientos son agrupados en nuevas clases, más adecuadas a los requerimientos del Test y, a partir de ellas, puede obtenerse tanto la densidad de asentamientos en cada una, como la diferencia entre los valores esperados y los obtenidos:

- La diferencia entre asentamientos observados y esperados indica, basándose exclusivamente en la superficie de cada clase, la posibilidad “a priori” de encontrar un número determinado de asentamientos en cada categoría.
- La densidad de asentamientos indica, en función de los localizados en cada categoría y de la extensión de ésta, la posibilidad “a posteriori” de encontrar asentamientos en una clase determinada.

Finalmente, el valor del test de Chi cuadrado para cada variable es calculado, obteniéndose una probabilidad estadística de que la distribución espacial de los asentamientos guarde una relación “no aleatoria” con la variable en cuestión.

2.1. EL TEST DE CHI CUADRADO

El “Test de Chi cuadrado para una muestra” (Ebdon, 1992) permite afirmar, con una probabilidad determinada de rechazar con acierto la hipótesis nula, si la distribución espacial de una muestra entre distintas categorías o intervalos de una variable se debe o no a la aleatoriedad del muestreo.

El test se utiliza para aceptar la hipótesis nula, o bien rechazarla con una probabilidad determinada de error, y aceptar la hipótesis alternativa. El enunciado de ambas hipótesis es el siguiente:

H_0 : “El número de muestras observadas en cada categoría o intervalo es proporcional a su extensión. Las diferencias observadas se deben a la aleatoriedad del muestreo”.

H_1 : “El número de muestras observadas en cada categoría o intervalo no es proporcional a su extensión. Las diferencias observadas no se deben a la aleatoriedad del muestreo”

En el caso de los yacimientos arqueológicos, el procedimiento consiste en relacionar el número de asentamientos existentes en cada categoría de una variable con su extensión, de modo que pueda comprobarse si el porcentaje de yacimientos localizados en cada clase es proporcional al porcentaje de superficie que ésta ocupa.

Las restricciones en el uso del test de Chi Cuadrado para una muestra, en el caso de emplear más de dos categorías, son las siguientes:

- Los datos deben ir en forma de frecuencias de ocurrencia de objetos discretos (no en porcentajes).
- Las categorías deben ser mutuamente excluyentes (un objeto no debe estar incluido en dos categorías)
- No más de 1/5 de las frecuencias esperadas deben ser inferior a 5.
- Ninguna frecuencia esperada debe ser inferior a 1.

El test puede rechazar H_0 si el valor obtenido en la tabla de Chi cuadrado, para un nivel de confianza y grados de libertad determinados, es inferior al generado por la aplicación de la siguiente fórmula:

$$X = \sum ((\text{Frec. Observadas} - \text{Frec. Esperadas})^2 / \text{Frec. Esperadas})$$

El valor de la tabla de Chi cuadrado depende de los grados de libertad (k) y del nivel de confianza elegido. Los grados de libertad a emplear equivalen a:

$$\text{Grados de libertad para una muestra: } (N^\circ \text{ de categorías} - 1)$$

El nivel de confianza elegido puede ser el máximo, 0.001, lo que indicaría que el resultado obtenido puede ser aceptado con una confianza del 99.9 %.

2.2. DISCUSIÓN

La caracterización de los asentamientos por medio de variables no está libre de cierta incertidumbre, asociada al acierto en la elección de una serie de parámetros y valores. Entre los casos más destacados se encuentran:

A) El modelo de datos a emplear:

Este tipo de análisis puede ser realizado tanto mediante el modelo de datos raster como vectorial, ya que los datos originales vienen dados en ambos formatos, y la posibilidad de intercambio entre ambos es completa

Sin embargo, la mayoría de las operaciones que se realizan son propias del modelo raster (cálculo de variables topográficas, de distancias...), y su resultado viene dado en este formato. Por esta razón se ha optado por un modelo de datos basado en celdillas.

B) El tamaño de celdilla:

La elección del tamaño de celdilla más adecuado para la generación de datos raster viene condicionada tanto por la escala y/o resolución espacial de la información de partida, como por la rapidez en la ejecución en las operaciones. En este sentido, el hecho de disponer de una fuente de información básica –el modelo digital de elevaciones- con una resolución de 10 metros, ha resultado decisivo para la adopción de tal tamaño de celdilla.

Hay que destacar, no obstante, que las operaciones específicas destinadas a dar un valor cualitativo a las celdillas poseen unos límites máximos determinados por el programa en sí. Por esta causa, los análisis basados en las diferencias altimétricas se realizan sobre una malla raster con equidistancia de 40 metros: en estos casos, la superficie del área de estudio aumenta ligeramente.

C) La extensión del área de estudio:

Debido a que el número de asentamientos está limitado por el área de estudio, las restantes variables deben también estar circunscritas a este límite. Esto tiene una gran importancia en los cálculos a realizar, especialmente de distancia, dependiendo de si el elemento de referencia se considera también definido por este límite. Parece que no tendría sentido esta limitación cuando la influencia real existe: un caso obvio es la distancia a la red fluvial

D) El establecimiento de los intervalos adecuados para las variables continuas

La reclasificación de una variable continua en intervalos posibilita la caracterización de los asentamientos por medio de clases que, a su vez, los clasifican en categorías. Esto da mucha mayor potencia al análisis de las relaciones entre asentamientos y variables continuas.

Sin embargo, la generación de las clases más adecuadas es una labor compleja, en la que las posibilidades son muy amplias, y de cuyos resultados puede realizarse una interpretación muy diferente.

Para la generación de clases a partir de una variable continua, y siempre procurando que sobre ella pueda aplicarse el test de Chi cuadrado¹, se han tenido en cuenta los siguientes criterios:

- Que el mínimo número de clases posibilite una adecuada caracterización de los yacimientos, mientras que el máximo permita la aplicación del test de Chi cuadrado.
- Que el ancho de cada clase sea semejante.

En la práctica, sin embargo, esto no ha sido siempre posible, y dos son los casos paradigmáticos:

¹ Hay que recordar que no debe haber frecuencias esperadas inferiores a 1, y que no más de 1/5 de estas deben tener valor inferior a 5.

- La pendiente es una variable que, en la gran mayoría de los casos, a medida que aumenta el rango disminuye su superficie. Por esta razón, y ya desde el principio, se han generado clases de anchura desigual, atendiendo a diferentes clasificaciones.
- Las distancias, tanto a la red fluvial como a las cotas, dependen de la distribución espacial de los elementos de referencia. Si su distribución en el espacio es homogénea, existirá un punto a partir del cual la extensión de cada categoría deja de aumentar con la distancia al elemento, precisamente porque pasa a estar más cercano a otro. Como consecuencia, si se generan intervalos de igual rango, las extensiones mínimas se encuentran en los extremos, especialmente en el más alejado.

Hay que tener en cuenta que la aplicación del test de Chi cuadrado requiere que exista un número mínimo de observaciones esperadas, y este número depende directamente de la extensión proporcional de cada clase. Existe, por tanto, un valor, que puede ser conocido previamente, que indica si esa clase es o no adecuada. En el caso de que no lo sea caben varias posibilidades:

- La realización de una nueva reclasificación de la variable, donde el ancho de cada clase sea mayor, pero se mantenga igual rango: disminuye el número de clases
- La agrupación de las categorías cuya extensión es insuficiente. Este caso suele darse en los valores más extremos de la variable, especialmente en análisis de distancia y de diferencias altimétricas: como consecuencia, el rango se mantiene en todas las clases excepto en la última y, a veces, en la primera.
- Una última posibilidad es aprovechar la posibilidad de generar clases donde el rango de la clase esté a expensas de su extensión, de modo que se asegure un número mínimo de clases aceptables por el test. En este caso, la dificultad estriba en la interpretación de los resultados, compleja cuando el rango es diferente para cada clase. Por otra parte, sería difícil comparar una misma variable entre diferentes áreas de estudio.

E) La metodología empleada para calcular el tiempo que tarda en atravesarse cada celdilla:

La obtención de la fórmula que indica el tiempo que tarda en atravesarse una celdilla depende de las variables que se consideren que influyen en este tiempo. Si considera tan solo la pendiente, la fórmula depende del espacio que se considere que es recorrido, en igual unidad de tiempo, con diferentes pendientes: para ello es necesario modelizar esa variable, realizando el ajuste a una curva a partir de datos contrastados.

Por otra parte, los programas dan la posibilidad de tener en cuenta la orientación de esa pendiente en relación con la dirección de la ruta, de modo que no sea considerada igual aquella que, en la dirección seguida, obliga a ir “cuesta arriba”, que aquella otra que permite descender.

3. ANÁLISIS REALIZADOS SOBRE LAS ÁREAS-PILOTO

3.1. GEOLOGÍA

Para la caracterización de las características geológicas del terreno, en cuanto a su edad y litología, se ha recurrido al *Mapa Geológico-Minero de Andalucía* a escala 1:400.000, que cubre la totalidad del territorio andaluz. Este mapa está constituido por la síntesis geológica del territorio de Andalucía y la recopilación de indicios mineros metálico-energéticos e indicios mineros de rocas industriales. Su elaboración se realizó sobre la base topográfica que proporciona el *Mapa Topográfico Militar de España* a escala 1:400.000, y tomó como documentación básica la elaborada y publicada por el Instituto Geológico y Minero de España, utilizando el *Mapa Geológico Nacional* a escala 1:50.000 (*MAGNA*), el *Mapa Metalogenético de España* a escala 1:200.000, el *Mapa de Rocas Industriales de España* a escala 1:200.000, además de investigaciones mineras de diferentes sustancias realizadas en distintas épocas. Esta versión se digitalizó en el año 1.991. En 1.995 se generó la primera versión digital en CD-ROM en el formato ARC/INFO. La versión que se ha utilizado es la revisión más reciente de este mapa digital, realizada en 1.998.

En lo tocante al *Dictamen* que nos ocupa, se ha realizado el estudio de relación entre la presencia de localizaciones arqueológicas y la litología utilizando como base este mapa tanto en Écija como en la comarca de Los Vélez, calculando la densidad de yacimientos por Km² en cada piso o pisos geológicos. En el caso de Écija se han utilizado categorías litológicas todavía más precisas, utilizando como base el *Mapa Geológico Nacional* a escala 1:50.000 (*MAGNA*).

Las localizaciones arqueológicas se han caracterizado a partir de los centroides respectivos de los polígonos delimitados en prospección superficial.

3.1.1. Écija

Se trata de determinar la relación que pueda existir entre el porcentaje de localizaciones arqueológicas ubicadas en cada piso geológico, con el porcentaje de superficie del Término Municipal de Écija que representa cada uno de estos pisos. En términos

absolutos, se trata de **259 localizaciones** repartidas en una superficie de **976,18 Km²**, lo que supone una densidad media de **0,26 localizaciones por Km²**.

En principio, considerando el paisaje del Término Municipal de Écija como un todo continuo, y prescindiendo de otras consideraciones, la relación porcentual entre localizaciones y superficie de los distintos pisos debería ser equivalente. Caso de que la desviación fuera notable, se trataría de buscar las posibles causas [Fig. 01].

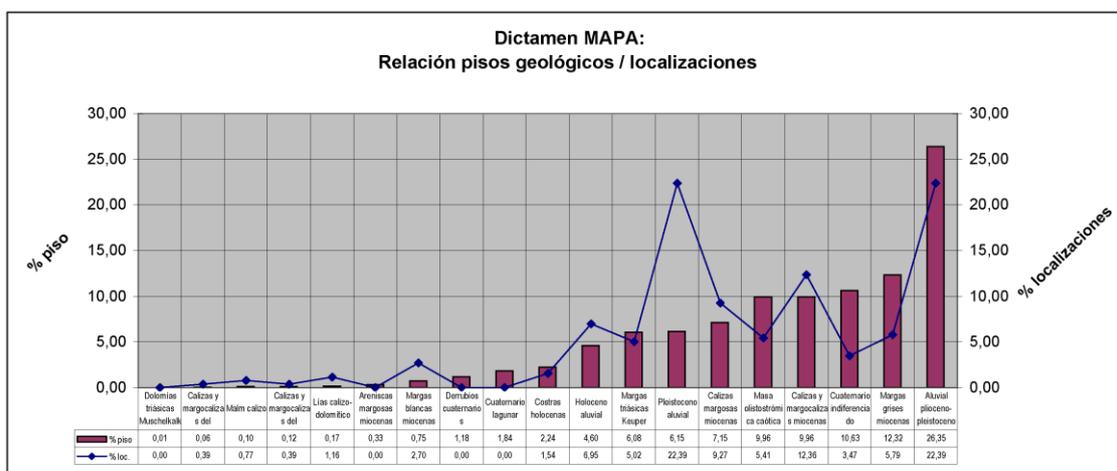


Fig. 01 – Relación superficie pisos geológicos / localizaciones arqueológicas, en tantos por ciento.

En efecto, tal como se aprecia en [Fig. 01], hay una relación de práctica equivalencia, por ejemplo, en el caso del piso geológico “Aluvial Plioceno-Pleistoceno”, que representa el 26,35 % de T.M., y donde se ubican el 22,39 % de las localizaciones.

Sin embargo, hay llamativas divergencias que conviene analizar con más detalle.

- La más notable es la que se observa en el “Pleistoceno Aluvial”, cuya superficie representa el **6,15 %** del T.M., y donde se ubica un elevadísimo porcentaje de localizaciones, que asciende a un **22,39 %**. En cuanto a densidad, se trata de **58 localizaciones** repartidas en **60,04 Km²**, lo que se traduce en **0,97 localizaciones por Km²**, **3,64** veces por encima de la media. Como se puede ver en [Fig. 02], se trata de materiales geológicos asociados a los cursos fluviales del Término, que se revelan así como poderosos factores de atracción.

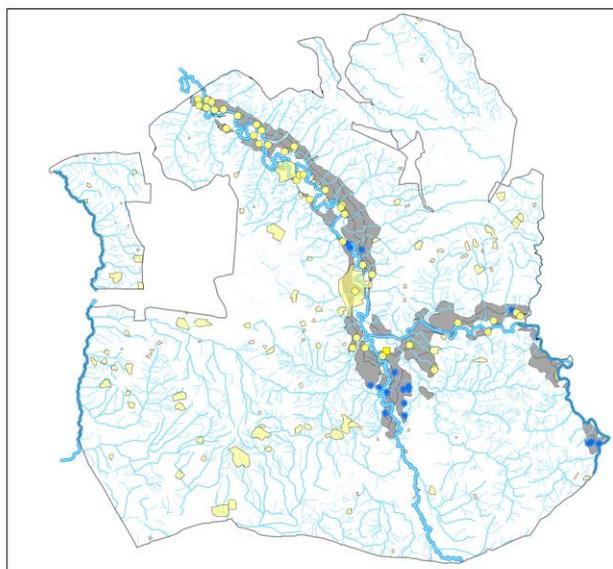


Fig. 02 – Piso geológico “Pleistoceno Aluvial”
con localizaciones arqueológicas.

- Esta tendencia se puede terminar de constatar si se consideran conjuntamente los pisos geológicos “Pleistoceno Aluvial” y “Holoceno Aluvial”, asociados a la dinámica fluvial del territorio objeto de estudio [Fig. 03]. En este caso, en conjunto representan el **10,73 %** del T.M., y se ubican en ellos un **29,34 %** de las localizaciones. Nos encontramos pues ante **76 localizaciones** distribuidas en una superficie de **104,98 Km²**, lo que supone una densidad de **1,37 localizaciones por Km²**, **5,15** veces por encima de la media.

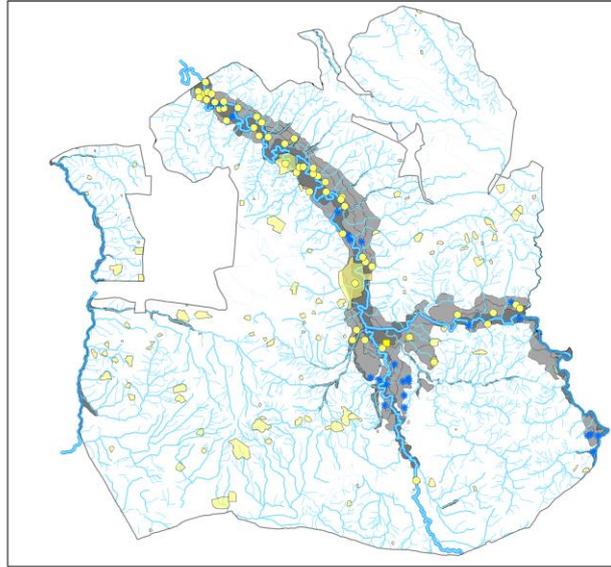


Fig. 03 – Pisos geológicos “Pleistoceno Aluvial” y “Holoceno Aluvial” con localizaciones arqueológicas.

- En el polo opuesto, se encuentra por el contrario el muy representativo piso “Cuaternario indiferenciado”, que representa el **10,63 %** del T.M. –equivalente al caso anterior-, y donde se ubica un porcentaje de localizaciones de tan solo un **3,47 %**. Se trata en este caso de **9 localizaciones** repartidas en una superficie de **103,72 Km²**, lo que se traduce en una densidad de **0,09 localizaciones por Km²**, en torno a una tercera parte de la media. En este caso [Fig. 04], aun encontrándose este piso geológico lindando con cursos fluviales, las localizaciones arqueológicas evitan en lo posible situarse dentro de sus límites.

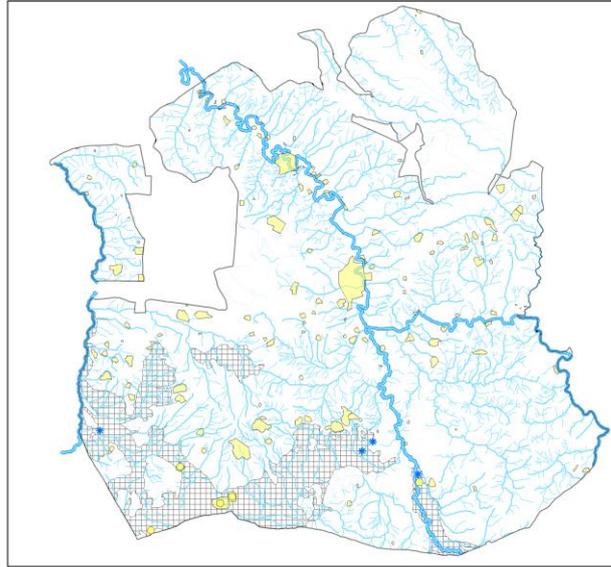


Fig. 04 – Piso geológico “Cuaternario Indiferenciado” con localizaciones arqueológicas.

- Avanzando un paso más en esta línea de análisis, se podría añadir una variable más al gráfico examinado en [Fig. 01], la densidad de localizaciones por Km² [Fig. 05], para a continuación agrupar los pisos geológicos según la relación número de localizaciones/superficie, para intentar ofrecer tendencias globales.

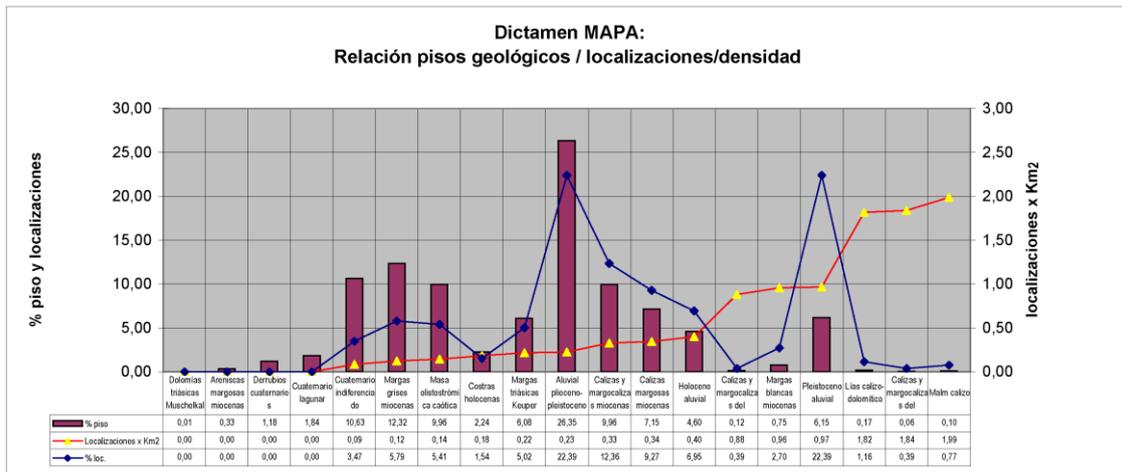


Fig. 05 – Relación superficie pisos geológicos / localizaciones arqueológicas, en tantos por ciento, además de densidad de localizaciones por Km².

- En este sentido, se puede proponer agrupar los pisos geológicos en tres grupos, que representan aproximadamente un tercio del Término Municipal cada uno:
 - Relación localizaciones/superficie por debajo de la media.
 - Relación localizaciones/superficie media.
 - Relación localizaciones/superficie por encima de la media.

- De este modo, tenemos en primer lugar el grupo siguiente, en orden de densidad de localizaciones por Km²:
 - Dolomías triásicas Muschelkalk
 - Areniscas margosas miocenas
 - Derrubios cuaternarios
 - Cuaternario lagunar
 - Cuaternario indiferenciado
 - Margas grises miocenas
 - Masa olistostrómica caótica

- Este grupo representa el **36,27 %** de la superficie del T.M., y se ubican sobre ellos tan solo un **14,67 %** de las localizaciones [Fig. 06]. En términos absolutos, se trata de **38 localizaciones** distribuidas en una superficie de **354,06 Km²**, lo que implica una densidad de **0,11 localizaciones por Km²**, un **0,40** de la media.

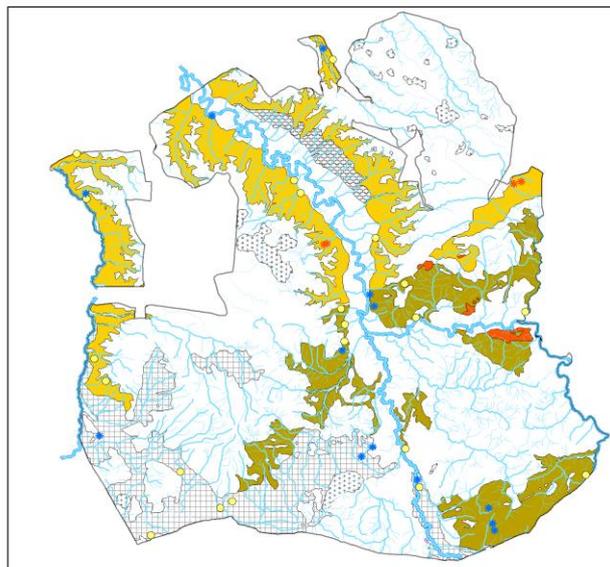


Fig. 06 – Pisos geológicos con localizaciones por debajo de la media.

- Examinando [Fig. 06], no se aprecia una tendencia precisa, a no ser amplias áreas despobladas, a pesar de su cercanía a cursos fluviales y vías de comunicación. Quizá sea más ilustrativa en este caso [Fig. 07], donde se representan por el contrario las localizaciones que se encuentran **fuera** de estos pisos, y en la que se puede observar cómo las localizaciones hacen lo posible por evitar estos materiales, situándose en algunos casos en las “islas” que quedan dentro de ellos, o entre varios de estos materiales, o justo en el límite.

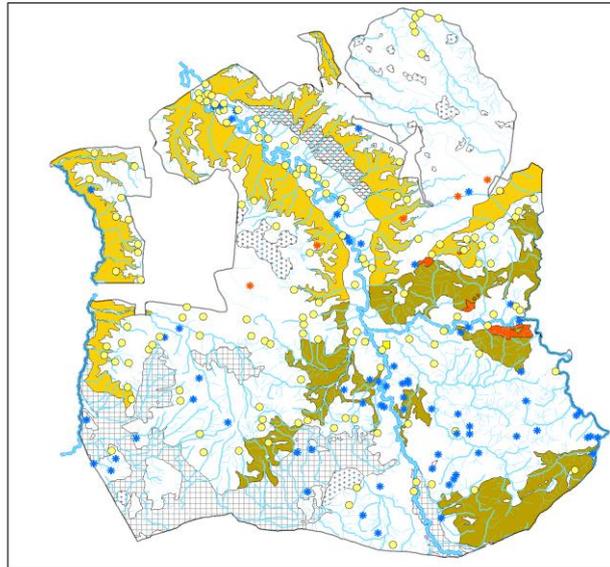


Fig. 07 – Pisos geológicos con localizaciones por debajo de la media.
Se representan las localizaciones ubicadas **fuera** de estos pisos.

- En segundo lugar, tenemos el grupo en el que los porcentajes de localizaciones y de superficie que representan los pisos donde se ubican aquellas son prácticamente equivalentes. Son los siguientes, en orden de densidad de localizaciones por Km²:
 - Costras holocenas
 - Margas triásicas Keuper
 - Aluvial plioceno-pleistoceno
- Este grupo representa el **34,67 %** de la superficie del T.M., algo inferior al caso anterior, y se ubican sobre ellos un **28,96 %** de las localizaciones [Fig. 08], es decir, el doble que en dicho caso. En términos absolutos, se trata de **75 localizaciones** distribuidas en una superficie de **338,48 Km²**, lo que implica una

densidad de **0,22 localizaciones por Km²** -justo el doble que en el caso anterior-, un **0,84** de la media global.

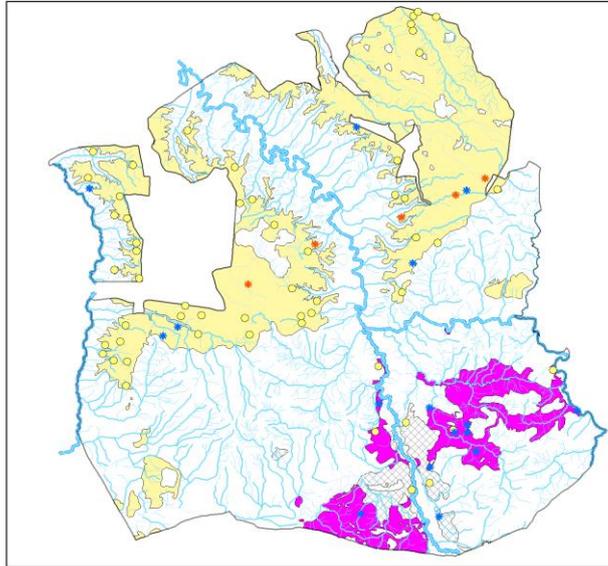


Fig. 08 – Pisos geológicos con localizaciones en torno a la media.

- No se aprecia una distribución uniforme de localizaciones por la superficie de este piso, por lo que habría que recurrir a otras variables complementarias.
- En tercer lugar, tenemos el grupo en el que el porcentaje de localizaciones es claramente superior al que representa la superficie de los pisos donde se ubican. Son los siguientes, en orden de densidad de localizaciones por Km²:
 - Calizas y margocalizas miocenas
 - Calizas margosas miocenas
 - Holoceno aluvial
 - Calizas y margocalizas del Cretácico Inferior
 - Margas blancas miocenas
 - Pleistoceno aluvial
 - Lías calizo-dolomítico
 - Calizas y margocalizas del Cretácico Superior
 - Malm calizo
- Este grupo representa tan solo el **29,06 %** de la superficie del T.M., claramente inferior a los casos anteriores, y se ubican sobre ellos nada menos que el **56,37**

% de las localizaciones [Fig. 09], es decir, casi el doble que en el caso anterior, y prácticamente el cuádruplo que en el primero. En términos absolutos, se trata de **146 localizaciones** distribuidas en una superficie de **283,63 Km²**, lo que implica una densidad de **0,51 localizaciones por Km²** -justo el doble que en el caso anterior-, en torno al doble de la media global, concretamente **1,94** veces.

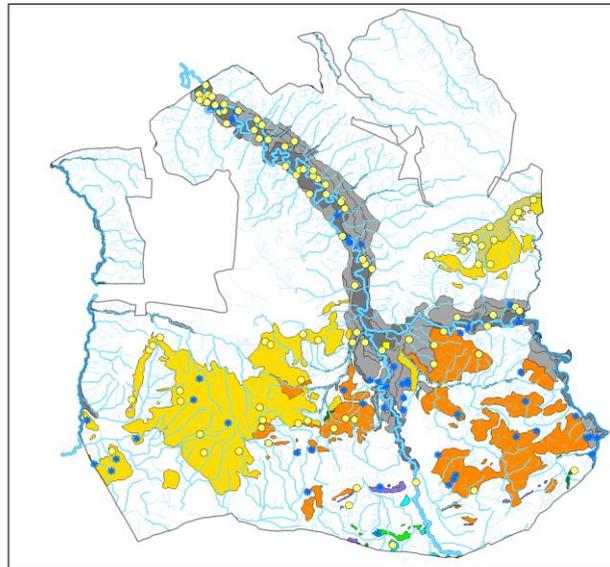


Fig. 09 – Pisos geológicos con localizaciones por encima de la media.

- En este caso, las tendencias están muy claras:
 - Cursos fluviales, siempre y cuando se localicen en pisos de estos materiales.
 - En el sur del T. M., las localizaciones prefieren ampliamente estos materiales, que a veces constituyen verdaderas “islas”.
- Las observaciones anteriores se refuerzan si se examinan las localizaciones que se encuentra **fuera** de estos pisos [Fig. 10].

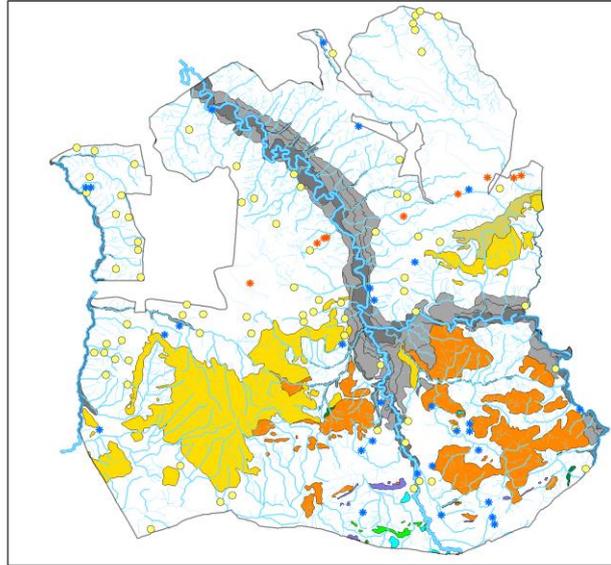


Fig. 10 – Pisos geológicos con localizaciones por encima de la media.
Se representan las localizaciones ubicadas **fuera** de estos pisos.

- Se observa en esta figura cómo muchas de las localizaciones se encuentran prácticamente en los límites de estos materiales –no olvidemos que se trata de centroides que representan a polígonos-.
- En otro orden de cosas, desde el punto de vista cronoestratigráfico, son los **materiales Jurásicos y Cretácicos** los favoritos, a pesar de su escasa representatividad en cuanto a superficie. Se trata de los siguientes:
 - Lías calizo-dolomítico
 - Malm calizo
 - Calizas y margocalizas del Cretácico Inferior
 - Calizas y margocalizas del Cretácico Superior
- Este grupo representa el **0,44 %** de la superficie del T.M., y se ubican sobre ellos el **2,70 %** de las localizaciones [Fig. 11]. En términos absolutos, se trata de **7 localizaciones** distribuidas en una superficie de **4,34 Km²**, lo que implica una densidad de **1,61 localizaciones por Km²**, **6,08** veces la media global.
- Es muy interesante que en prácticamente todos estos afloramientos calizos, que se concentran en el sector sureste del Término, hay localizaciones arqueológicas detectadas, y parece muy factible que en aquellas zonas con afloramientos de

este tipo de las que no se tiene constancia de evidencias de poblamiento una prospección detenida termine por constatarlas.

- Se trata de emplazamientos estratégicamente situados respecto a su entorno, sobre materiales privilegiados para su uso como cimentación, además de como fuente de material constructivo para edificaciones de mampostería.

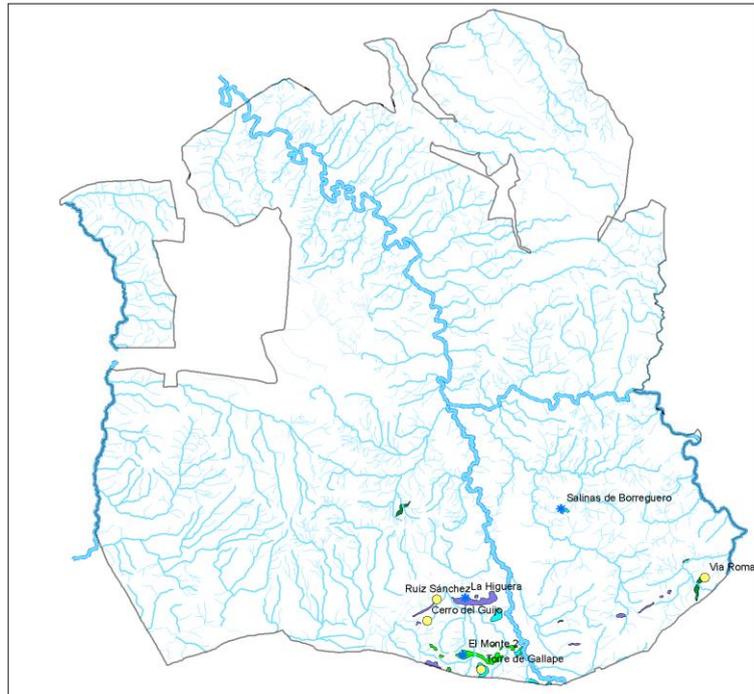


Fig. 11 – Pisos geológicos jurásicos y cretácicos.

En términos absolutos, se trata de **259 localizaciones** repartidas en una superficie de **976,18 Km²**, lo que supone una densidad media de **0,26 localizaciones por Km²**.

En principio, considerando el paisaje del Término Municipal de Écija como un todo continuo, y prescindiendo de otras consideraciones, la relación porcentual entre localizaciones y superficie de los distintos pisos debería ser equivalente. Caso de que la desviación fuera notable, se trataría de buscar las posibles causas.

3.1.2. Los Vélez

En este caso, se trata de **78 localizaciones** repartidas en una superficie de **1145,58 Km²**, lo que supone una densidad media de **0,07 localizaciones por Km²**.

Tal como se ha visto en el caso astigitano, en principio, considerando el paisaje de la Comarca como un todo continuo, y prescindiendo de otras consideraciones, la relación porcentual entre localizaciones y superficie de los distintos pisos debería ser equivalente. Caso de que la desviación fuera notable, se trataría de buscar las posibles causas.

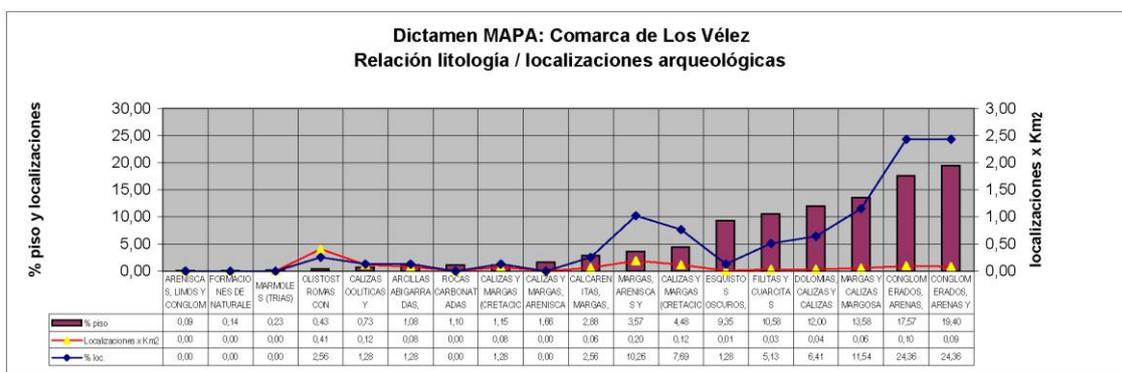


Fig. 12 – Relación litología / localizaciones arqueológicas, en tantos por ciento, además de densidad de localizaciones por Km².

Efectivamente, se aprecia que en algunos casos la relación es de práctica equivalencia, por ejemplo en el caso de las margas y calizas margosas Pelágicas (Paleogeno), que representan el 13,58 % de la Comarca, y donde se ubican el 11,54 % de las localizaciones.

No obstante, se salen ostensiblemente de la media:

- En los Olistostromas con matriz margosa (Paleógeno-Mioceno Inferior), cuya superficie representa tan solo el **0,43 %** de la Comarca, se ubica un **2,56 %** de las localizaciones. En cuanto a densidad, se trata de **2 localizaciones** repartidas en **4,90 Km²**, lo que se traduce en **0,41 localizaciones por Km²**, **5,86** veces por encima de la media.
- En el polo opuesto, se pueden mencionar los esquistos oscuros – biotita – granate y estauroлита (Paleozoico), que representan el **9,35 %** de la comarca, y

donde se ubica solamente un **1,28 %** de las localizaciones. Se trata en este caso de **1** localización en total en una superficie de **106,47 Km²**, es decir, **0,01 localizaciones por Km²**, 7 veces por debajo de la media.

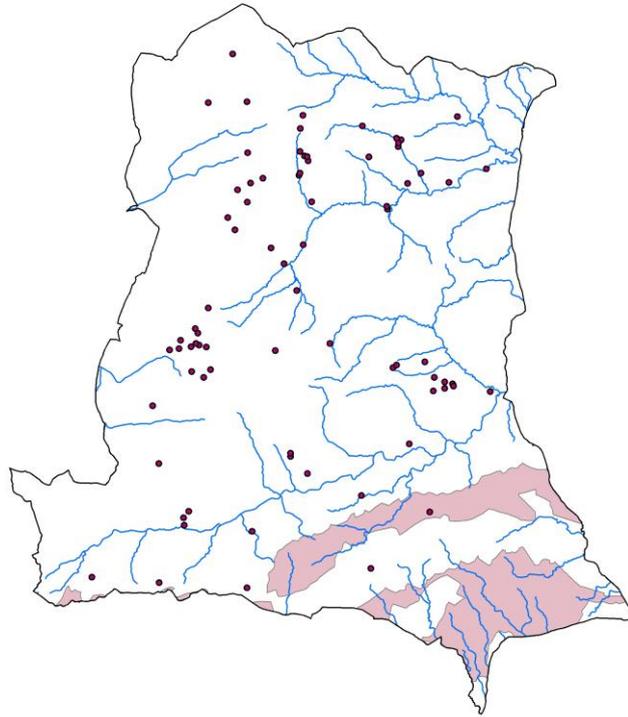


Fig. 13 – Esquistos oscuros – biotita – granate y estauroлита (Paleozoico).

- Tal como se ha visto en el caso de Écija, consideraremos a continuación una variable más, la densidad de localizaciones por Km² [Fig. 14], para a continuación agrupar la litología según la relación número de localizaciones / superficie, para intentar ofrecer tendencias globales.

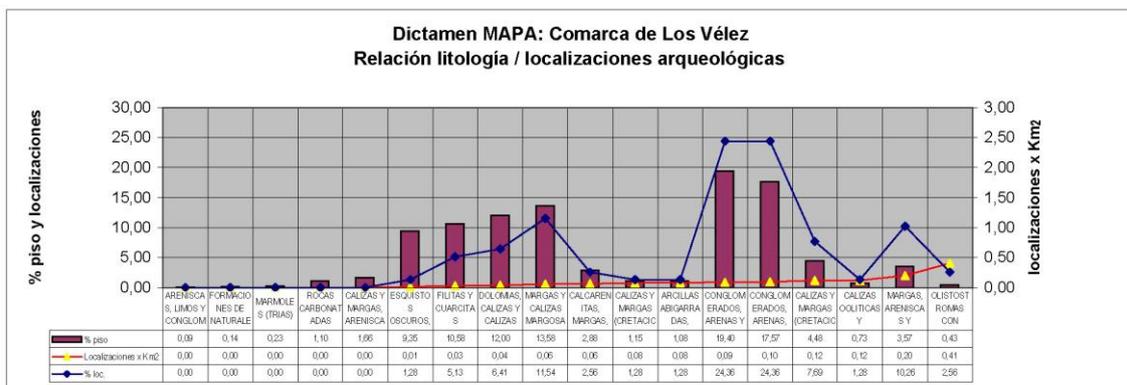


Fig. 14

- Así, se agrupa a continuación la litología en tres grupos:
 - Relación localizaciones/superficie por debajo de la media.
 - Relación localizaciones/superficie en torno a la media.
 - Relación localizaciones/superficie por encima de la media.

- De este modo, tenemos en primer lugar el grupo siguiente, en orden de densidad de localizaciones por Km²:
 - Areniscas, limos y conglomerados rojos (Trias)
 - Formaciones de naturaleza esencialmente carbonatada (Jurásico-Paleógeno)
 - Mármoles (Trias)
 - Rocas carbonatadas poco metamórficas (Trias)
 - Calizas y margas, areniscas y arcillas. dorsal externa (Trias-Jurásico-Paleógeno)
 - Esquistos oscuros, biotita, granate y estaurolita (Paleozoico)
 - Filitas y cuarcitas (Paleozoico-Trias)
 - Dolomias, calizas y calizas con silex (Jurásico)

- Este grupo representa el **35,14 %** de la superficie de la Comarca, y se ubican sobre estos materiales tan solo un **12,82 %** de las localizaciones [Fig. 15]. En términos absolutos, se trata de **10 localizaciones** distribuidas en una superficie de **400,15 Km²**, lo que implica una densidad de **0,02 localizaciones por Km²**, un **0,36** de la media.

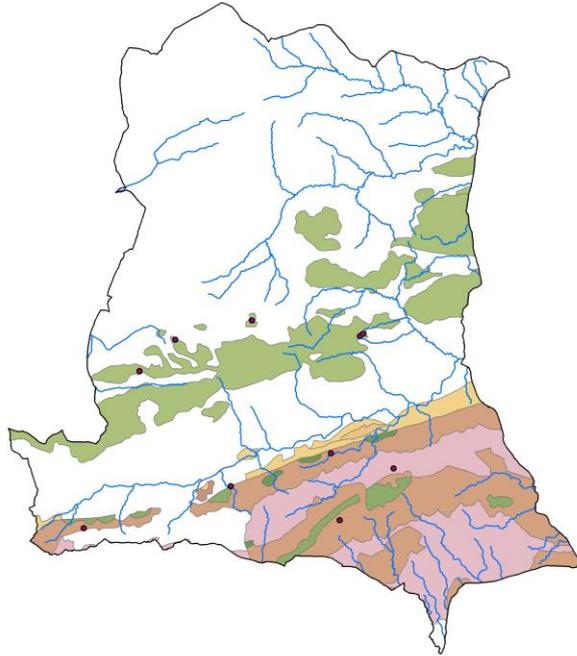


Fig. 15 – Localizaciones por debajo de la media.

- En segundo lugar, tenemos el grupo en el que los porcentajes de localizaciones y de superficie que representan los pisos donde se ubican aquellas son prácticamente equivalentes. Son los siguientes, en orden de densidad de localizaciones por Km²:
 - Margas y calizas margosas Pelágicas (Paleógeno)
 - Calcarenitas, margas, yesos y calizas (Mioceno Superior - Plioceno)
 - Calizas y margas (Cretácico)
 - Arcillas abigarradas, areniscas rojas, yesos y calizas (Triásico)
- Este grupo representa el **18,68 %** del área de la Comarca, claramente inferior al caso anterior, y se ubican sobre estos materiales un **16,67 %** de las localizaciones [Fig. 16]. En términos absolutos, se trata de **13 localizaciones** distribuidas en una superficie de **212,67 Km²**, lo que implica una densidad de **0,06 localizaciones por Km²** –justo el triple que en el caso anterior-, un **0,87** de la media global.

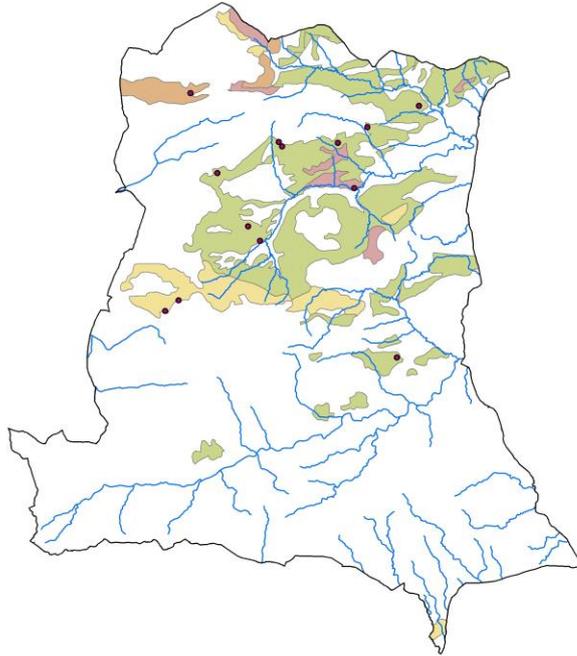


Fig. 16 – Localizaciones en torno a la media.

- En tercer lugar, está el grupo en el que el porcentaje de localizaciones es claramente superior al que representa la superficie de los pisos donde se ubican. Son los siguientes, en orden de densidad de localizaciones por Km²:
 - Conglomerados, arenas y arcillas (Cuaternario)
 - Conglomerados, arenas, lutitas y calizas (fluviales y lacustres) (Plioceno-Cuaternario)
 - Calizas y margas (Cretácico)
 - Calizas oolíticas y dolomías (Jurásico)
 - Margas, areniscas y silexitas (Mioceno inferior-medio)
 - Olistostromas con matriz margosa (Paleogeno-Mioceno Inferior)
- Este grupo representa el **46,18 %** de la superficie de la Comarca, y se ubica sobre estos materiales litológicos el **70,51 %** de las localizaciones [**Fig. 17**], es decir, **4,23** veces más que en el caso anterior. En términos absolutos, se trata de **55 localizaciones** distribuidas en un área de **525,76 Km²**, lo que implica una densidad de **0,10 localizaciones por Km²**, **1,49** veces la media global.

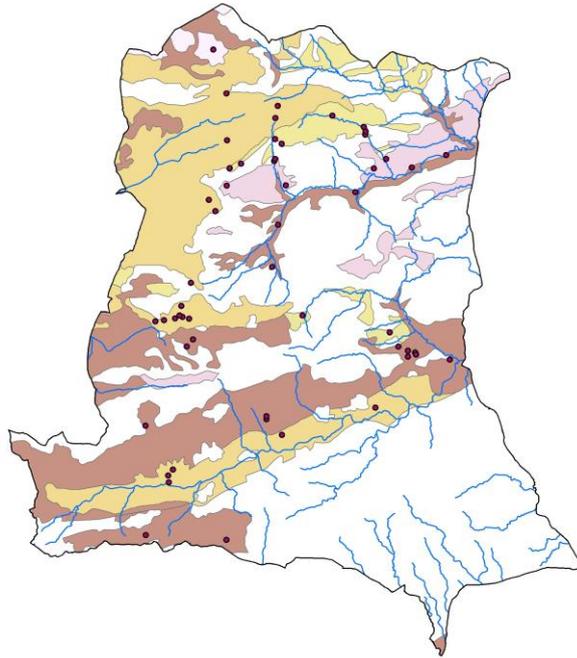


Fig. 17 – Localizaciones por encima de la media.

- Desde el punto de vista cronoestratigráfico, se puede hacer una serie de apreciaciones:
- Los materiales del **Triásico** son evitados sistemáticamente [Fig. 18], de manera que solamente se registra una única localización en los siguientes materiales:
 - Areniscas, limos y conglomerados rojos
 - Mármoles
 - Rocas carbonatadas poco metamórficas
 - Arcillas abigarradas, areniscas rojas, yesos y calizas
 - Calizas y margas, areniscas y arcillas - dorsal externa
- Este grupo representa el **4,15 %** de la superficie de la Comarca, y se ubica aquí, como se ha señalado, una sola localización, es decir, el **1,28 %** del total. Se trata de una superficie de **47,28 Km²**, por lo que la densidad sería de **0,02 localizaciones por Km²**, un **0,30** de la media.

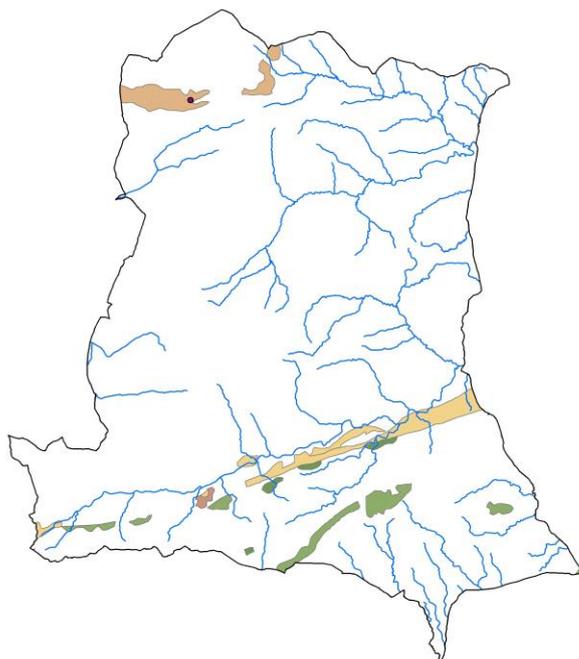


Fig. 18 – Localizaciones sobre materiales Triásicos.

- Los materiales del **Jurásico** y **Cretácico**, a diferencia del caso de Écija, presentan una ocupación en torno a la media [**Fig. 19**]. Son los siguientes:
 - Calizas oolíticas y dolomías (Jurásico)
 - Dolomías, calizas y calizas con sílex (Jurásico)
 - Calizas y margas (Cretácico)
- Este grupo representa el **18,35 %** del área de Los Vélez, y contiene un **16,67 %** de las localizaciones. En términos absolutos, se trata de **13 localizaciones** repartidas en **208,99 Km²**, una densidad de **0,06 por Km²**; es decir, **0,89 veces** la media.

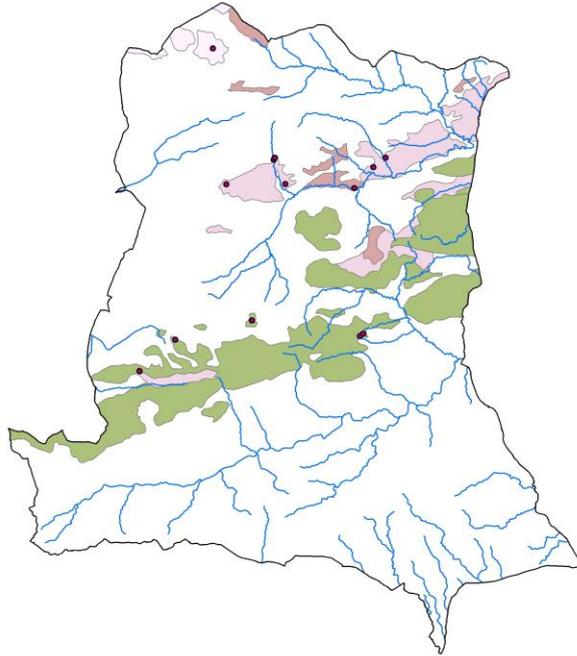


Fig. 19 – Localizaciones sobre materiales Jurásicos y Cretácicos.

3.2. LOS USOS DEL TERRENO

Para la caracterización de la vegetación se han empleado los usos del suelo actuales, recogidos en el mapa de usos del suelo generado por la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía. Esta cartografía recoge información en formato vectorial, a escala 1:100.000, para toda Andalucía y en diferentes fechas. La aquí utilizada es de 1999.

Los usos del suelo, como medio para la caracterización de asentamientos antiguos, tienen una importancia que podría considerarse relativa, ya que los usos actuales pueden diferir en gran medida de los que existían en la época que se desee estudiar.

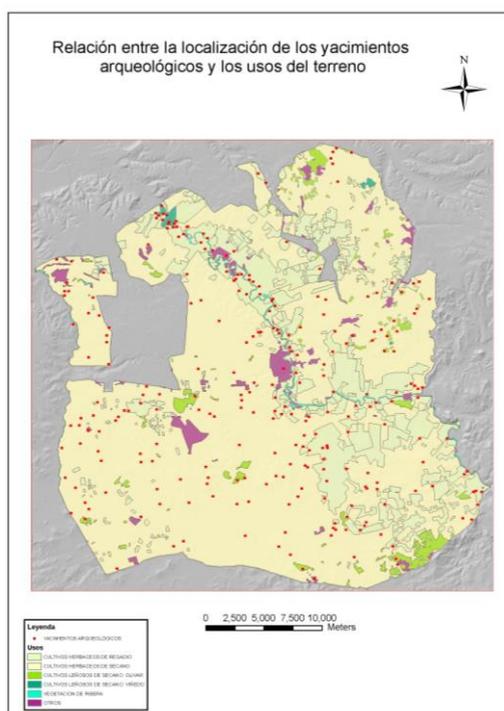
Este hecho, sin embargo, no quita para que ciertas actividades puedan desarrollarse con mayor éxito en suelos de determinadas características, que no se vean afectadas por el paso del tiempo. En este sentido, zonas muy aptas para la agricultura intensiva (debido al tipo de suelo o a la presencia de agua en las cercanías) pueden seguir siéndolo en la actualidad.

3.2.1. Écija

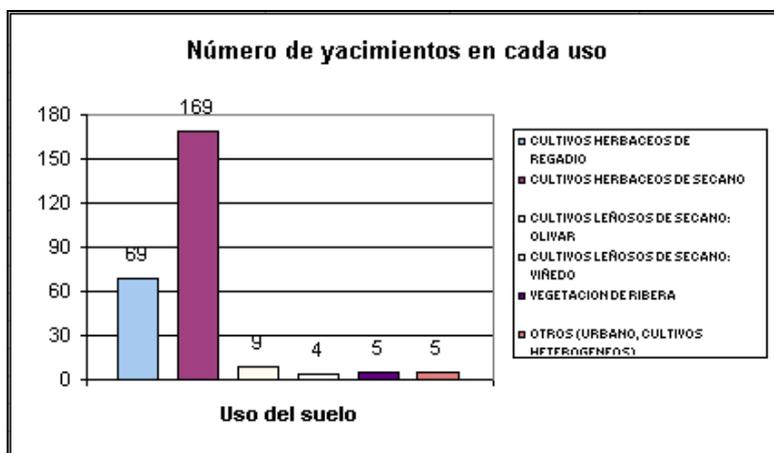
La capa de usos del suelo, que en la zona de Écija consta de más de 39 categorías (en el nivel 3 de desagregación), ha sido homogeneizada para que contenga tan solo los más significativos:

- Cultivos herbáceos de regadío
- Cultivos herbáceos de secano
- Olivar
- Viñedo
- Vegetación de ribera
- Otros usos (urbano, cultivos heterogéneos)

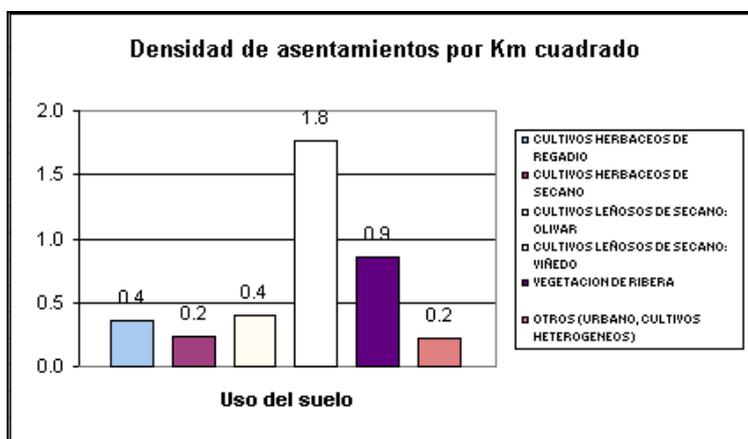
En la cartografía que a continuación aparece puede contemplarse la distribución espacial de los citados usos, junto con la localización de los asentamientos.



Si se asocia a cada yacimiento el tipo de uso en que se encuentra, se comprueba que más de dos tercios de los asentamientos se sitúan en zonas de cultivos herbáceos de secano, y que casi una cuarta parte lo hacen en cultivos herbáceos de regadío



Los datos anteriores se completan si se considera la extensión de cada uso, calculándose la densidad de asentamientos por kilómetro cuadrado. En tal caso obtendríamos estos resultados:



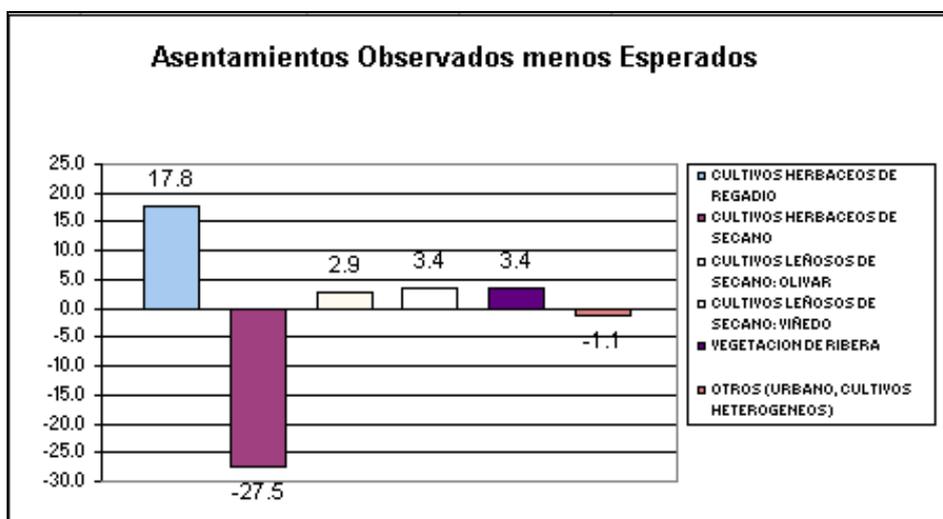
De los gráficos anteriores se deduce que la mayoría de los asentamientos se sitúa en zonas de cultivos herbáceos de secano, pero que esto es debido a la gran extensión de estas zonas. Si consideramos la extensión de cada uso, son las áreas de viñedo aquellas donde los asentamientos aparecen con mayor frecuencia, mientras que precisamente las áreas de cultivos herbáceos de secano son algunas de las que poseen una menor densidad. Respecto a las zonas de regadío, a pesar de concentrar el segundo mayor

número de yacimientos, su densidad relativa es muy baja, y se ve superada por la de vegetación de ribera.

La tabla de contingencia elaborada para la aplicación del test de Chi cuadrado permite observar estas relaciones, pero ahora estimando las diferencias entre el porcentaje de asentamientos encontrados en cada uso respecto al porcentaje de ocupación que cada uso posee. Por esta razón existe un valor medio (aquel que indica que ambos porcentajes se igualan) mientras que se posibilita la existencia de valores de asentamientos “observados–esperados” positivos (cuando se obtienen más asentamientos de los que se esperan) y negativos (en el caso contrario).

Tipo de uso	Metros ²	Porcentaje	Obs.	Esp.	Ob - Es	(Obs-Esp) ² /Esp	Densidad
Cultivos herbáceos de regadío	190796476.978	20.009	69	51.223	17.7	6.170	0.4
Cultivos herbáceos de secano	731846063.841	76.749	169	196.477	-27.5	3.843	0.2
Cultivos leñosos de secano: olivar	22785664.766	2.390	9	6.117	2.9	1.359	0.4
Cultivos leñosos de secano: viñedo	2272470.502	0.238	4	0.610	3.4	18.836	1.8
Vegetación de ribera	5860006.466	0.615	5	1.573	3.4	7.464	0.9
Otros (urbano, cultivos heterog.)	22605585.021	2.371	5	6.069	-1.1	0.188	0.2
Totales	953560682.553	100.000	256	256.000	0	37.85	

A partir de los datos de la tabla anterior es generado el gráfico que a continuación aparece, que indica que es en zonas de cultivos herbáceos de regadío donde se encuentra un número mayor del esperado de asentamientos (17.8), mientras que en los cultivos herbáceos de secano el número de los asentamientos observados es muy inferior al de los esperados (-27.5).



Las diferencias mostradas por los gráficos anteriormente comentados, referidos a la densidad de asentamientos por km^2 , y a la diferencia entre asentamientos observados y esperados, requieren una mínima explicación:

- La densidad de asentamientos en un tipo de uso es la relación entre el número de asentamientos y la superficie de ese uso, medida en unas unidades determinadas:
 - En el caso viñedos, aparecen 4 asentamientos en una extensión de 2.27 Km^2 , por lo que su densidad es de 1.8 asentamientos por Km^2 .
 - Si se consideran los cultivos herbáceos de regadío, se observan 69 asentamientos distribuidos entre 169 Km^2 , lo que supone una densidad de 0.4.

- La diferencia entre asentamientos observados y esperados se basa en calcular el porcentaje que una categoría de usos ocupa respecto a la superficie total del área de estudio, esperándose que ese mismo porcentaje sea el que mantengan los elementos que en ella se localizan, respecto al total de elementos. Calculado este dato (número de asentamientos esperados), se compara con el número de asentamientos observados:
 - En el caso de los viñedos, la superficie de viñedo respecto al total es de 0.238 %, por lo que se espera que el número de asentamientos que coincida con esa categoría sea también el 0.238 % del número total (de los 261 asentamientos existentes, 0.610). Dado que el número de asentamientos observados en esa categoría es de 4, la diferencia entre observados y esperados es de 3.39 asentamientos.
 - Respecto a los cultivos herbáceos de regadío, la superficie respecto al total es de 20 %, por lo que se espera que el número de asentamientos que se localice en esa categoría sea el 20 % del total (de 261, 51.22). Dado que el número de asentamientos observados en esa categoría es de 69, la diferencia entre observados y esperados es de 17.8 asentamientos.

- Como resultado, y aunque la densidad de asentamientos en viñedos (1.8) es superior a la que aparece en cultivos herbáceos de regadío (0.4), en tierras de viñedo aparecen “solo” 3.39 asentamientos más de los que se esperan, mientras que en áreas de cultivos herbáceos de regadío se encuentran 17.8 más de los esperados. La explicación de esta presunta paradoja está en la muy diferente extensión de estos dos usos: si la probabilidad de encontrar asentamientos es, a priori, igual para todas las clases, es lógico esperar encontrar (y encontrar) más asentamientos en aquellas que poseen mayor extensión, aunque posteriormente se observe que su densidad de asentamientos sea muy inferior, debido precisamente a su gran extensión.

Por último, se muestran los resultados de la aplicación del Test de Chi cuadrado²:

USOS DEL TERRENO	
<i>Categorías</i>	6
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	261
<i>Grados de libertad</i>	5
<i>Nivel de confianza</i>	0.001
<i>Valor crítico de X^2</i>	20.52
<i>Valores obtenidos</i>	37.85

La hipótesis nula es rechazada con un riesgo de error del 0.001 %, por lo que puede afirmarse que la diferencia observada entre las muestras refleja una diferencia real en la población, es decir, que los yacimientos se localizan con mayor preferencia en unos tipos de usos que en otros.

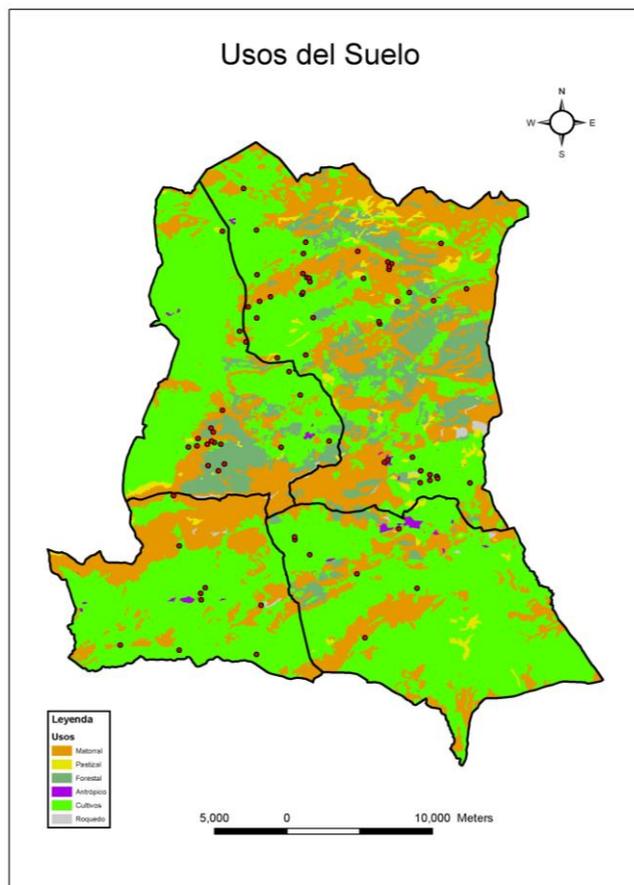
3.2.2. Los Vélez

El mapa de usos correspondiente a la comarca de Los Vélez es significativamente más heterogéneo que el anterior, pudiéndose encontrar hasta 58 tipos en el nivel 3 de desagregación. Por esta razón ha sido necesaria una labor muy exhaustiva de agrupamiento de categorías, y que da como resultado el hecho de que algunas de las

² La clase 4 (viñedos) no alcanza el 1 % de valores esperados, lo que invalidaría los resultados obtenidos con el test. Aun así se ha mantenido en aras de la claridad de los resultados. Si esta categoría se une a la siguiente (vegetación de ribera), el valor del test pasa a ser de 33, por lo que se mantiene el intervalo de confianza de 0.001.

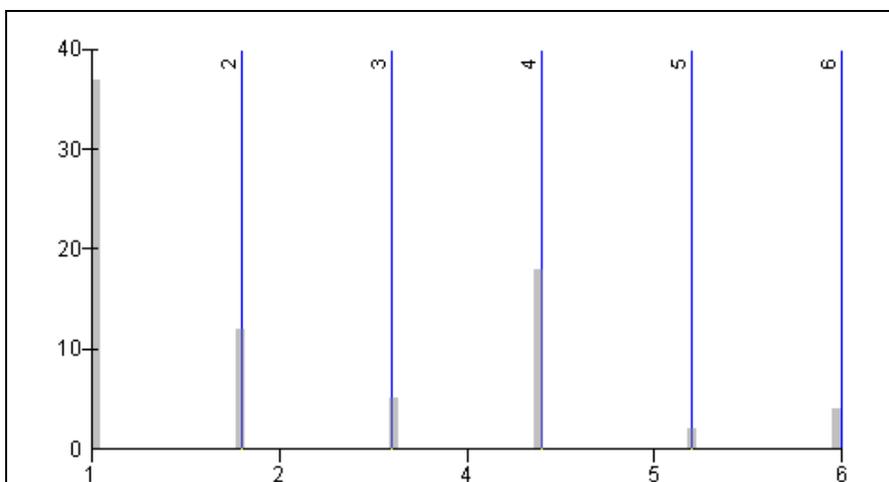
nuevas clases engloben un conjunto muy heterogéneo de usos, las menos representadas espacialmente:

- Cultivos de secano
- Cultivos de regadío
- Matorral - Pastizal
- Coníferas
- Quercíneas
- Otros: tejido urbano, vías de comunicación, balsas de riego, escombreras, zonas roturadas y olivar.

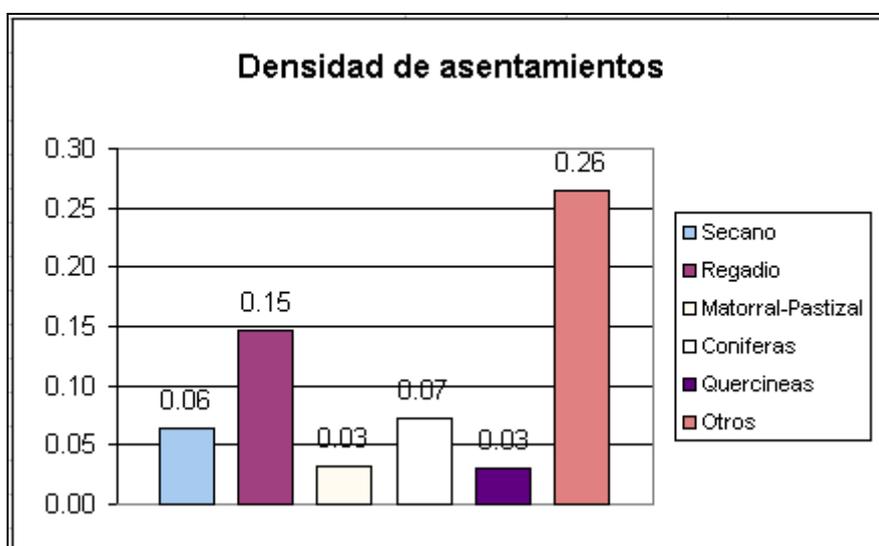


La distribución de asentamientos entre las 6 clases generadas indica que, de los 78 yacimientos del área de estudio, casi la mitad se encuentran en áreas de cultivos de secano actual (1), mientras que aproximadamente 1/6 se localizan en terrenos de cultivo de regadío (2). Más abundantes son los asentamientos encontrados en zonas ocupadas

por las coníferas (4), ya formen estas una densa unidad, o aparezcan de modo disperso entre el matorral. Por lo que respecta a los yacimientos localizados en zonas de matorral-pastizal (3) y de quercíneas (5), su número es muy escaso.

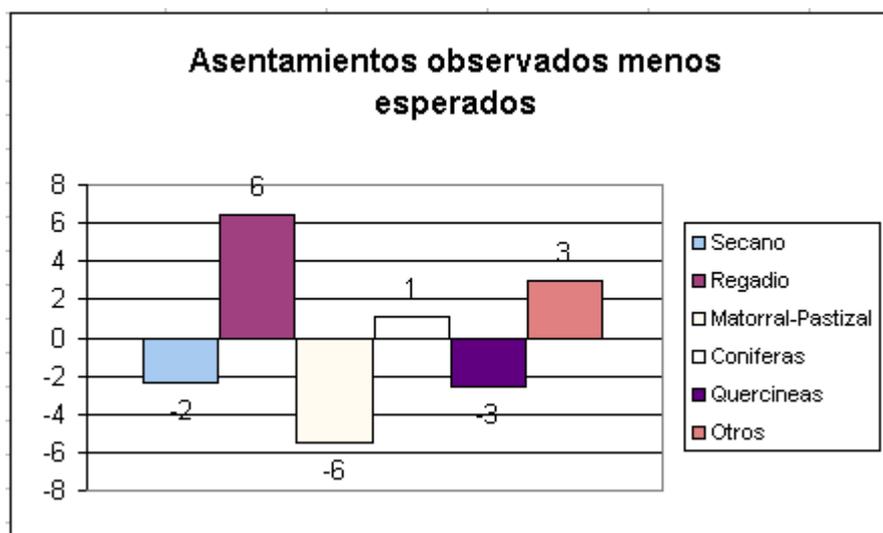


Si se considera la extensión de cada categoría de usos, con relación al número de asentamientos localizados en ella, la clase Otros muestra poseer la mayor densidad, debido a su muy escasa superficie. Las tierras de cultivos de secano y las ocupadas por coníferas poseen casi la mitad de la densidad de las zonas de regadío, mientras que los mínimos valores se alcanzan en áreas de matorral-pastizal, y de quercíneas.



Como anteriormente se indicó, el número de asentamientos esperados depende directamente de la extensión proporcional de cada uso en relación con el número de asentamientos existentes y, por esta razón, al ser escasa la superficie ocupada por el regadío, se esperaban encontrar 6 asentamientos menos de los localizados. En el otro

extremo, en las tierras de matorral-pastizal, el número de asentamientos esperados es casi la mitad de los realmente observados.



La tabla de contingencia elaborada para realizar el test de Chi cuadrado permite observar los valores numéricos asociados a cada categoría. El resultado final obtenido por el test, 20.44, permite rechazar la hipótesis nula con un nivel de confianza del 99.5 %, razón por la que podría afirmarse que los asentamientos estudiados no se distribuyen de forma aleatoria en el área de estudio, sino que están relacionados con las distintas categorías de usos del suelo existentes.

Tipo de uso	Metros ²	Porcentaje	Obs.	Esp.	Ob - Es	(O - E) ² /E	Densidad
Secano	578382700	50.48	37	39.380	-2	0.1439	0.06
Regadio	82206300	7.17	12	5.597	6	7.324	0.15
Matorral-Pastizal	154567300	13.49	5	10.524	-6	2.899	0.03
Coníferas	248406500	21.68	18	16.913	1	0.069	0.07
Quercíneas	66904200	5.84	2	4.555	-3	1.433	0.03
Otros	15113300	1.31	4	1.0290	3	8.577	0.26
Total	1145580300	100	78	78	0	20.4486476	

USOS DEL TERRENO	
<i>Categorías</i>	6
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	78
<i>Grados de libertad</i>	5
<i>Nivel de confianza</i>	0.005
<i>Valor crítico de X²</i>	16.75
<i>Valores obtenidos</i>	20.44

Si se comparan estos datos con los obtenidos en Écija, donde el valor del test alcanzó los 37.8, también podría afirmarse que la relación entre usos del suelo y asentamientos

es inferior a la obtenida en esa zona de estudio, si bien en ambos casos la probabilidad de acertar al afirmar que se rechaza la hipótesis nula, es muy alta.

3.3. LA ALTIMETRÍA

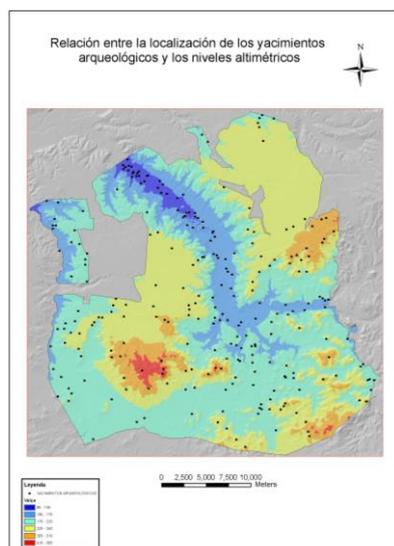
La altura sobre el cero topográfico, más comúnmente denominada “altimetría”, es una variable fundamental para todo tipo de análisis sobre la superficie del terreno, y para la caracterización de los factores y elementos que sobre él se encuentren o desarrollen.

Respecto a los asentamientos, sin embargo, puede ser considerada una variable de importancia un tanto relativa, ya que los valores absolutos (altura de un asentamiento) habría que ponerlos, al menos, en relación con los de la zona en su conjunto (diferencia entre la altura del asentamiento, y las alturas máximas y mínimas de la zona).

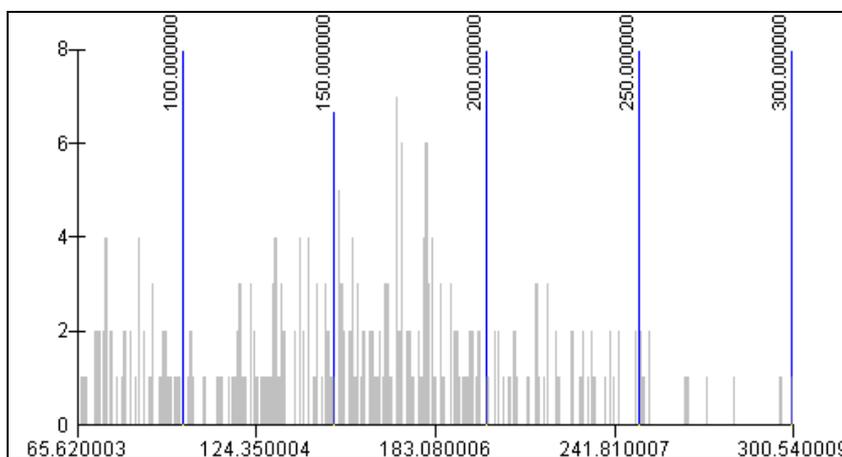
La información altimétrica empleada en este estudio (el Modelo Digital del Terreno, MDT) es considerada como la base altimétrica oficial de la Junta de Andalucía y, en estos momentos, es el MDT de mayor resolución y exactitud altimétrica de la región: su error altimétrico es inferior a 1 metro. El modelo ha sido generado a partir de un vuelo fotogramétrico en blanco y negro a escala 1:20.000 (de los años 2001-2002), y está compuesto por una malla regular de puntos de 10 x 10 metros de espaciado (resolución planimétrica) sobre el terreno.

3.3.1. Écija

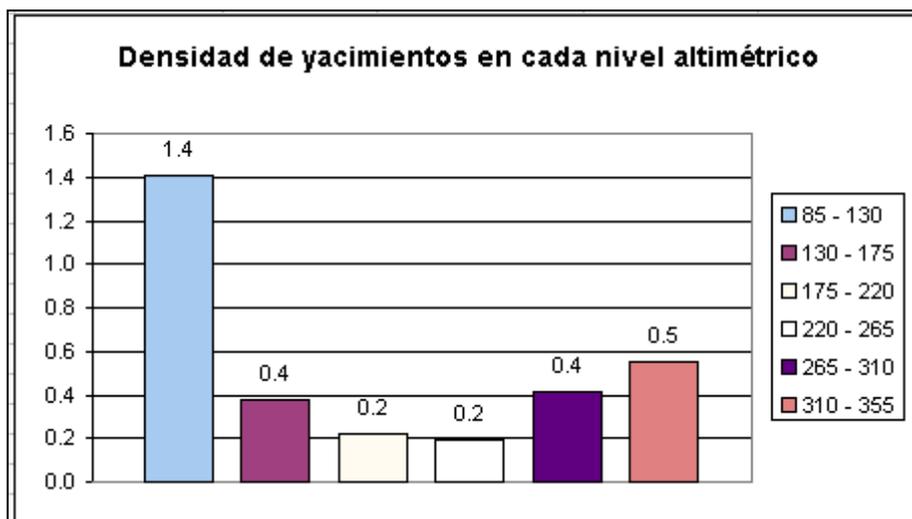
En el municipio de Écija, la altimetría absoluta podría considerarse de poca entidad, en relación con las existentes en Andalucía: la mínima es de 85 metros y la máxima, 354 metros.



El análisis de las relaciones entre asentamientos y altimetría comienza con su distribución entre los distintos niveles altimétricos. El resultado puede observarse en el siguiente histograma, donde los valores de altura han sido agrupados en clases de 10 metros. El gráfico permite observar una distribución que tiende a ser bimodal, con una alta concentración de asentamientos entre los 120 y 200 metros, con un pico más pequeño localizado en las alturas inferiores. A partir de los 250 metros el número de yacimientos es escaso.

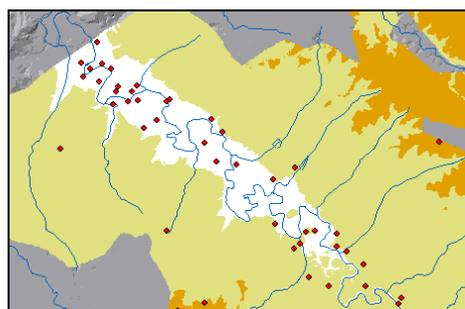


Si las alturas se clasifican en 6 clases de igual anchura (45 metros) y se contabiliza el número de asentamientos en cada una, puede obtenerse un valor de densidad, que es el que ofrece el siguiente gráfico:



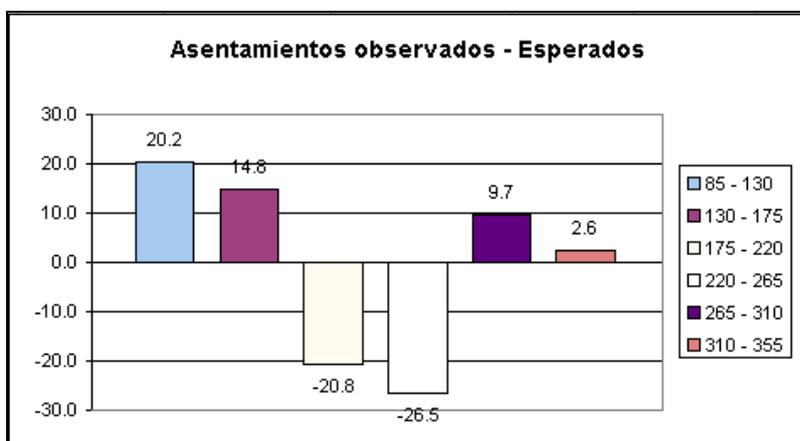
Como puede comprobarse, la densidad de asentamientos en el primer intervalo altimétrico es muy superior a la obtenida en las restantes clases. A continuación, la densidad va disminuyendo hasta el intervalo 220-265, donde de nuevo aumenta hasta alcanzar una densidad de 1 asentamiento cada 2 km².

Estos datos, combinados con los anteriores, indican que parece existir un patrón de asentamiento asociado con las zonas de menor altura. La causa, sin embargo, es que se localizan 25 asentamientos en una zona de pequeña extensión (1.8 % del total), pero que coincide precisamente con la zona inferior del valle del Genil a su paso por Écija.



Respecto a la aplicación del test de Chi cuadrado, la tabla de contingencia que se ofrece a continuación muestra, además de lo indicado con anterioridad, que en las zonas intermedias (130-220) se localiza un número de asentamientos muy inferior al que se esperaba dada su extensión (un 17% inferior).

Altimetría	Metros ²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	(O - E) ² / E	Densidad
85 - 130	17811700	1.825	25	4.764	20.2	85.953	1.4
130 - 175	131698600	13.496	50	35.226	14.6	6.197	0.4
175 - 220	414066800	42.433	90	110.751	-20.8	3.888	0.2
220 - 265	338251200	34.664	64	90.473	-26.5	7.746	0.2
265 - 310	64851400	6.646	27	17.346	9.7	5.373	0.4
310 - 355	9123300	0.935	5	2.440	2.6	2.685	0.5
Totales	975803000	100.000	261	261.000	0	111.842	

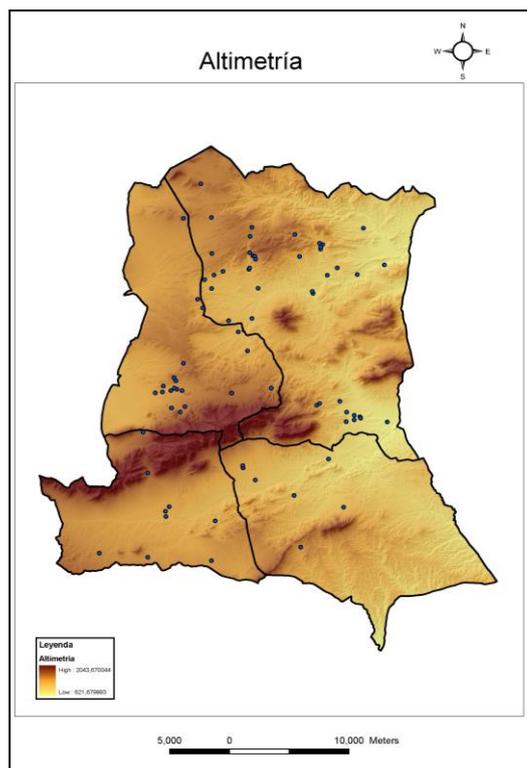


Con estos datos puede afirmarse que la hipótesis nula es rechazada con un riesgo de error del 0.001 %, lo que permite concluir que la diferencia observada entre las muestras refleja una diferencia real en la población, es decir, que los yacimientos se localizan con mayor preferencia en unos niveles altimétricos que en otros. Por otra parte, el valor alcanzado por el test es muy alto, comparado con el valor crítico de X^2 , lo que da más fuerza a la hipótesis.

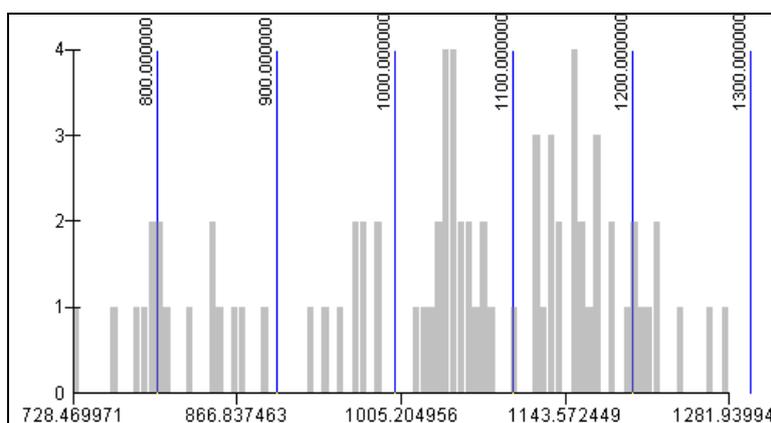
NIVELES ALTIMÉTRICOS	
<i>Categorías</i>	6
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	261
<i>Grados de libertad</i>	5
<i>Nivel de confianza</i>	0.001
<i>Valor crítico de X^2</i>	20.52
<i>Valores obtenidos</i>	111.842

3.3.2. Los Vélez

La comarca de Los Vélez, a diferencia de la anterior, posee un rango altitudinal muy amplio, pues va desde los 621 a los 2043 metros alcanzados en la Sierra de María. Las alturas, sin embargo, no se reparten de modo equitativo, pues la altura media es de 1078 metros, y muy pocas zonas se encuentran por encima de los 1330 metros.



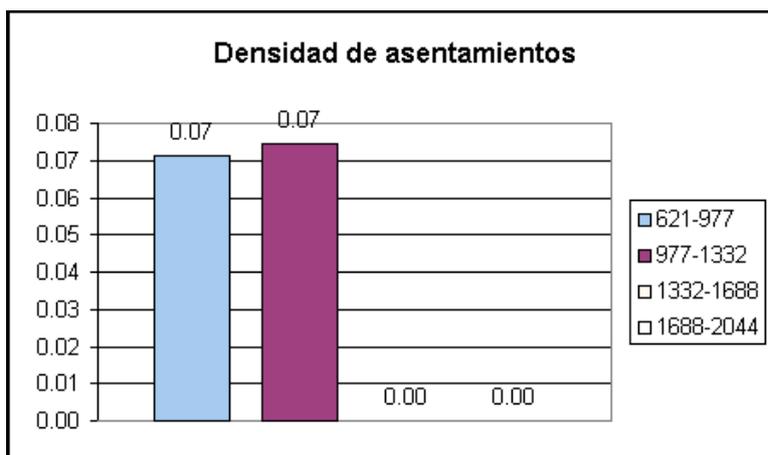
La distribución de los asentamientos entre los distintos valores altimétricos indica que la mayoría de estos tiende a situarse en torno a los 950-1250 metros, alejados, en cualquier caso, de las estribaciones superiores de la sierra: el situado a mayor altura se localiza a 1281 metros.



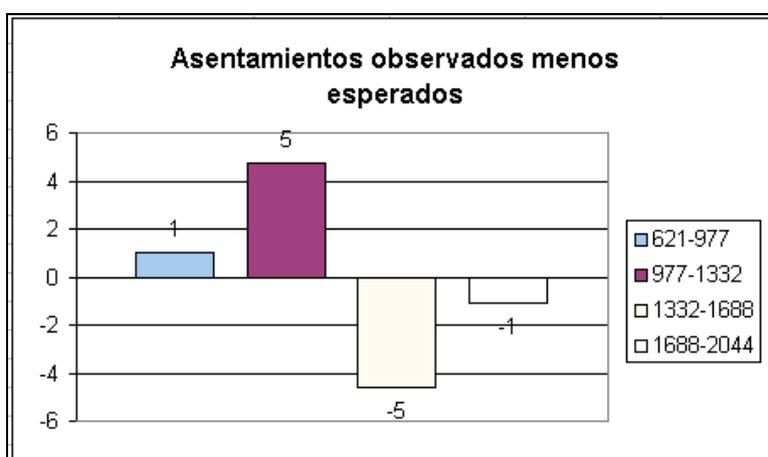
La generación de intervalos que permitan la aplicación del test estadístico obliga a la generación de clases que posean, como mínimo, una extensión superior al 1.3 % del total. Dado el número total de asentamientos y la morfología de la zona de estudio, el

número máximo de categorías que cumplía con este requisito fue de cuatro, si bien estas poseían igual rango altimétrico (356 metros).

La densidad de asentamientos en las categorías establecidas, representada en el siguiente gráfico, muestra que en las clases con altimetría superior a los 1332 metros su número es inexistente, y de ahí la densidad nula. Por otra parte, las dos primeras categorías poseen una densidad similar.



El gran número de asentamientos observados en la segunda categoría, 64, hace que no solo posea la mayor densidad, sino que también se encuentren en ella algunos más de los esperados debido a su extensión. Por otra parte, a las alturas inmediatamente superiores a los 1332 metros, a pesar de poseer una extensión relativa medianamente importante pero no coincidir con asentamientos, se le otorga un valor negativo alto de asentamientos observados en relación con los esperados.



En esta ocasión, los resultados del test de Chi Cuadrado son negativos, es decir, ni siquiera con una probabilidad de error del 90 % puede rechazarse la hipótesis nula, por lo que podría afirmarse que, en este caso, la altimetría no tiene una relación estadística significativa con la localización de los asentamientos.

Altimetría	Metros²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	(O - E)²/ E	Densidad
621-977	323286300	28.220309	23	22.011841	1	0.04436059	0.07
977-1332	738255400	64.4437932	55	50.2661587	5	0.44581193	0.07
1332-1688	67724500	5.91180732	0	4.61120971	-5	4.61120971	0.00
1688-2044	16317700	1.42440473	0	1.11103569	-1	1.11103569	0.00
Total	1145583900	100.000314	78	78.0002451	0	6.21241792	

Niveles altimétricos	
<i>Categorías</i>	4
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	78
<i>Grados de libertad</i>	3
<i>Nivel de confianza</i>	0.1
<i>Valor crítico de X²</i>	6.25
<i>Valor obtenido</i>	6.21

Dado que los resultados ahora obtenidos no coinciden en absoluto con los alcanzados en esta misma variable en la zona de Écija, habría que preguntarse el porqué de estas diferencias.

- En primer lugar habría que decir que la relación entre localización de asentamientos y la altimetría es cuestionable, pues tanto la altimetría mínima como la máxima, y el rango altimétrico, dependen de la zona de estudio analizada. Por esta razón, difícilmente podría considerarse como una variable de aplicación universal.
- En segundo lugar, la elección de los asentamientos en determinado nivel altimétrico puede estar condicionada por multitud de factores, dentro de los cuales uno de los más obvios es la extensión superficial de determinado rango de alturas: en Écija las mínimas alturas coinciden con el valle del Genil , con una gran cantidad de asentamientos en ese valle, y con una pequeña extensión; en Los Vélez no coinciden las mínimas alturas con tal tipo de morfología, en principio más atractiva, y a ello se une la escasa entidad espacial del 50 % de las mayores alturas.
- Por último habría que indicar la dificultad que supone la generación de intervalos altimétricos de igual rango, pero de extensión superficial muy distinta. En estos casos habría que estudiar la posibilidad de establecer categorías

altimétricas de rangos diferentes pero con similar extensión. Este proceder permitiría una mejor caracterización de los asentamientos en función de la altimetría (densidad), aunque desvirtuaría los resultados del test de Chi cuadrado³.

3.4. LA PENDIENTE

La pendiente es una variable clave, pues se espera que la mayoría de los asentamientos se sitúen en zonas relativamente llanas. Esta afirmación, sin embargo, puede no ser totalmente cierta donde, por ejemplo, si se desean conservar las zonas con menor pendiente para el cultivo, el hábitat pasaría a situarse en áreas de pendiente superior.

La pendiente es un parámetro que se obtiene principalmente a partir de datos altimétricos, ya que su medición a través de trabajo de campo (mediante el clinómetro) es lenta y costosa.

La pendiente en un punto se define como la tangente del ángulo que el vector gradiente forma con el eje z. Para su cálculo se suele emplear un modelo de elevaciones, y es común la utilización de una ventana de 3 * 3 celdillas que genere un valor de pendiente para la celdilla central, ya que la pendiente local está en función de los valores altimétricos de las celdillas más cercanas.

Los métodos para calcular la pendiente, sin embargo, son muy diversos, ya que diferentes formas de aplicar esta ventana, o diferentes valores incluidos en ella, pueden llegar a dar diferentes resultados. Aquí han sido empleados dos de los métodos más comunes: el de Horn (ArcGis) y el de Zevenbergen & Thorne (ERDAS). Ninguno de los dos calcula la máxima pendiente, y ambos tienen en común el hecho de no considerar el valor altimétrico de la celdilla central.

El método de Horn (empleado en programas como ArcInfo o ArcGis) es considerado más adecuado para la generación de pendientes a partir de superficies rugosas (Burrough, 2002), y da como resultado valores de pendiente inferiores a los de

³ De hecho, se han realizado pruebas en este sentido, alcanzándose valores mucho más altos en el test estadístico, pero cuya interpretación, debido al distinto rango altimétrico, es muy confusa.

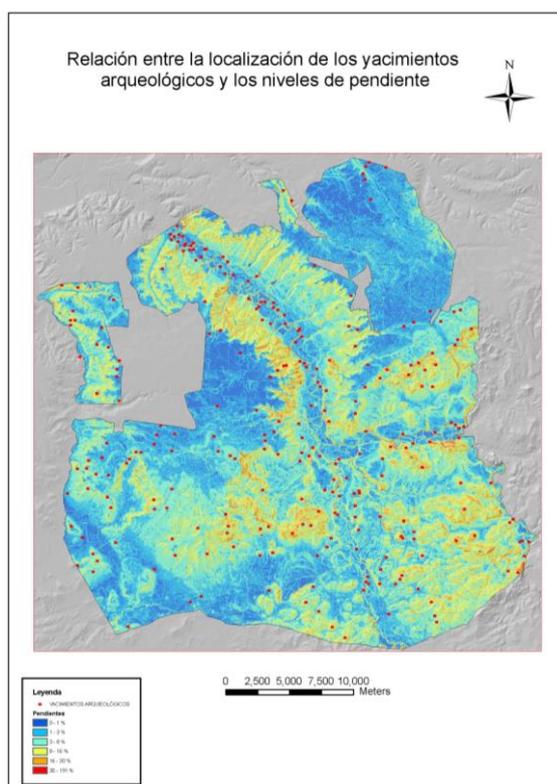
Zevenbergen en las zonas más escarpadas, mientras que alcanza valores más altos en las zonas de pendiente inferior.

3.4.1. Écija

PENDIENTES SEGÚN EL MÉTODO DE HORN:

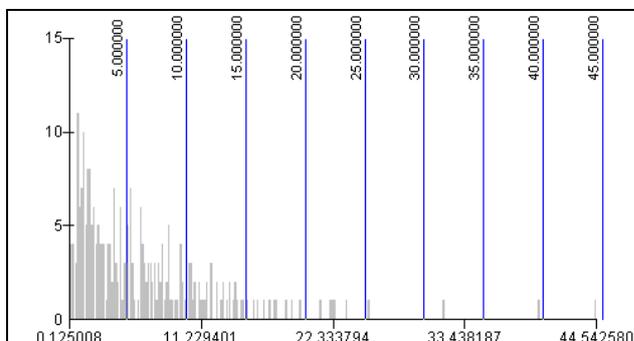
Las pendientes en la zona de Écija no son muy altas, se encuentran entre los 0 y 62° (0 y 190 %); la pendiente media es de 3° aunque la desviación estándar también alcanza ese valor, por lo que podría afirmarse que el 95% del territorio posee una pendiente situada entre los 0° y 12°.

Dado que las pendientes pueden medirse tanto en grados como en porcentaje, y debido al escaso rango existente, se utilizarán de aquí en adelante los porcentajes, ya que permiten una mayor precisión.

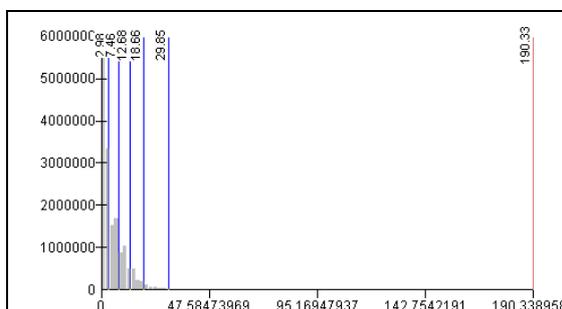


Como puede observarse en el histograma representado en el gráfico inferior, los asentamientos se distribuyen entre los distintos niveles de pendiente de forma clara, agrupándose en torno a los valores más bajos: el máximo se alcanza en torno a la

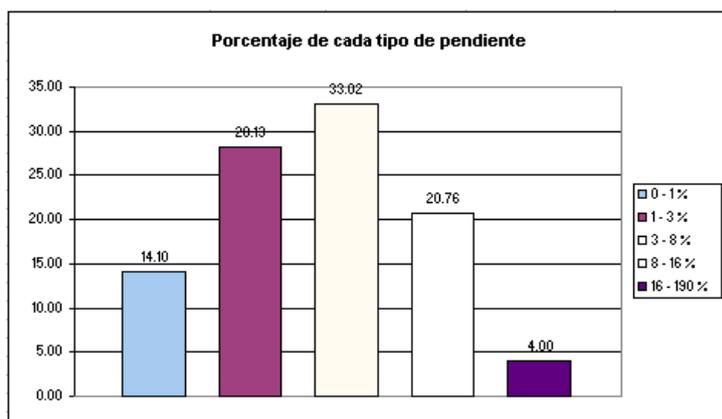
pendiente del 1 % y, progresivamente, disminuyen hasta casi desaparecer en pendientes superiores al 25 %. Hay que destacar, no obstante, que las pendientes inferiores al 1% se asocian a un número de yacimientos menor al que poseen las inmediatamente superiores.



La clasificación de las pendientes en intervalos iguales, y la asignación a cada asentamiento del intervalo en que se encuentra, puede ser realizada con la misma facilidad que en el caso de la altimetría. Sin embargo, el hecho de que la gran mayoría de las pendientes tengan un valor inferior al 18 % (gráfico inferior) hace que todos los asentamientos coincidan, prácticamente, con el primer intervalo.

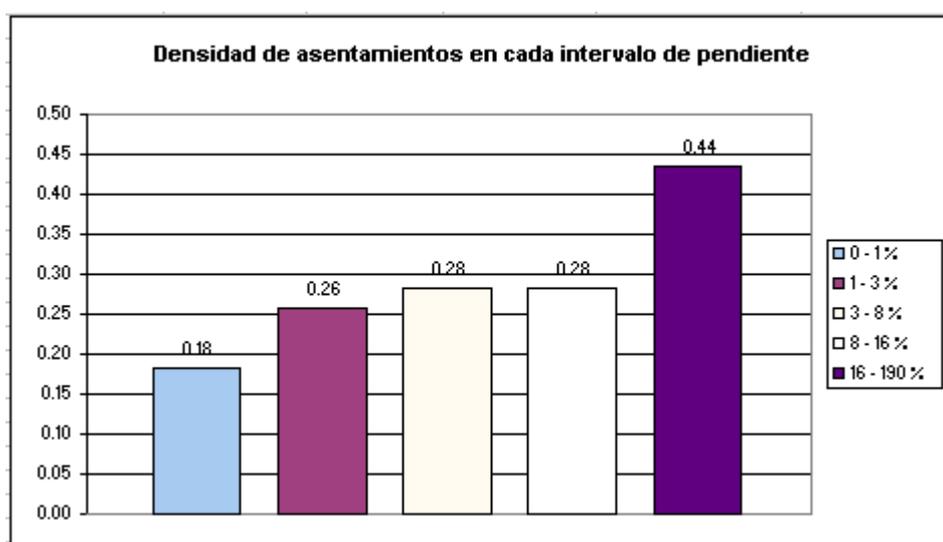


Por esta razón se hace necesario acudir a algún tipo de clasificación de pendientes donde los intervalos no sean de igual rango. Aquí se ha optado por utilizar la clasificación del “Soil Survey Staff” (1951) para generar 5 clases de pendientes con rangos desiguales, y donde al incrementarse consecutivamente el rango, las diferencias en superficie no son tan acusadas.



Decidido el modo en que las pendientes serán reclasificadas, a continuación se calcula la densidad de asentamientos en cada categoría, y se procede a la aplicación del test de Chi cuadrado.

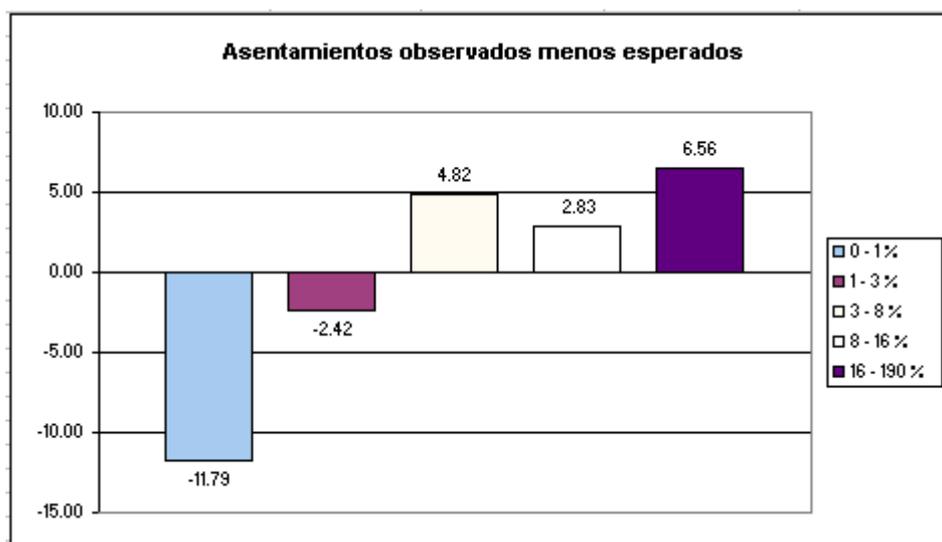
Como indica el gráfico inferior, la escasa superficie ocupada por las pendientes superiores con valores entre 16 y 190 %, causan que la existencia de un mínimo número de yacimientos le otorgue el valor de densidad más alto. En los niveles inferiores, sin embargo, la densidad es muy similar, por lo que podría afirmarse que los asentamientos se sitúan preferentemente en zonas de pendiente llana o casi llana (inferior, en la mayoría de los casos, al 16 %).



A continuación se exponen los resultados incluidos en la tabla de contingencia, que confirman los ya expuestos anteriormente.

Pendientes	Metros ²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	(O - E) ² / E	Densidad
0 - 1 %	137541000	14.10	25.00	36.79	-11.79	3.78	0.18
1 - 3 %	274490600	28.13	71.00	73.42	-2.42	0.08	0.26
3 - 8 %	322206700	33.02	91.00	86.18	4.82	0.27	0.28
8 - 16 %	202528800	20.76	57.00	54.17	2.83	0.15	0.28
16 - 190 %	39035900	4.00	17.00	10.44	6.56	4.12	0.44
Totales	975803000	100.000	261	261.000	0	8.39	

En el gráfico siguiente puede comprobarse cómo el número de yacimientos observados en las pendientes mínimas es inferior al esperado, y que solo a partir de pendientes superiores al 3% se encuentran más de los que se esperan.



También aquí es posible afirmar, aunque ahora con una probabilidad de error de 0.1 %, que los yacimientos no se distribuyen de forma aleatoria entre los distintos tipos de pendientes.

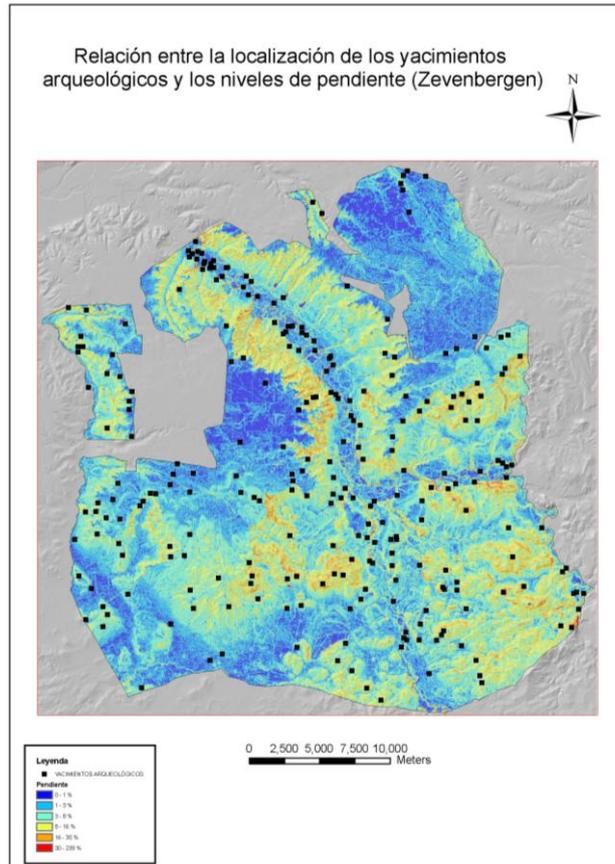
NIVELES DE PENDIENTE (Horn)	
<i>Categorías</i>	5
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	261
<i>Grados de libertad</i>	4
<i>Nivel de confianza</i>	0.1
<i>Valor crítico de X^2</i>	7.78
<i>Valores obtenidos</i>	8.39

PENDIENTES SEGÚN EL MÉTODO DE ZEVENBERGEN & THORNE

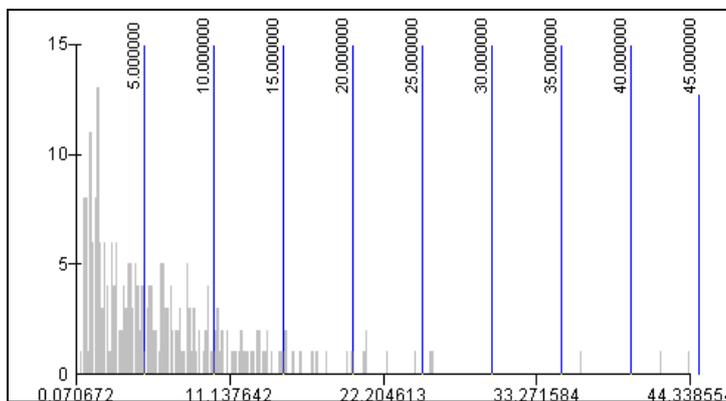
El método de Zevenbergen y Thorne, que proporciona mejor resultado al ser aplicado sobre superficies suaves y onduladas (Burrough, 2002), suele dar un mayor rango de

pendientes que el de Horn, alcanzando cotas más bajas que éste en las zonas llanas, y más altas en las escarpadas.

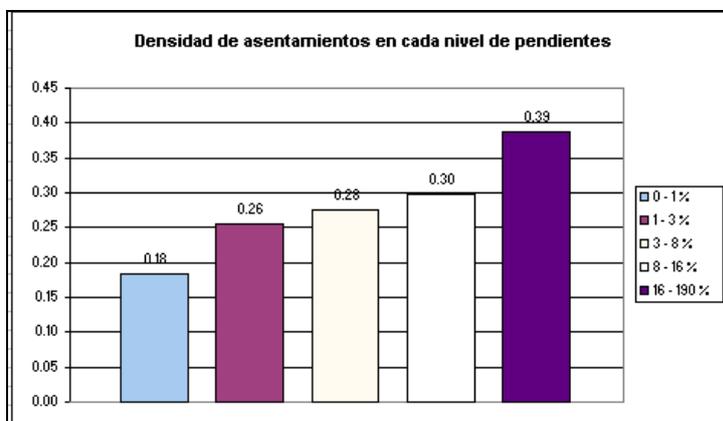
En el caso del municipio de Ecija, las pendientes mínima y máximas alcanzan un valor, respectivamente, de 0 % y 238 %.



El valor de pendiente alcanzado por cada asentamiento viene indicado en el siguiente histograma, que difiere del anterior si se considera una mayor agrupación de asentamientos en torno a la pendiente de 5 %.



Respecto a la densidad de asentamientos en cada categoría, puede comprobarse cómo aumenta la densidad a medida que lo hace la pendiente, el ancho de clase y, especialmente, disminuye la extensión de éstas.

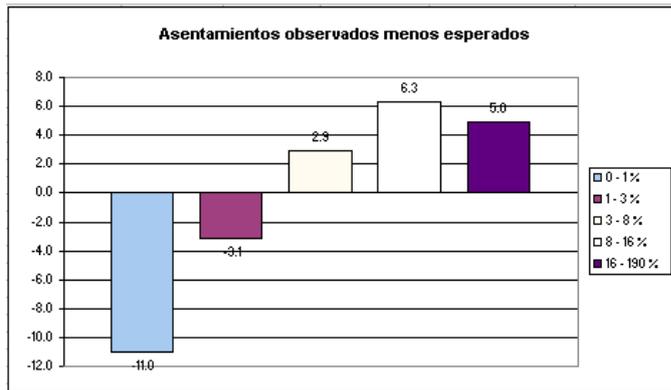


La aplicación de test de Chi cuadrado, en este caso, da unos valores inferiores a los valores críticos del test, para 4 grados de libertad. Por esta razón, la hipótesis nula no puede rechazarse. Como conclusión, el método de Horn, y no el de Zevenbergen, puede considerarse más adecuado para la generación de pendientes, con el objetivo de caracterizar los asentamientos mediante este tipo de test estadístico.

Pendientes	Metros ²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	(O - E) ² /E	Densidad
0 - 1 %	131024100	13.427	24	35.045	-11	3.5	0.18
1 - 3 %	273290900	28.007	70	73.098	-3.1	0.1	0.26
3 - 8 %	325674400	33.375	90	87.109	2.9	0.1	0.28
8 - 16 %	204551100	20.962	61	54.712	6.3	0.7	0.30
16 - 190 %	41262500	4.229	16	11.037	5.6	2.2	0.39
Totales	975803000	100.000	261	261.000	0	6.7	

NIVELES DE PENDIENTE (Zevenbergen)	
<i>Categorías</i>	5
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	261
<i>Grados de libertad</i>	4
<i>Nivel de confianza</i>	0.1
<i>Valor crítico de X²</i>	7.78
<i>Valores obtenidos</i>	6.7

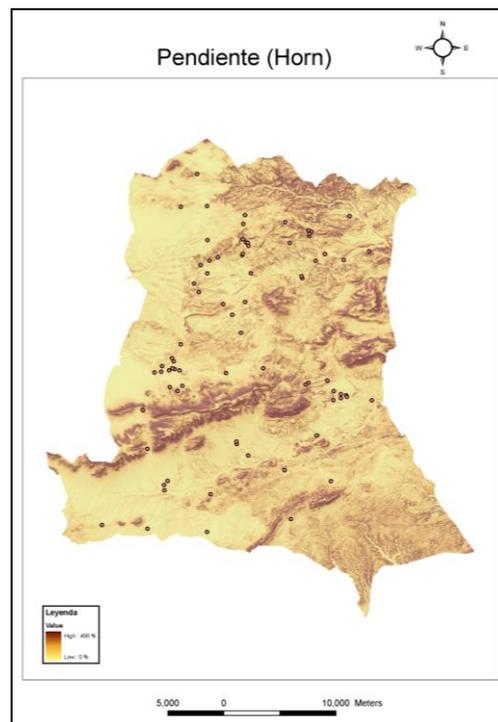
Al igual que en el caso de las pendientes generadas con el método de Horn, las dos primeras clases poseen valores observados inferiores a los esperados.



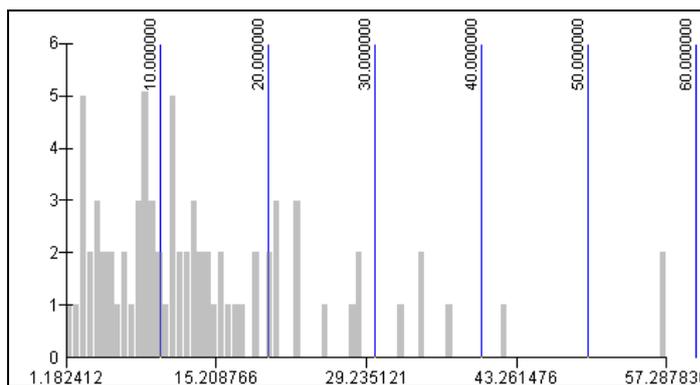
3.4.2. Los Vélez

En la comarca de Los Vélez tan solo se empleará el método de Horn, ya que no podría considerarse como una zona de cambios altimétricos suaves y ondulados.

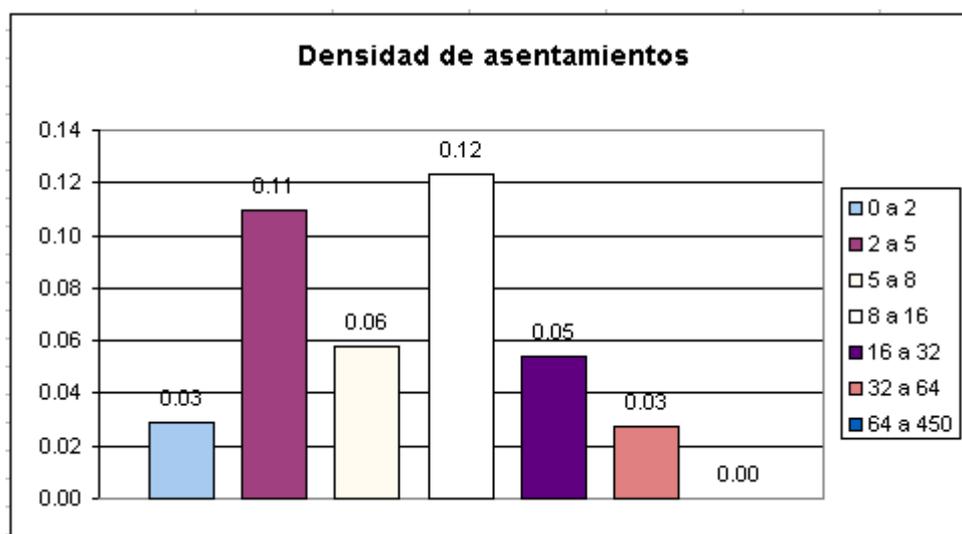
La pendiente máxima alcanza los 204 %, mientras que la media supera el 20 %, y la desviación estándar se sitúa en torno al 18 %.



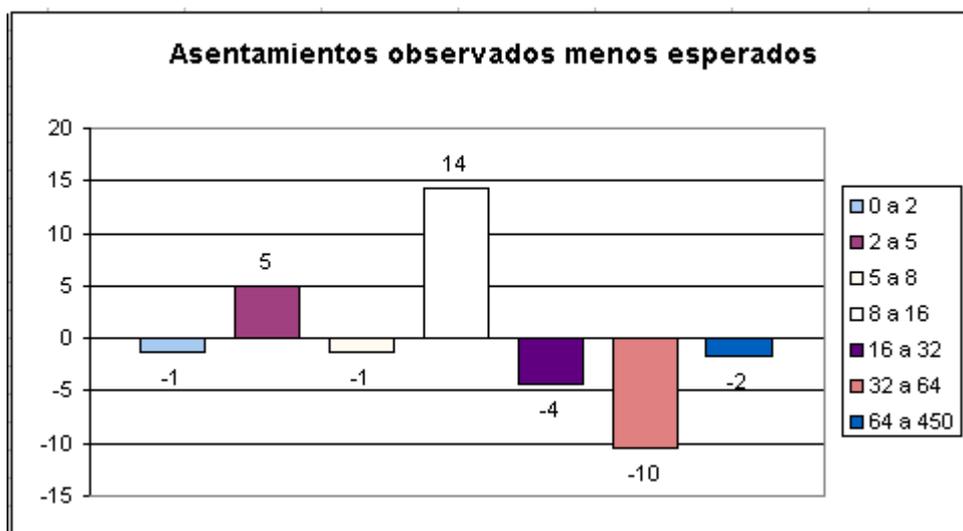
Más del 90 % de los asentamientos se localizan en zonas cuya pendiente es inferior al 30 % y, de estos, la gran mayoría lo hace en pendientes inferiores al 15 %.



La necesidad de reclasificar la pendiente en categorías que permitan la aplicación del test estadístico, al igual que en el caso anterior, obliga a generar intervalos de diferente anchura. A pesar de esto, la densidad de asentamientos en la primera categoría es muy baja (en el 3 % del territorio solo se encuentra un asentamiento), y aumenta a medida que lo hace la pendiente. El valor máximo lo alcanza la categoría que engloba las pendientes cuyo valor oscila entre 8 y 16 %. A partir de este último valor, la densidad de asentamientos disminuye, siendo nula en las áreas cuya pendiente supera el 64 % de desnivel.



Si a la información contenida en el gráfico de las densidades sumamos aquella que se recoge en el de asentamientos observados menos esperados, podría concluirse que, efectivamente, la zona que parece más proclive a la localización de yacimientos es aquella cuyas pendientes oscilan entre 8 y 16 %. Una segunda zona, de mucha menor importancia, la constituiría la que posee pendientes entre 2 y 5 %.



El test de Chi cuadrado destaca la existencia de una fuerte relación entre localización de asentamientos, y niveles de pendiente. De sus resultados podría concluirse que, con un riesgo de error del 99.9 %, podría rechazarse la hipótesis nula, es decir, aquella que afirma que la ubicación entre asentamientos y niveles de pendiente es aleatoria.

Pendientes	Metros ²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	(O - E) ² / E	Densidad
0 a 2	34235700	2.988	1	2.331	-1	0.760	0.03
2 a 5	118378300	10.333	13	8.060	5	3.027	0.11
5 a 8	137920900	12.039	8	9.390	-1	0.205	0.06
8 a 16	260395000	22.730	32	17.729	14	11.485	0.12
16 a 32	313562900	27.371	17	21.349	-4	0.886	0.05
32 a 64	255404100	22.294	7	17.389	-10	6.207	0.03
64 a 450	25687000	2.242	0	1.748	-2	1.748	0.00
Total	1145583900	100				24.322	

Niveles altimétricos	
<i>Categorías</i>	7
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	78
<i>Grados de libertad</i>	6
<i>Nivel de confianza</i>	0.001
<i>Valor crítico de X²</i>	22.46
<i>Valor obtenido</i>	24.32

Si comparamos estos resultados con los obtenidos en el caso de Ecija, donde el valor alcanzado por el test fue de 8.39, podemos asegurar que en la comarca de Los Vélez la influencia de la pendiente es mucho más importante, a la hora de elegir la ubicación del asentamiento. Por otra parte, el hecho de que aquí hayan sido empleadas 7 categorías de pendientes, mientras que en el caso anterior tan solo fueron 5, implica que la relación entre asentamientos y pendiente es más fuerte aún, ya que el valor crítico de Chi cuadrado, independientemente del nivel de confianza, aumenta a medida que lo hacen los grados de libertad.

3.5. LA ORIENTACIÓN

La orientación es otra de las variables clave para la caracterización de los asentamientos, ya que se relaciona con las horas de sol que recibe cada punto, y el momento del día en que estas comienzan y terminan.

Hay que considerar, además, la importancia que respecto a la orientación tienen la topografía, la altimetría, y los vientos predominantes: en el hemisferio norte las viviendas suelen emplazarse orientadas más hacia el sur-suroeste, de modo que obtienen más luz cuando del sol se recibe mayor energía. Por otra parte, una orientación norte provoca un enfrentamiento más directo con vientos que proceden de esta dirección y que son, por tanto, más fríos. Todo esto debe ponerse en relación con la localización relativa, que puede causar un ocultamiento topográfico de estos factores. Por esta razón, sería conveniente combinar los valores de orientación con otros como, por ejemplo, los derivados de mapas de sombra.

Desde un punto de vista técnico, la orientación en un punto se define como el ángulo existente entre el vector que señala al Norte y la proyección sobre el plano horizontal del vector normal a la superficie en ese punto: la orientación identifica la dirección del máximo promedio de cambio altimétrico. Es, además, una variable de distribución circular cuyo valor va desde 0 a 359 grados, medida en sentido horario.

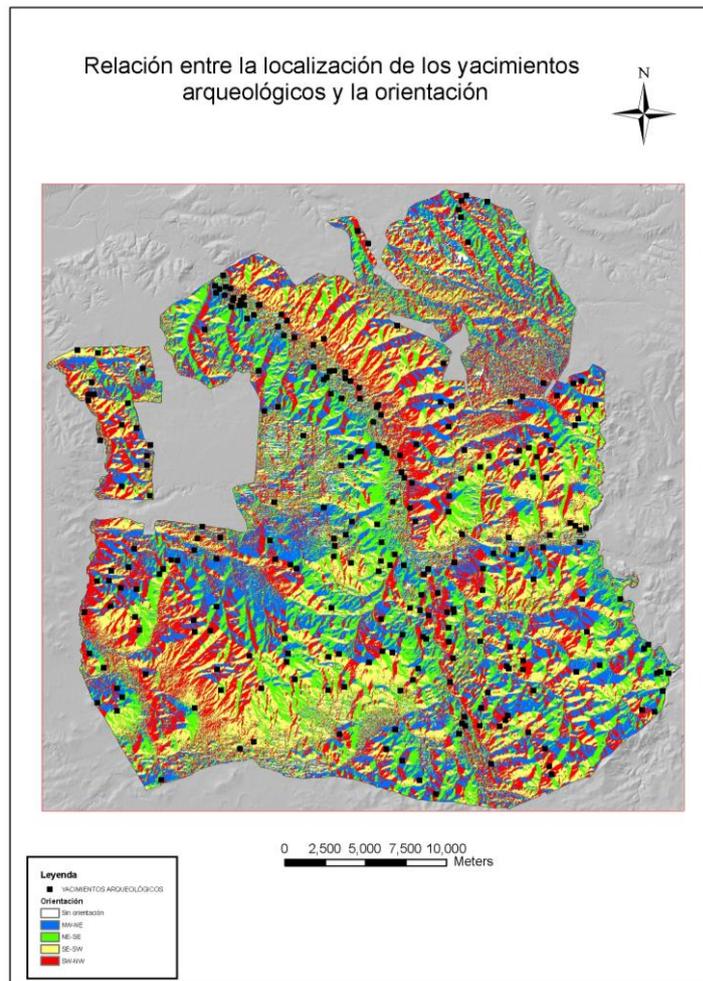
El valor de la pendiente es usualmente dado en grados: $\text{Pend.} = \arcsin \frac{e}{\sqrt{d^2 + e^2}}$

La orientación es simplemente el ángulo polar descrito por las dos derivadas parciales ortogonales: $\text{Orientación} = \arcsin \frac{e}{d}$

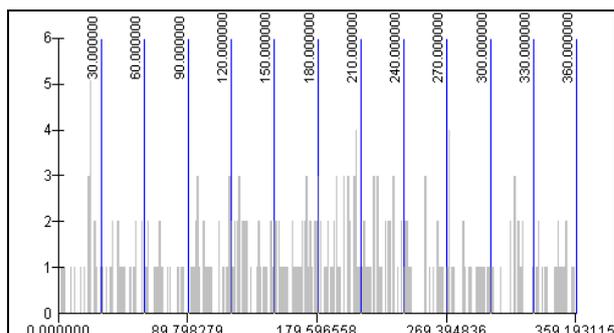
A diferencia de la pendiente, la orientación siempre se calcula respecto a la máxima pendiente, por lo que no existe más que un método para su cálculo. Por otro lado, al tratarse de una variable cualitativa y circular (de 0° a 360°), que incluye valores fuera de este rango para la orientación nula (pendiente igual a cero), las posibilidades de reclasificación se reducen a múltiplos de 4, más 1: en este caso son cinco las clases elegidas.

3.5.1. Ecija

La orientación del municipio de Ecija podría afirmarse que se reparte de igual modo entre los cuatro puntos cardinales, si bien las zonas orientadas al norte (entre 315° y 45°) suponen un 5 % menos que las restantes. Por otra parte, casi 500 hectáreas (menos de un 0.5 %) se encuentran en zonas sin una orientación determinada, ya que se localizan en pendientes nulas.

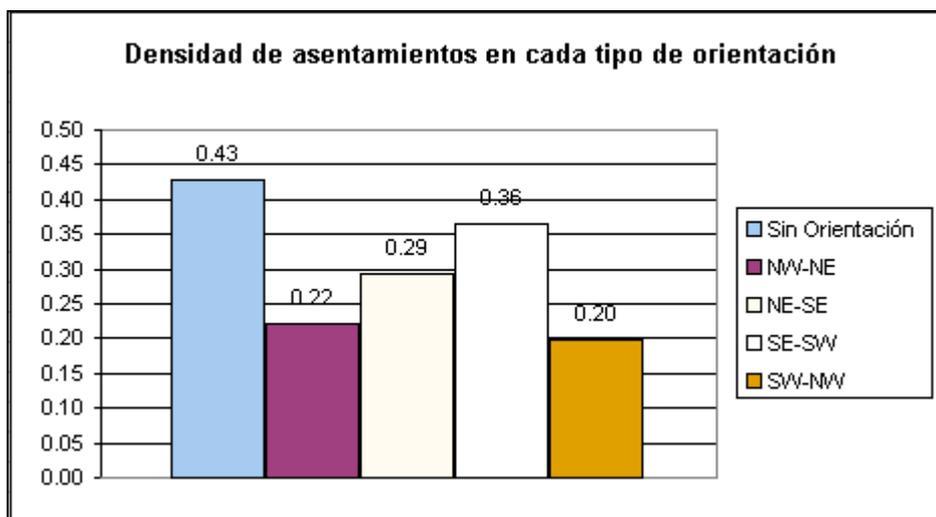


La distribución de los asentamientos entre las distintas orientaciones (ver gráfico inferior) indica que no existe una que sea absolutamente elegida de forma preferente, aunque los datos muestran un mayor agrupamiento en torno a la orientación 190-230 (sur-suroeste), y un pequeño pico alrededor de los 20 grados. Por otra parte, determinados asentamientos se encuentran en zonas que, por no tener pendiente, tampoco poseen orientación.



Si se reclasifica la pendiente en cinco clases, se calcula su extensión, se asocia a cada asentamiento su valor correspondiente, y se cuenta el número de asentamientos en cada categoría, se obtiene la tabla de densidad de asentamientos en cada clase de orientación.

Como puede comprobarse, y si exceptuamos las zonas que poseen una orientación nula (cuya densidad es muy alta debido a su escasez), los mayores valores se alcanzan en las orientaciones SE-SW y NE-SE, y las menores, aunque la diferencia no es muy grande, en la orientación SW-NW.

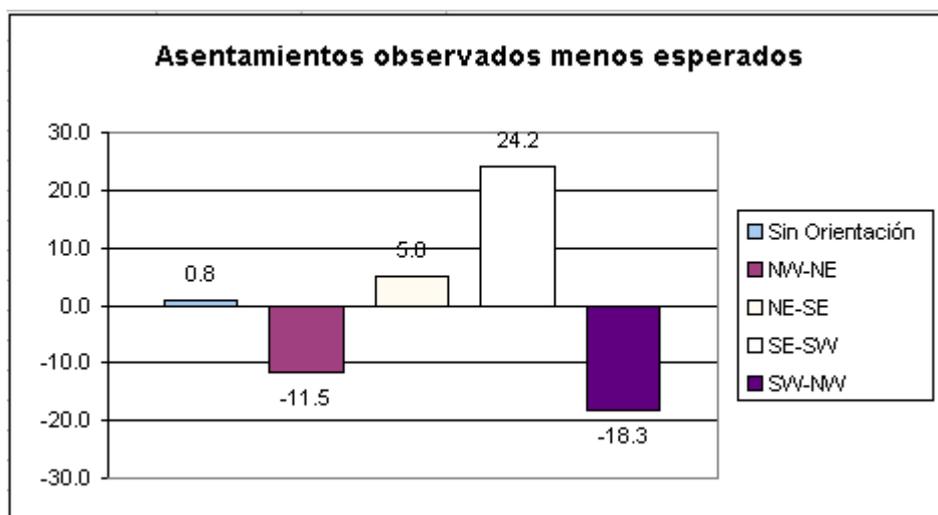


La generación de la tabla de contingencia, y el gráfico extraído de las diferencias entre yacimiento observados y esperados, muestra de forma más clara la relación entre asentamientos y orientaciones.

Orientación	Metros ²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	(O - E) ² /E	Densidad
NW-NE	256204100	26.256	57	68.527	-11.5	1.939	0.22
NE-SE	202051100	20.706	59	54.043	5.8	0.455	0.29
SE-SW	249882500	25.608	91	66.837	24.2	8.736	0.36
SW-NW	263003100	26.952	52	70.346	-18.3	4.785	0.20
Sin Orientación	4662200	0.478	2	1.247	0.8	0.455	0.43

Totales	975803000	100.000	261	261.000	0	16.369
---------	-----------	---------	-----	---------	---	---------------

Más evidentemente que en los casos anteriores, las zonas orientadas hacia el sur muestran poseer un número de yacimientos mucho mayor que los que se corresponden a su extensión, a diferencia de las áreas que se orientan hacia el noreste y, especialmente, hacia el noroeste.

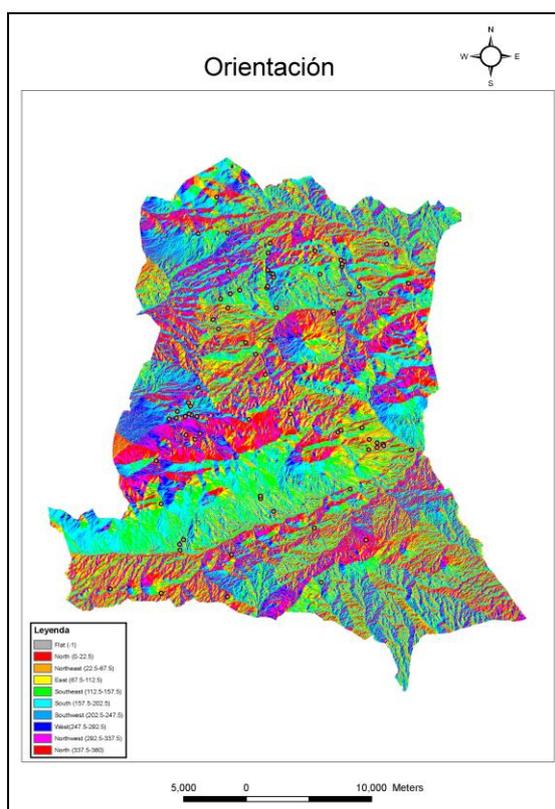


Respecto al test de Chi cuadrado, la hipótesis nula vuelve a ser rechazada, pero ahora considerando un menor número de grados de libertad, razón por la que el nivel de confianza de 0.005 es superado por el valor obtenido por el test de Chi Cuadrado.

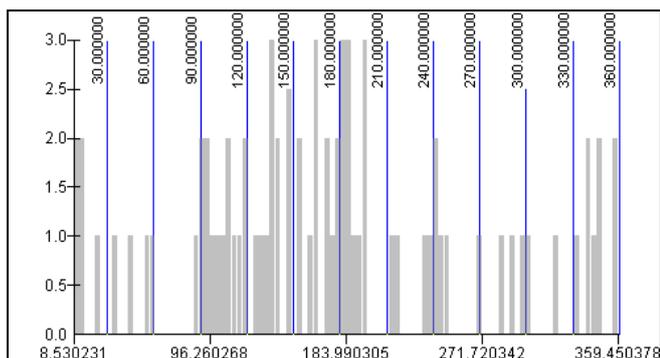
TIPOS DE ORIENTACIÓN	
<i>Categorías</i>	5
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	261
<i>Grados de libertad</i>	4
<i>Nivel de confianza</i>	0.005
<i>Valor crítico de X^2</i>	14.86
<i>Valor obtenido</i>	16.369

3.5.2. Los Vélez

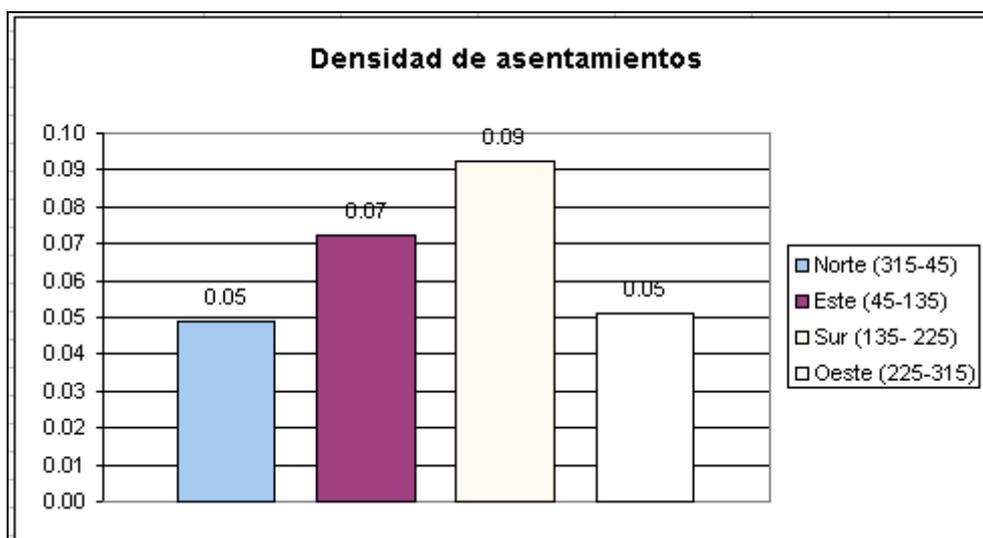
La comarca de Los Vélez se diferencia de Ecija en que la distribución de la orientación del territorio entre los puntos cardinales no es homogénea. A una ausencia casi total de zonas llanas (y, por tanto, sin orientación), se une el hecho de que prevalecen las áreas orientadas hacia el sur (más del 30 %), mientras que hacia el oeste no mirán más allá del 19 %. El norte y el este se reparten, equitativamente, algo más del 50 % restante.



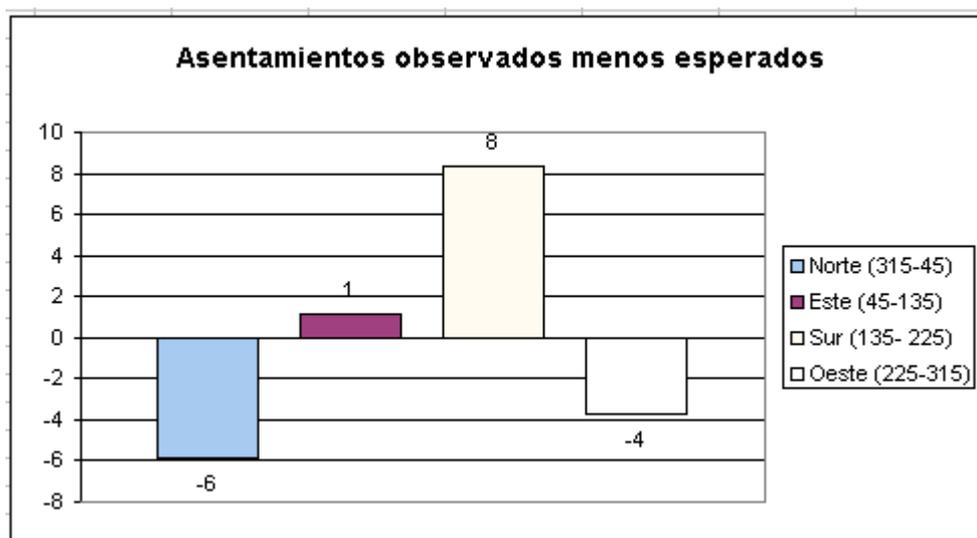
En el histograma de frecuencias puede apreciarse que la mayoría de los asentamientos están orientados hacia el sur y el sur-sureste, y que hacia el suroeste el número de asentamientos es muy escaso.



Respecto a la densidad de asentamientos, la preferencia por el sur y sureste vuelve a ponerse de manifiesto.



De nuevo encontramos que es en las zonas orientadas entre los 135° y los 225° donde se localiza un número superior de asentamientos observados respecto a los esperados, mientras que en el oeste y, especialmente el norte, los observados están muy por debajo de los esperados.



Si atendemos a los valores recogidos en la tabla de contingencia, comprobamos que, en la mayoría de las zonas, el número de elementos observados difiere de los esperados. Sin embargo, al ser tan alto el número de los esperados, el valor obtenido por el test es muy bajo. Esto impide afirmar que la hipótesis nula pueda ser rechazada incluso bajo un nivel de confianza del 90 %, por lo que se concluye que, en esta zona de estudio, la orientación no parece ser un elemento importante a la hora de situar un asentamiento.

Orientación	Metros ²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	$(O - E)^2 / E$	Densidad
Norte (315-45)	305994800	26.7108153	15	20.834436	-6	1.63386439	0.05
Este (45-135)	276656100	24.1497895	20	18.8368358	1	0.07182475	0.07
Sur (135-225)	347178400	30.305803	32	23.6385263	8	2.9576396	0.09
Oeste (225-315)	215754600	18.8335922	11	14.6902019	-4	0.92698455	0.05
Totales	1145583900	100	78	78	0	5.59031329	

Niveles altimétricos	
<i>Categorías</i>	4
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	78
<i>Grados de libertad</i>	3
<i>Nivel de confianza</i>	0.1
<i>Valor crítico de X^2</i>	6.25
<i>Valor obtenido</i>	5.59

El hecho de que en todas las categorías aparezca un porcentaje más o menos similar de asentamientos, junto al hecho de que todas posean una representación espacial similar, origina los resultados comentados a la hora de aplicar el test estadístico. En comparación con la zona de Écija, donde el número de asentamientos observados orientados hacia el sur era mucho mayor que en los restantes, esta homogeneidad en el

reparto entre clases de similar extensión induce a pensar que, para zonas de estas características, la variable orientación no es tan importante como en otras zonas.

3.6. LA DISTANCIA EUCLÍDEA A LA RED FLUVIAL

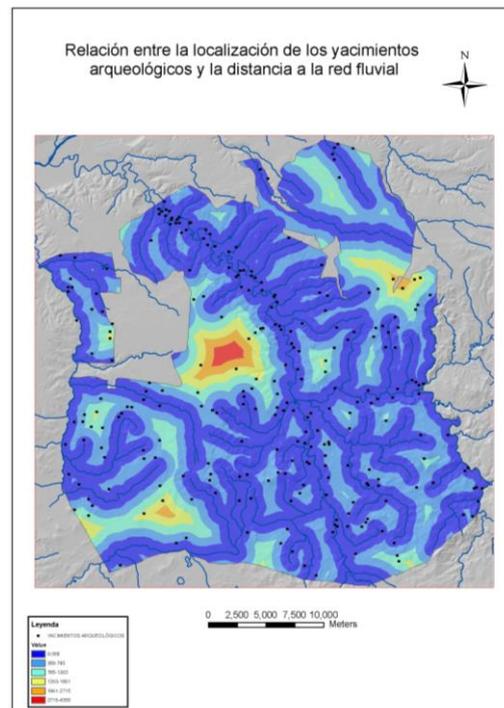
La relación entre asentamientos y red fluvial debe ser, *a priori*, clara, pues se espera que éstos se localicen no excesivamente alejados de un recurso de vital importancia.

En este caso, la relación que se analiza es la distancia, en línea recta o euclídea, entre cada asentamiento y la red fluvial más cercana. La distancia euclídea a la red fluvial viene determinada por la longitud de una línea recta que enlaza el centro de cada celdilla con el centro de la celdilla más cercana, perteneciente a la red fluvial.

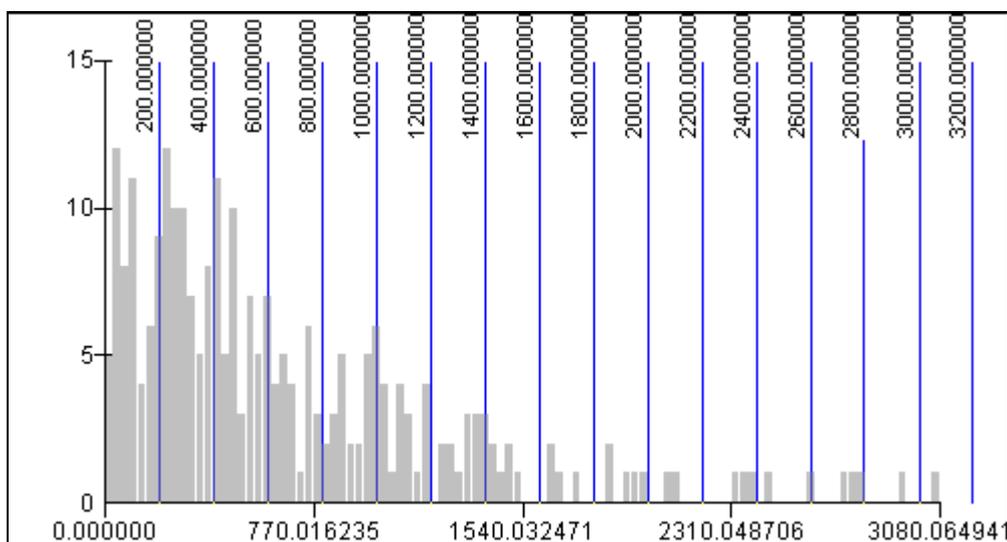
La red fluvial empleada en este estudio ha sido la disponible para toda Andalucía, en formato digital, a escala 1:100.000. En ella no se han hecho distinciones entre los distintos tipos de ríos.

3.6.1. Ecija

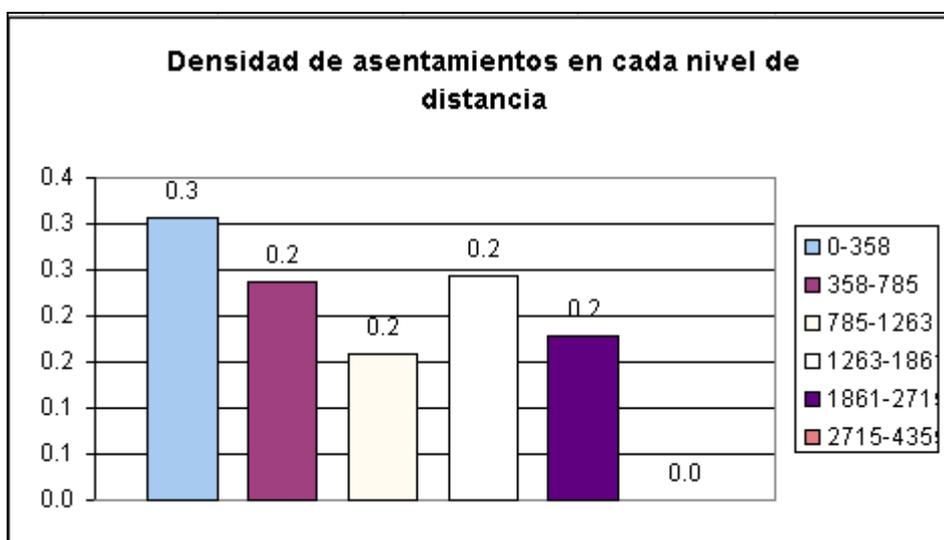
A partir de la cartografía digital 1:100.000 podemos calcular la longitud total de red fluvial del municipio de Ecija: 486.7 kilómetros. La densidad de red fluvial, considerando que el término posee una extensión de 976 km², supone 0.49 km / km².



En el histograma se aprecia un agrupamiento de los asentamientos en torno al valor de distancia 200, y que disminuye conforme aumenta ésta.



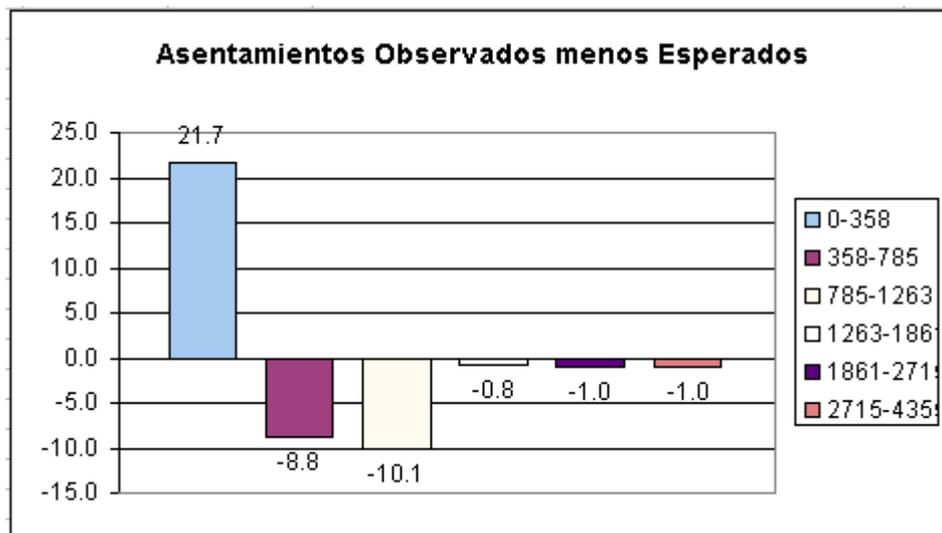
El gráfico que muestra la densidad de asentamientos en cada categoría de distancias, por otra parte, posee dos crestas: una más pronunciada en torno a las menores (0-358) y otra de menor importancia (1263-1860) que, a la luz del histograma previo, está causado por poseer una superficie muy inferior a las anteriores.



Distancia río	Metros ²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	$(O - E)^2 / E$	Densidad
0-358 m	554432000	56.818	170	148.295		3.177	0.31
358-785 m	279602100	28.654	66	74.786		1.032	0.28
785-1263 m	93910400	9.624	15	25.118		4.076	0.21
1263-1861 m	32909700	3.373	8	8.802		0.073	0.29
1861-2715 m	11203700	1.148	2	2.997		0.331	0.25

2715-4355 m	3745100	0.384	0	1.002		1.002	0
Totales	975803000	100.000	261	261.000		9.691	

En este gráfico puede comprobarse cómo el número de yacimientos encontrados en las cercanías a la red fluvial es mucho mayor de lo que cabría esperar en función de la superficie que ocupa esta clase. Las dos categorías siguientes (entre 358 y 1263 metros), sin embargo, muestran unos porcentajes bastante inferiores.

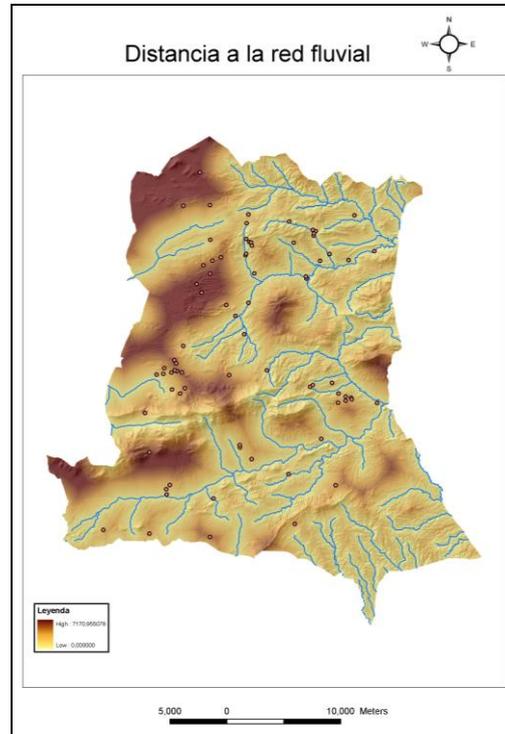


El test de Chi cuadrado es aquí de gran importancia, ya que permite rechazar la hipótesis nula, pero tan solo con un 90% de probabilidad de acertar.

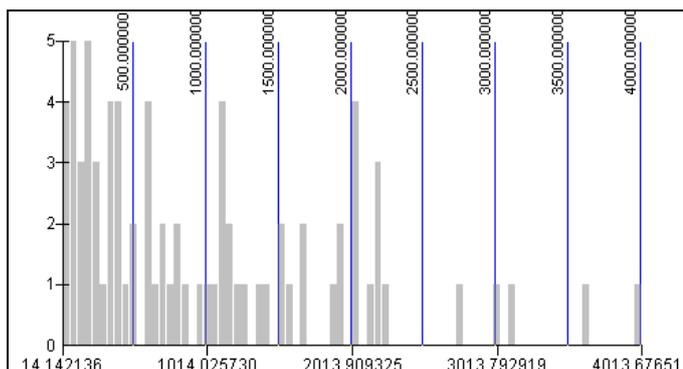
<i>DISTANCIA A LA RED FLUVIAL</i>	
<i>Categorías</i>	6
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	261
<i>Grados de libertad</i>	5
<i>Nivel de confianza</i>	0.1
<i>Valor crítico de X^2</i>	9.24
<i>Valores obtenidos</i>	9.69

3.6.2. Los Vélez

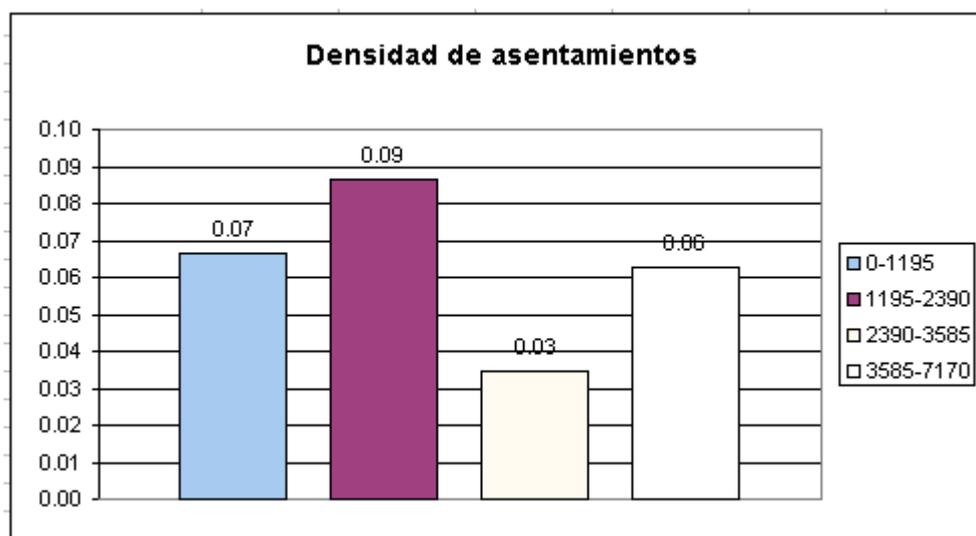
En la comarca de Los Vélez, la red fluvial alcanza una longitud de 455.3 kms, que en relación con su superficie (1145 km²), supone una densidad de 0.39 km / km². Este valor es sensiblemente inferior al obtenido en el municipio de Ecija (0.49).



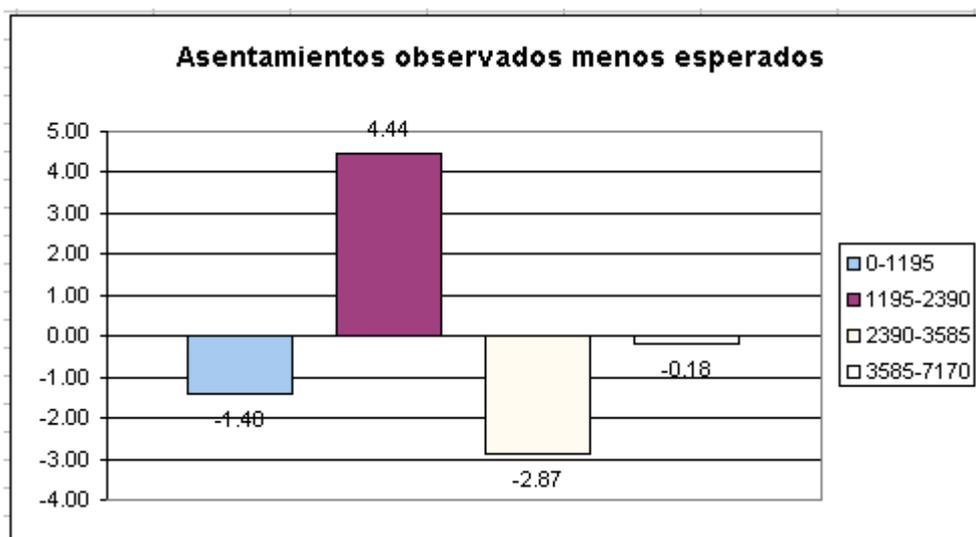
La distancia media a la que se encuentran los asentamientos de la red fluvial más cercana (1019 metros) no es representativa de la relación que, verdaderamente, guardan éstos respecto a la red fluvial, ya que puede apreciarse una gran concentración a menos de 500 metros. Por otra parte, más allá de los 2000 metros de distancia sólo se localizan 5 asentamientos. Si comparamos este histograma con el correspondiente a Ecija, donde la distribución es mucho más gradual, se comprueba la importancia que la distancia a la red fluvial tiene en estas zonas



La densidad de asentamientos en cada una de las categorías en que ha sido reclasificada la variable muestra que los mayores valores de densidad se alcanzan en la segunda clase (20 % del territorio), mientras que en la primera categoría el valor relativamente inferior se debe a su extensión (60 % del territorio).



El número de asentamientos esperados, que depende exclusivamente de la extensión proporcional de cada clase, es positivo tan solo en la segunda categoría porque en ella se localizan algunos más de los que podían esperarse: mientras más escasa es la representación espacial de una clase, más importancia posee en este tipo de análisis cada uno de los asentamientos observados.



Respecto al valor alcanzado por el test de Chi cuadrado, el resultado es muy significativo: 2.64. No podemos, por tanto, rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa, razón por la que se estima que la relación de distancia euclídea que se establece entre asentamientos y red fluvial es aleatoria.

Distancia río	Metros ²	Porcentaje	Obs.	Esp.	Ob - Es	(O - E) ² / E	Densidad
0-1195	784216200	68.4555885	52	53.395359	-1.40	0.03646434	0.07
1195-2390	243183500	21.2279083	21	16.5577685	4.44	1.19179229	0.09
2390-3585	86227900	7.52698253	3	5.87104637	-2.87	1.40399287	0.03
3585-7170	31956300	2.7895207	2	2.17582614	-0.18	0.01420832	0.06
Totales	1145583900	100	78	78	0	2.64645783	

Niveles altimétricos	
<i>Categorías</i>	4
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	78
<i>Grados de libertad</i>	3
<i>Nivel de confianza</i>	0.1
<i>Valor crítico de X²</i>	6.25
<i>Valor obtenido</i>	2.64

En comparación con los valores alcanzados en el término municipal de Ecija, los obtenidos en el test estadístico por la comarca de Los Vélez son excesivamente bajos. Una posible explicación está basada en la distribución espacial de la misma red fluvial, que posibilita que en Ecija puedan ser generadas hasta 6 clases mientras que en Los Vélez no llegan más allá de 4. Por otra parte, la menor densidad de red fluvial en Los Vélez provoca que existan zonas, de pequeña extensión, pero muy alejadas de la red fluvial más cercana: puede comprobarse que en Los Vélez el punto más alejado de un

río se encuentra a más de 7 km, mientras que en Ecija está no más allá de los 4500 metros. Por último, el número de asentamientos observados es crucial, ya que mientras menor sea este número, más difícil es alcanzar los valores críticos del test para unos grados de libertad y nivel de confianza determinados.

3.7. LA DIFERENCIA ALTIMÉTRICA CON LA RED FLUVIAL MÁS CERCANA

Si se considera que la diferencia de altura entre un asentamiento y la red fluvial más cercana es de mayor importancia que su mera distancia en línea recta, parece necesario generar una capa en la que a cada celdilla se le asocie el valor de esta diferencia altimétrica. Para realizar esta operación es necesario conocer:

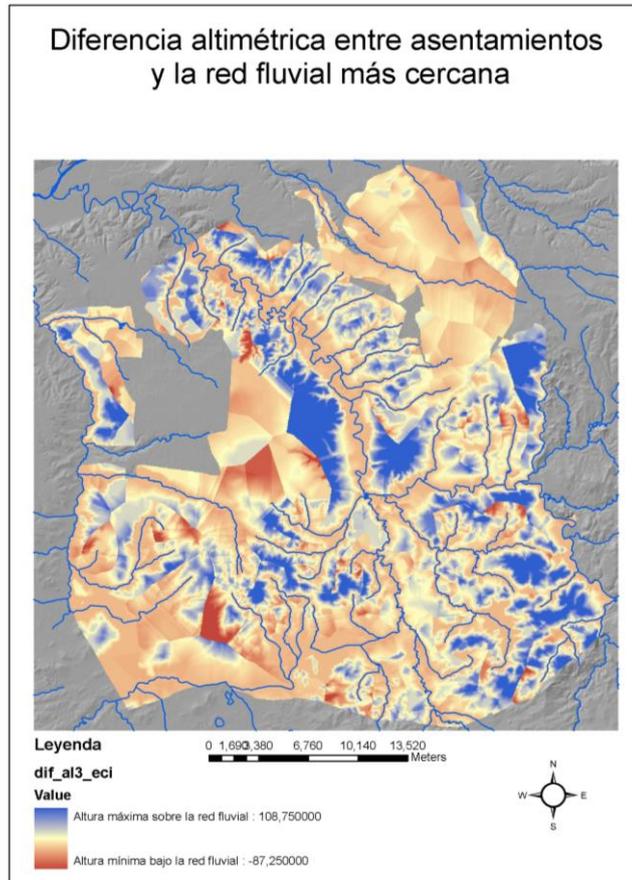
- El punto de la red fluvial más cercano a cada una de las celdillas.
- La altura de ese punto de la red fluvial.
- La altura de cada una de las celdillas.

El proceso de generación de la capa, algo complejo ya que no existen herramientas “software” adecuadas, ha sido llevado a cabo con el programa Idrisi. Por otra parte, debido al máximo número de valores discretos que el programa puede utilizar, ha sido necesario emplear un tamaño de celdilla de 40 metros.

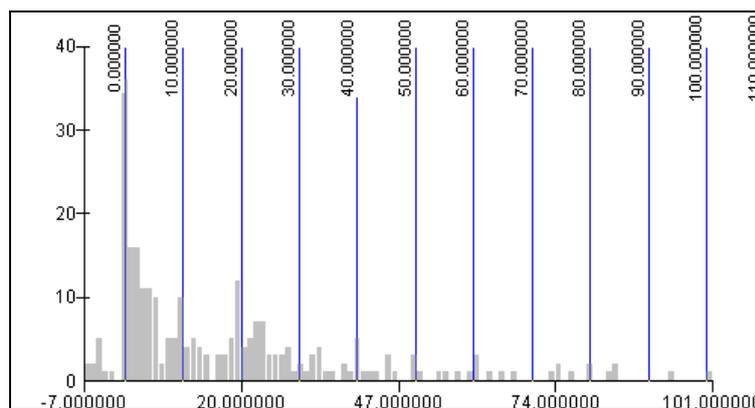
3.7.1. Écija

Las diferencias altimétricas entre cada celdilla y el punto perteneciente a la red fluvial más cercano, pueden ser positivas (en caso de encontrarse el río a un nivel más bajo) o negativas (en el caso contrario).

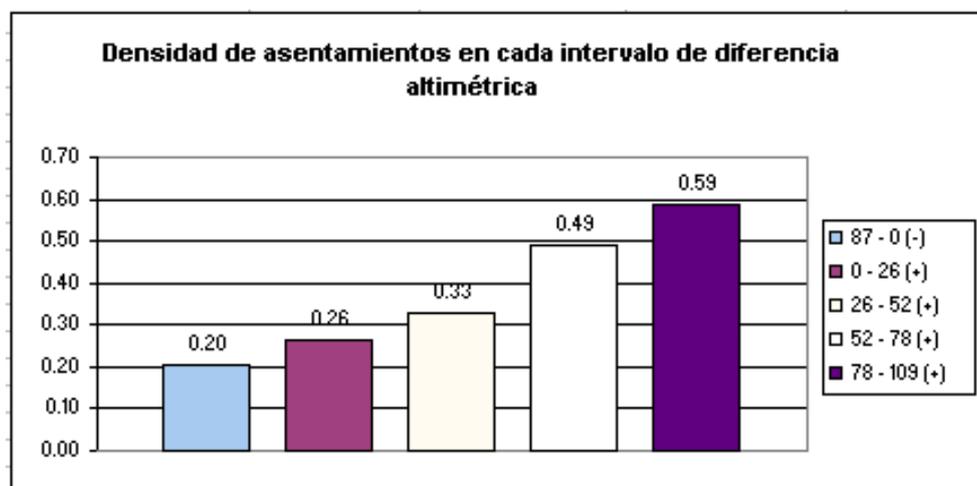
En el caso de Ecija, la mayoría de las zonas se encuentran sobre el nivel de la red fluvial más cercana, como puede apreciarse en el siguiente mapa: la máxima diferencia altimétrica positiva se sitúa en torno a los 108 metros, mientras que la máxima diferencia negativa es de -87 . La diferencia media alcanza los 12 metros.



En el histograma de frecuencias se observa que, efectivamente, la gran mayoría de los asentamientos se localizan a una altura superior a la de la red fluvial más próxima, y que aquellos situados a un nivel inferior no superan una diferencia altimétrica de 7 metros.



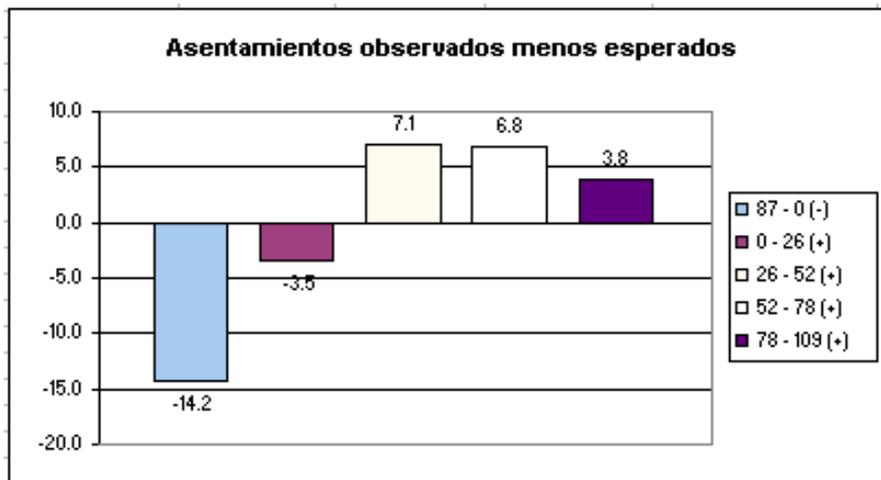
Entre los asentamientos situados por encima, un alto porcentaje se localiza a menos de 30 metros por encima de la red fluvial y, de ellos, más de la mitad se hallan a menos de 5 metros más altos.



El gráfico de densidades de asentamiento, donde se diferencian la clase negativa de las cuatro positivas, indica claramente que a medida que aumenta la diferencia vertical positiva con la red fluvial más cercana, aumenta la densidad de asentamientos. Dado que la gran mayoría de yacimientos se encuentra a relativamente corta distancia de ésta, habría que interpretar que se buscan lugares cercanos a la red fluvial, pero altiméricamente distantes.

Dif. Altím. río	Metros ²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	(O - E) ² / E	Densidad
87 - 0 (-)	217768000	22.3	44.000	58.223	-14.2	3.474491545	0.20
0 - 26 (+)	600323200	61.5	157.000	160.504	-3.5	0.076500776	0.26
26 - 52 (+)	115572800	11.8	38.000	30.900	7.1	1.631459101	0.33
52 - 78 (+)	30593600	3.1	15.000	8.180	6.8	5.68707938	0.49
78 - 109 (+)	11944000	1.2	7.000	3.193	3.8	4.537618202	0.59
Totales	976201600	100.0	261.000	261.000	0	15.407149	

El número de asentamientos esperados en la zona que se encuentra bajo el punto de la red fluvial más cercana (44) indica que no es corriente ese tipo de ubicación. El hecho de que en las diferencias positivas más pequeñas (tercera clase) también se esperen más de los que se observan, puede indicar cierta precaución ante posibles avenidas fluviales.



El Test de Chi cuadrado indica que, con un nivel de confianza del 99.5 %, la hipótesis nula puede ser rechazada, de modo que podría afirmarse que la distribución de los yacimientos entre las clases de “diferencias altimétricas” no es aleatoria.

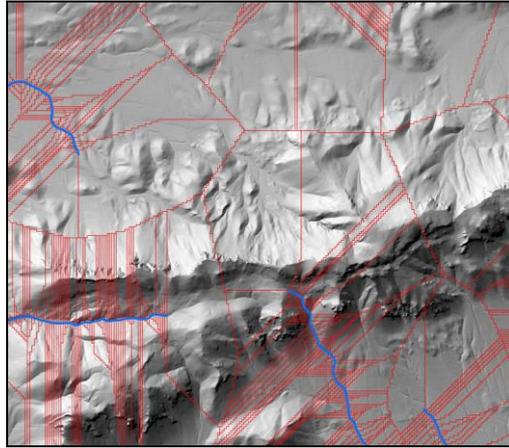
Por otra parte, comparado este resultado con el obtenido respecto a la distancia euclídea, parece de mayor interés la diferencia altimétrica entre la red fluvial y los asentamientos que la distancia en línea recta.

DIFERENCIA ALTIMÉTRICA CON LA RED FLUVIAL MÁS CERCANA	
<i>Categorías</i>	5
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	261
<i>Grados de libertad</i>	4
<i>Nivel de confianza</i>	0.005
<i>Valor crítico de X^2</i>	14.86
<i>Valores obtenidos</i>	15.40

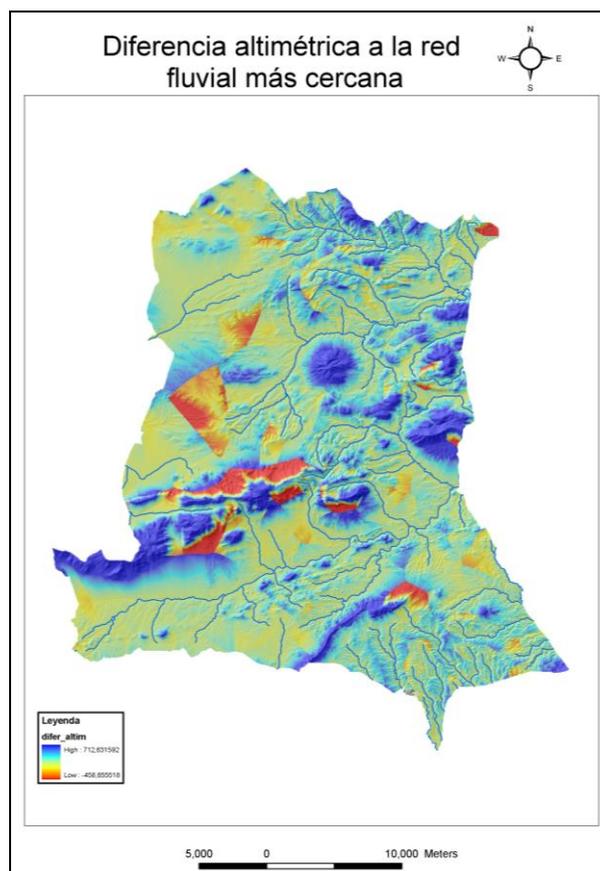
3.7.2. Los Vélez

Si el cálculo de la distancia euclídea a la red fluvial más cercana puede dar resultados considerados como erróneos desde un punto de vista práctico, ya que no tiene en cuenta las dificultades del desplazamiento, el cálculo de la diferencia altimétrica entre ambos puntos puede dar unos resultados más increíbles aún, al situar muchos metros, especialmente por debajo, al asentamiento respecto a la red fluvial.

Un ejemplo de esto lo encontramos en el siguiente gráfico, donde se muestran áreas “dependientes” de una red fluvial que se halla más allá de la Sierra María.

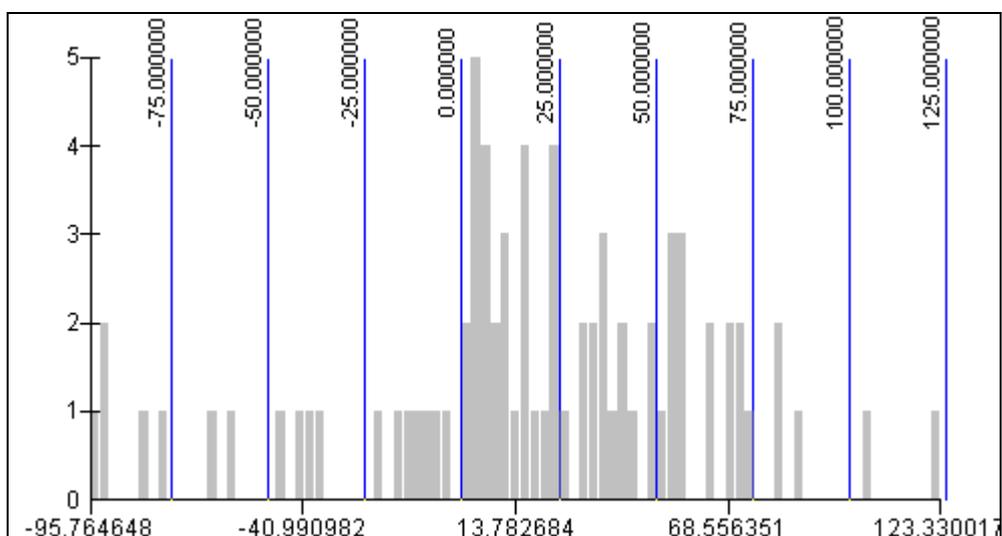


Por lo que respecta al área de estudio en su conjunto, el gran rango altimétrico influye en las mayores diferencias altimétricas, tanto positivas como negativas: los valores máximos en tal sentido son 712 y -448 metros. El valor medio, por su parte, se encuentra en torno a 25 metros.

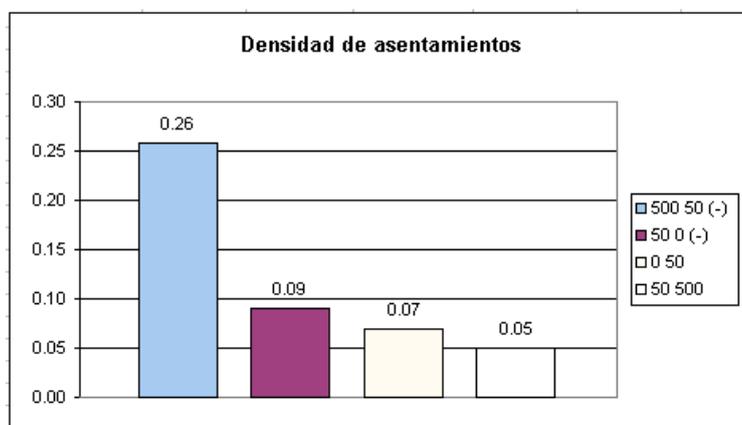


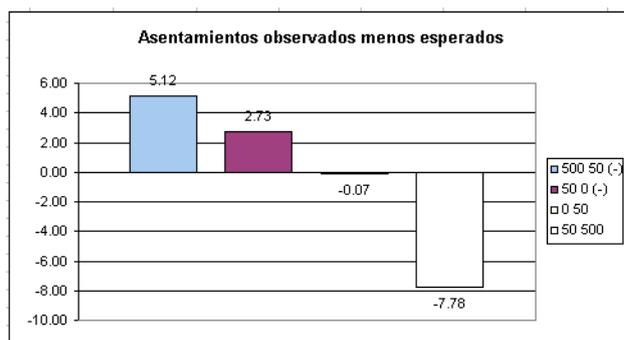
La diferencia altimétrica que guardan los asentamientos respecto a la red fluvial más cercana es, en la mayoría de los casos, positiva (85 %), aunque los situados bajo el nivel de la red pueden alcanzar los -95 metros. Por supuesto, y como pudo comprobarse

anteriormente, la orografía de la zona impide que esta variable funcione adecuadamente para caracterizar los asentamientos.



Los requisitos del test de Chi cuadrado obligan a la generación de clases de diferente anchura, situadas en los extremos, con un rango muy alto (450 metros), pero cuya extensión superficial es muy baja en el caso de las zonas situadas por debajo del nivel de la red fluvial más cercana (2.4 %). Esto impide una cómoda interpretación de los datos que aparecen en los siguientes gráficos, de los que podemos concluir que, a medida que aumenta la diferencia altimétrica disminuye la densidad y el número de asentamientos observados respecto a los esperados. Respecto a los localizados en zonas situadas a un nivel más bajo que la red fluvial más cercana, su escasa extensión provoca que la localización de un mínimo número de asentamientos (7) les hagan obtener los valores más altos.





A pesar de las dificultades anteriormente comentadas, el valor alcanzado en el test de Chi cuadrado es relativamente alto, 17, lo que permite afirmar que puede rechazarse la hipótesis nula con una confianza del 99.9 %.

Dif. Altim. río	Metros ²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	(O - E) ² / E	Densidad
-500 - -50	27107200	2.41	7	1.88105375	5.12	13.9302828	0.26
-50 - 0	133632000	11.89	12	9.27314421	2.73	0.80185774	0.09
0 - 50	577433600	51.37	40	40.0699312	-0.07	0.00012205	0.07
50 - 500	385857600	34.33	19	26.7758708	-7.78	2.25815876	0.05
Total	1124030400	100.00	78	78		16.9904213	

Niveles altimétricos	
<i>Categorías</i>	4
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	78
<i>Grados de libertad</i>	3
<i>Nivel de confianza</i>	0.001
<i>Valor crítico de χ^2</i>	16.27
<i>Valor obtenido</i>	17

Los resultados obtenidos en ambas áreas de estudio indican que la diferencia altimétrica con la red fluvial más cercana es una de las variables que con más “fuerza” permiten dilucidar la localización de asentamientos.

3.8. TIEMPO MÍNIMO EN LLEGAR A LA RED FLUVIAL

La idea de que las distancias en línea recta no son las más adecuadas cuando se trata de conocer la distancia real que separa un asentamiento de la red fluvial, junto con la percepción de que la pendiente es el principal factor que influye en el diseño de un itinerario para unir esos dos puntos, obliga a considerar las distancias en función del costo que se acumule para ir de un lugar a otro, lo que en definitiva puede suponer el tiempo empleado en recorrer esa distancia.

La generación de una superficie en la que cada celdilla contenga un valor que indique el mínimo costo acumulado para llegar desde ella a una de referencia (la más cercana de la red fluvial, por ejemplo) implica la generación de una superficie de costos-distancia.

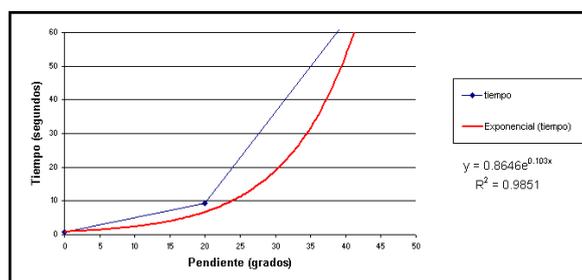
En este apartado se ha generado una superficie de costo-distancia, en la que cada celdilla contiene un valor igual al número de segundos que se tarda en llegar desde ella a la red fluvial, por el camino que menor coste acumule.

El tiempo es calculado a partir de la pendiente, siguiendo la siguiente fórmula:

$$T = 0.8646e^{0.103P}$$

donde T es el tiempo, medido en segundos, y P es la pendiente, medida en grados.

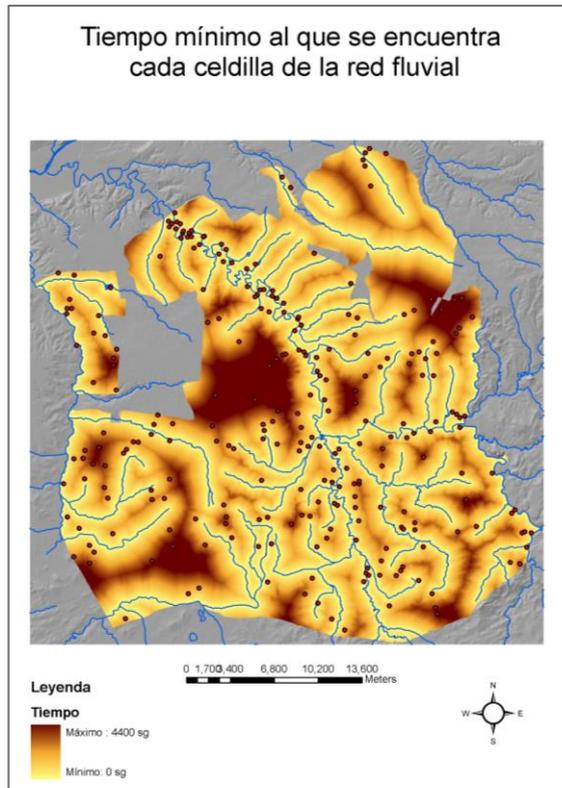
Los valores teóricos de la relación entre tiempo y distancia están basados en la experiencia diaria, y la curva de ajuste a estos valores (en el gráfico, en rojo) sigue una función exponencial, con un valor de R^2 bastante aceptable (0.9851).



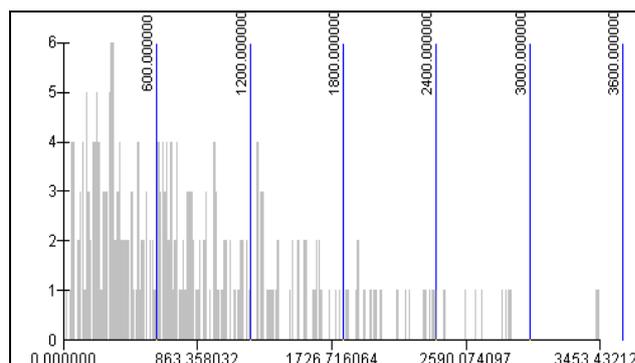
A partir de la fórmula anterior es generada la superficie que, en cada celdilla, contiene el número de segundos que se tarda en llegar desde su centro al centro de la celdilla “más cercana” de la red fluvial.

3.8.1. Ecija

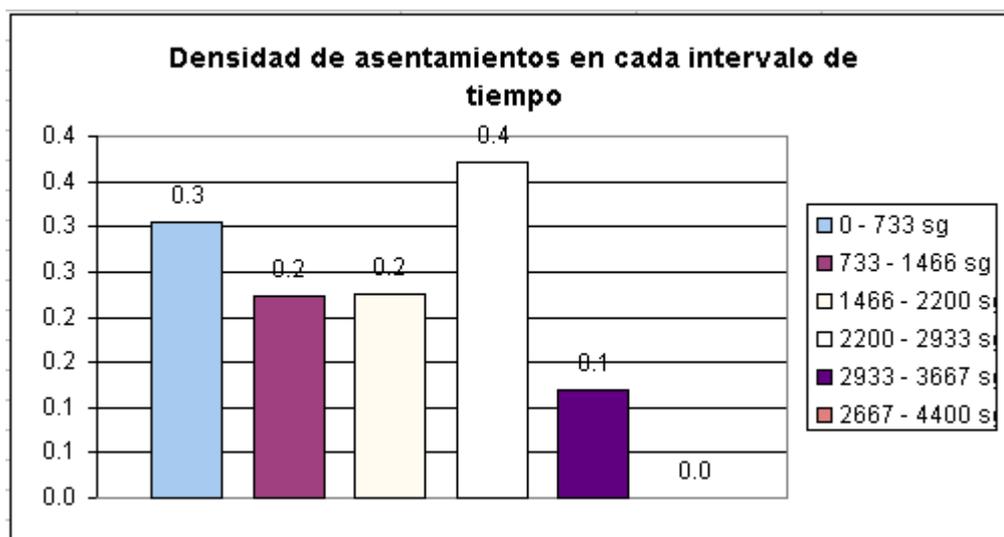
En el municipio de Ecija, atendiendo a la fórmula anteriormente planteada, se puede considerar que el punto más alejado de la red fluvial tarda un tiempo igual a 1 hora y 16 minutos en alcanzarla (4400 segundo), y que el tiempo medio es de algo más de 15 minutos.



En el siguiente histograma se muestran los valores de tiempo alcanzados por los asentamientos. Puede comprobarse como la gran parte de ellos se encuentra a menos de 10 minutos (600 segundos) de la red fluvial, y que la mayoría están a menos de 20 minutos.

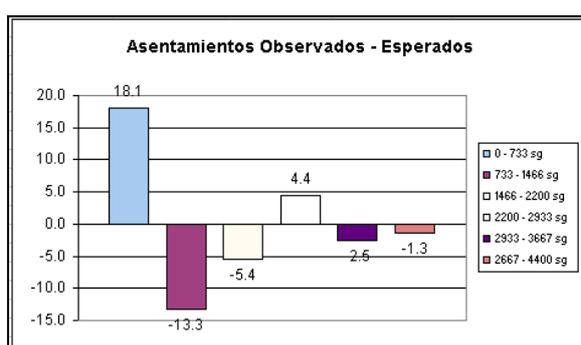


Respecto a la densidad de asentamientos en cada intervalo de tiempo, no parece encontrarse una menor densidad a medida que nos alejamos de la red fluvial y, de hecho, el valor es bastante alto en las zonas que se hallan entre 40 y 50 minutos (37 asentamientos).



La tabla de contingencia que a continuación se muestra indica, como puede comprobarse en el gráfico que la sucede, que es en el primer intervalo donde se observan muchos más asentamientos de los que se esperan dada su extensión, y que solo en la cuarta categoría (entre 30 y 40 minutos) volvemos a encontrar valores positivos. En las restantes clases el número de asentamientos esperados supera al de los observados.

Tiempo	Metros ²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	$(O - E)^2 / E$	Densidad
0 - 733 sg	4785229	49.021	146	127.945		2.548	0.3
733 - 1466 sg	3040877	31.151	68	81.305		2.177	0.2
1466 - 2200 sg	1285944	13.174	29	34.383		0.843	0.2
2200 - 2933 sg	432153	4.427	16	11.555		1.710	0.4
2933 - 3667 sg	166940	1.710	2	4.464		1.360	0.1
2667 - 4400 sg	50440	0.517	0	1.349		1.349	0
Totales	9761583	100.000	261	261.000		9.987	

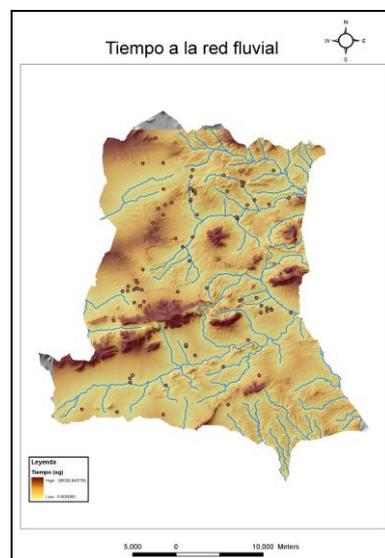


El test de Chi cuadrado permite rechazar la hipótesis nula, con una probabilidad de error igual a 0.1. Por otra parte, el valor obtenido aquí es superior al de la distancia euclídea, por lo que podría afirmarse que, cuando se trata de distancias, interesan más las basadas en el costo acumulado.

INTERVALOS DE TIEMPO ACUMULADO EN TORNO A LA RED FLUVIAL MÁS CERCANA	
<i>Categorías</i>	6
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	261
<i>Grados de libertad</i>	5
<i>Nivel de confianza</i>	0.1
<i>Valor crítico de χ^2</i>	9.24
<i>Valores obtenidos</i>	9.98

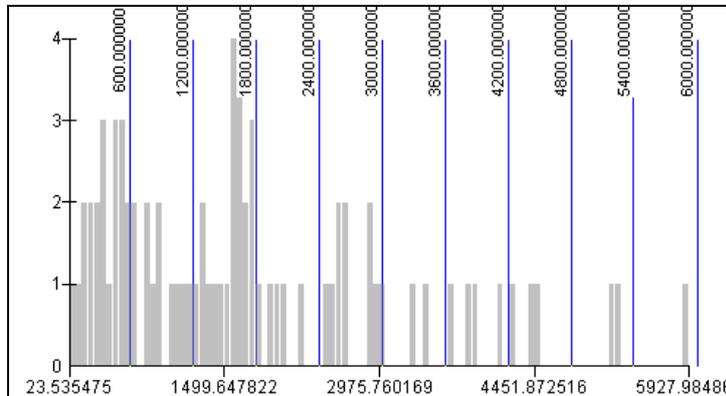
3.8.2. 2.7.2- Los Vélez

El caso de la comarca de Los Vélez es muy diferente al anterior: las altas pendientes en combinación con una menor densidad de red fluvial tienen como consecuencia que el máximo tiempo en llegar a la red fluvial se estime en más de 24 horas: el máximo valor alcanzado es de 98539 segundos, aunque hay que precisar que más del 99.9 % de todas las celdillas poseen un valor inferior a 12000 (3.3 horas), y que tan solo un puñado de las celdillas localizadas en las más altas cumbres superan este valor. Por otra parte, hay que hacer constar que en el diseño del algoritmo que calcula el tiempo que se tarda en atravesar cada celdilla, los caminos y senderos no han sido tenidos en cuenta.

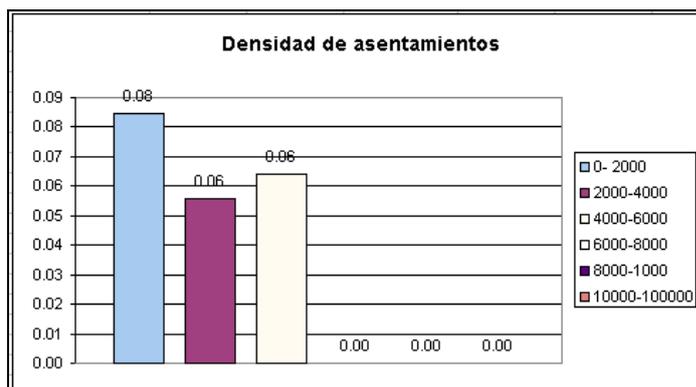


En el siguiente histograma se aprecia que el asentamiento desde el que más tiempo se tarda en alcanzar la red fluvial no se localiza a más de una hora y media de ésta, lo que parece un tiempo razonable en zonas donde la precipitación puede llegar a ser escasa.

Por otra parte, en el histograma pueden observarse dos picos que indicarían que una parte importante de los asentamientos se localiza a menos de 10 minutos del río más cercano, mientras que un segundo pico corresponde a los que están a menos de 30 minutos de la red fluvial.

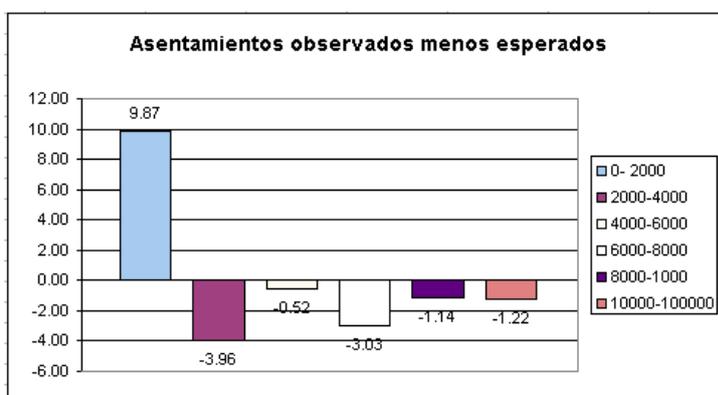


Al igual que en el caso de la distancia euclídea a la red fluvial, la subdivisión del espacio en categorías pertenecientes a igual rango temporal es difícil: las tres últimas clases corresponden a todas aquellas celdillas localizadas en las más altas cumbres, donde la ubicación de un asentamiento es poco menos que imposible. De ahí que su densidad sea nula. Respecto a las categorías que coinciden con asentamientos, destaca el hecho de que se alcancen altos valores en una zona relativamente alejada, la correspondiente a las zonas que distan entre 4000 y 6000 segundos, y ello es debido a su escasa superficie.



En el caso de los valores observados menos los esperados, es significativo el alto número alcanzado por la primera categoría que, a pesar de poseer más del 50 % de la superficie, encuentra en ella localizados casi 10 asentamientos más de los que su extensión proporcional le adjudicaría. En las restantes categorías, el número de

asentamientos esperados supera al de los observados, y esto se debe a su muy escasa presencia (menos de un tercio del total).



Los resultados de la aplicación del test de Chi cuadrado son un tanto decepcionantes, pues ni siquiera al nivel más bajo de confianza se logra superar el valor crítico del test, si bien es cierto que por un escaso margen. Por esta razón no puede rechazarse la hipótesis nula, es decir, que la distribución espacial de los asentamientos entre las categorías creadas es aleatoria.

Distancia río	Metros ²	Porcentaje	Obs.	Esp.	Ob - Es	(O - E) ² / E	Densidad
0- 2000	639048900	56.576	54	44.12	9.87	2.207	0.08
2000-4000	303545600	26.873	17	20.96	-3.96	0.748	0.06
4000-6000	108897100	9.640	7	7.51	-0.52	0.035	0.06
6000-8000	43886900	3.885	0	3.03	-3.03	3.030	0.00
8000-10000	16452900	1.456	0	1.13	-1.14	1.136	0.00
10000-100000	17692800	1.566	0	1.22	-1.22	1.222	0.00
Totales	1129524200		78			8.38	

Niveles altimétricos	
<i>Categorías</i>	6
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	78
<i>Grados de libertad</i>	5
<i>Nivel de confianza</i>	0.1
<i>Valor crítico de X²</i>	9.24
<i>Valor obtenido</i>	8.38

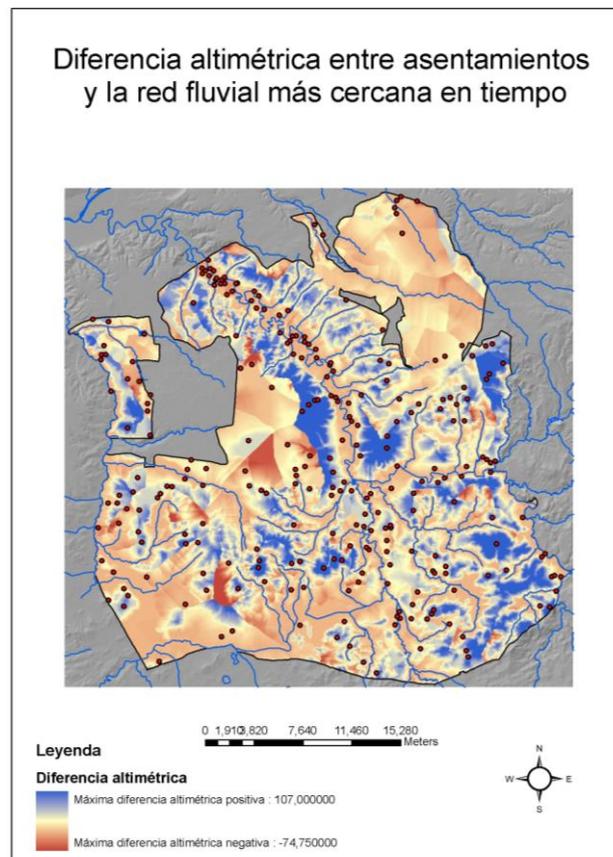
En cualquier caso, si se comparan estos resultados con los obtenidos con la distancia euclídea a la red fluvial (2,64), el valor aquí alcanzado casi cuadruplica el anterior, y esto es así a pesar de las dificultades que, en esta zona, posee este tipo de variable para dilucidar la probabilidad de asentamientos.

3.9. DIFERENCIA ALTIMÉTRICA CON LA RED FLUVIAL ALCANZADA EN UN TIEMPO MÍNIMO

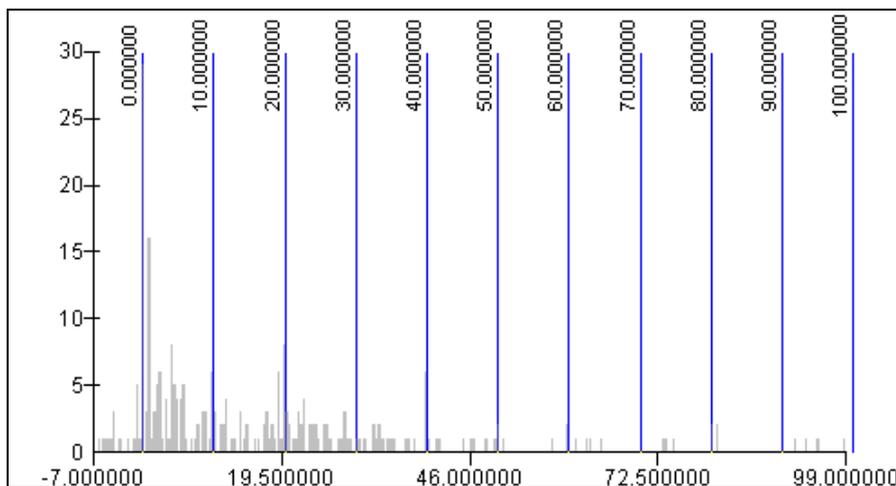
Si se combina el interés por conocer el mínimo tiempo que se tarda en alcanzar la red fluvial, con la diferencia altimétrica que guarda ese punto con cada asentamiento, es generada una superficie que podría denominarse “de diferencias altimétricas entre cada celdilla y la red fluvial más próxima en términos de tiempo”.

3.9.1. Écija

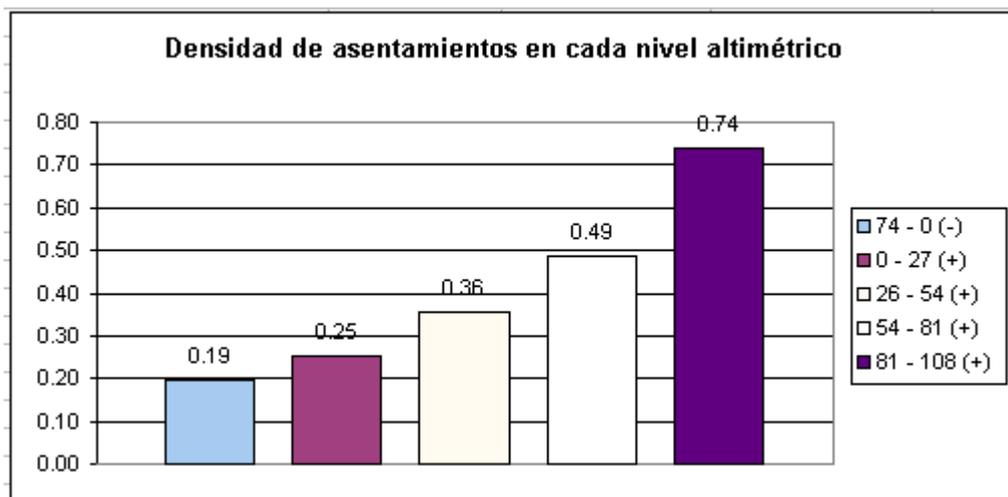
En el municipio de Écija las diferencias altimétricas entre cada punto y el perteneciente a la red fluvial alcanzable en un menor tiempo oscilan entre 107 y -74 metros, valores inferiores a los que alcanzaba esta misma diferencia considerando la distancia euclídea (108 y -87). La diferencia media se sitúa alrededor de los 12.5 metros y, al igual que en el caso anteriormente comentado, la gran mayoría de las celdillas se localizan por encima de la red fluvial alcanzable en un tiempo menor.



La caracterización de cada asentamiento por medio de diferencia altimétrica permite generar un histograma donde puede observarse que un pequeño porcentaje se encuentra bajo el nivel de aquel punto fluvial más cercano en tiempo. La gran mayoría de los asentamientos, sin embargo, se sitúa por encima del punto coincidente con la red fluvial y, aunque un alto porcentaje se encuentra a menos de 5 metros por encima, se localizan bastantes asentamientos que guardan diferencias altimétricas de hasta 40 metros.



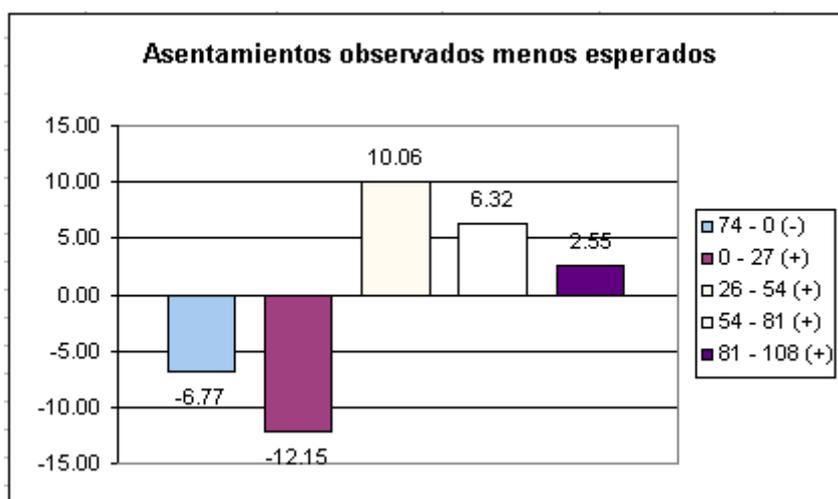
La reclasificación de la capa de distancias verticales en 5 clases, una de ellas asignada a zonas que se encuentran bajo el nivel del río “más próximo”, permite comprobar que la densidad aumenta a medida que también lo hace esa distancia vertical, aunque esto se debe tan solo a la escasa superficie que las categorías poseen.



De la tabla de contingencia se deduce el número de asentamientos observados en relación con los esperados. Lo más destacado es que el número de asentamientos

observados es superior al de observados a partir de los 27 metros, y no en la segunda clase, aquella que caracteriza a los que se encuentran a escasa diferencia altimétrica sobre el nivel de la red fluvial. Por otra parte, se esperan más asentamientos de los que se observan en las escasas zonas en las que, “para ir al río”, hay que subir.

Distancia río	Metros ²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	(O - E) ² /E	Densidad
74 - 0 (-)	92660800.00	9.49	18.00	24.77	-6.77	1.85	0.19
0 - 27 (+)	737401600.00	75.54	185.00	197.15	-12.15	0.75	0.25
26 - 54 (+)	111976000.00	11.47	40.00	29.94	10.6	3.38	0.36
54 - 81 (+)	28742400.00	2.94	14.00	7.68	6.32	5.19	0.49
81 - 108 (+)	5420800.00	0.56	4.00	1.45	2.55	4.49	0.74
Totales	976201600	100.00	261.000	261.00	0	15.66	

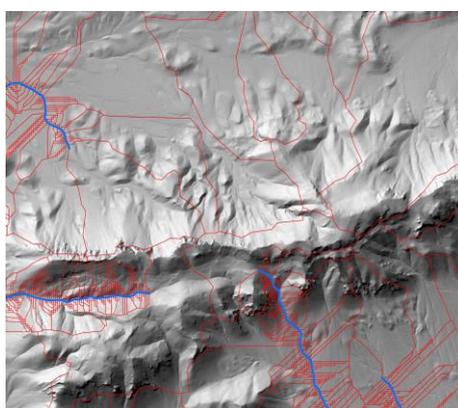


El test de Chi cuadrado permite afirmar, con un nivel de confianza del 99.5 %, que los resultados obtenidos no se deben a la aleatoriedad del muestreo. Por otra parte, el valor obtenido por el test es ligeramente superior al del apartado referido a la distancia euclídea (15.66 y 15.40), lo que viene a corroborar que, a la hora de analizar las relaciones entre asentamientos y red fluvial, interesa más el tiempo que se tarda en llegar y la diferencia vertical que guarda respecto a la red fluvial, que la mera distancia euclídea (y la consiguiente diferencia altimétrica) desde los asentamientos.

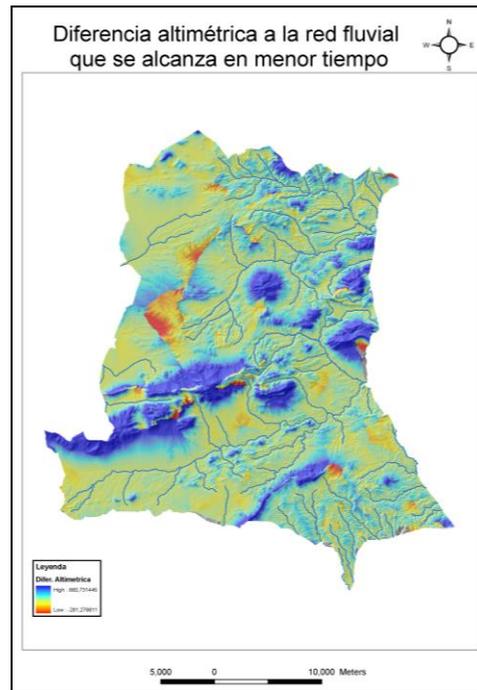
INTERVALOS DE DIFERENCIA ALTIMÉTRICA EN TORNO A LA RED FLUVIAL MÁS CERCANA EN TIEMPO	
<i>Categorías</i>	5
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	261
<i>Grados de libertad</i>	4
<i>Nivel de confianza</i>	0.005
<i>Valor crítico de χ^2</i>	14.86
<i>Valores obtenidos</i>	15.66

3.9.2. Los Vélez

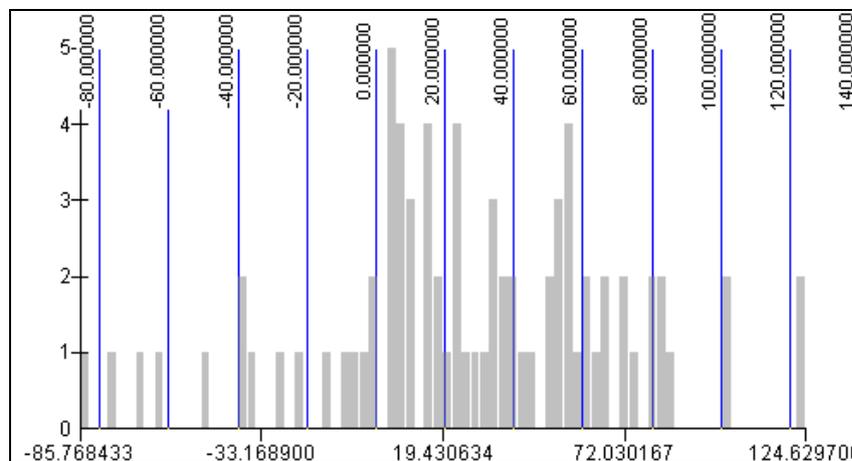
En la comarca de Los Vélez, debido al gran rango altimétrico, las diferencias respecto a la red fluvial son muy acusadas, llegándose a alcanzar valores de hasta -281 y 880 metros. Si estos valores se comparan con los obtenidos en el apartado 2.6.2 (-448 y 712 metros), se aprecia que esta metodología es mucho más correcta ya que tiene en cuenta el relieve de la zona y, como puede apreciarse en el gráfico inferior, impide que la mayoría de las zonas situadas a un lado de la Sierra María se asocien a redes fluviales localizadas en la vertiente opuesta. Como consecuencia, se rebaja la diferencia altimétrica negativa y aumenta la positiva.



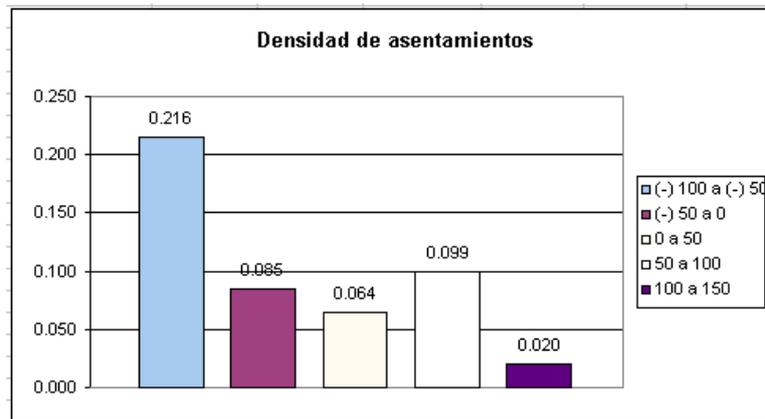
Por lo que respecta a la caracterización de la zona de estudio, la diferencia media se sitúa en torno a los 30 metros, aunque la gran mayoría de las celdillas posee un valor de diferencia altimétrica positivo.



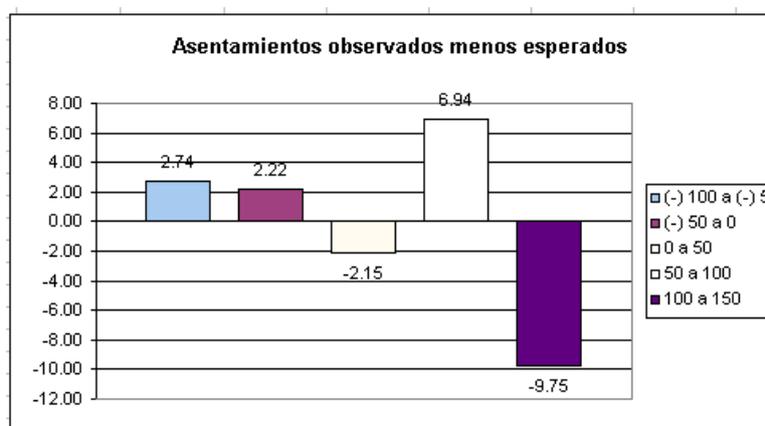
El histograma muestra que un alto porcentaje de los asentamientos se localiza entre los 0 y los 60 metros sobre el nivel del río más cercano, aunque algunos llegan a situarse hasta 140 metros por encima. En el otro extremo, tan solo una quincena de asentamientos se localiza bajo el nivel de la red fluvial más próxima.



La densidad de asentamientos es muy superior en las áreas que se encuentran por debajo de la red fluvial más próxima, aunque esto solo se debe a su escasa entidad espacial ya que, como comentamos con anterioridad, el porcentaje de estos asentamientos no supera el 15 %.



Respecto a las diferencias entre asentamientos observados y esperados, destaca el alto valor positivo de los que se encuentran entre los 50 y 100 metros, especialmente porque las restantes categorías localizadas por encima de la red fluvial generan valores negativos, justo al contrario que aquellas ubicadas bajo el nivel de la red fluvial más próxima.



El test de Chi cuadrado vuelve a mostrar que el tipo de relación que se da entre asentamientos y diferencias altimétricas con la red fluvial más próxima no es aleatoria. Si bien en este caso el valor no supera al obtenido empleando la distancia euclídea (16.99), los errores que este procedimiento evita son suficientes para emplearlo en su lugar. Por último, el hecho de que el valor del test sea alcanzado con un número mayor de clases (mayor grado de libertad) hace que el valor crítico del test de Chi cuadrado aumente de modo que la hipótesis nula tan solo es posible rechazarla con un nivel de confianza del 99.5 %.

Dif. Altim. Río	Metros ²	Porcentaje	Obs.	Esp.	Ob - Es	(O - E) ² / E	Densidad
-100 a -50	18553600	1.620	4	1.26326375	2.74	5.92886904	0.216
-50 a 0	128992000	11.260	11	8.78271156	2.22	0.55977792	0.085
0 a 50	575028800	50.195	37	39.1521342	-2.15	0.11829959	0.064
50 a 100	221129600	19.303	22	15.0561081	6.94	3.2025298	0.099
100 a 150	201884800	17.623	4	13.7457824	-9.75	6.90977583	0.020
Totales	1145588800		78	78	0.00	16.7192522	

Niveles altimétricos	
<i>Categorías</i>	5
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	78
<i>Grados de libertad</i>	4
<i>Nivel de confianza</i>	0.005
<i>Valor crítico de X²</i>	14.86
<i>Valor obtenido</i>	16.71

3.10. ALTIMETRÍA RELATIVA

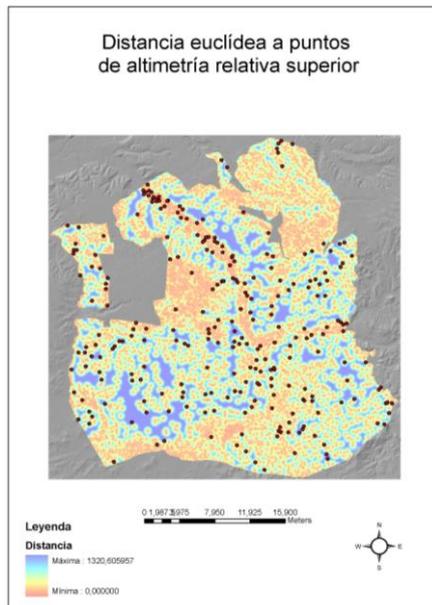
La relación entre asentamientos y altimetría, estudiada en el punto 2.1, no tiene en cuenta que determinadas zonas, independientemente de su altura absoluta, pueden poseer valores altimétricos superiores a los que la rodean: es el caso de la parte superior de las colinas, de los cerros...

La idea de que desde zonas con altimetría relativa superior a las vecinas es posible una mejor defensa, se está a resguardo de las inundaciones, o se posee una mayor visibilidad, hace pensar que se trata de zonas idóneas para la ubicación de asentamientos.

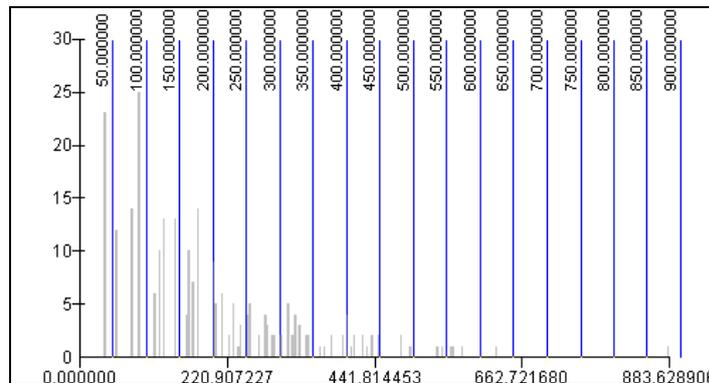
Por esta razón ha sido generada una superficie que, en cada celdilla, guarda el valor de la distancia a los puntos que poseen mayor altura que los vecinos (aquí denominados “cotas”).

3.10.1. Écija

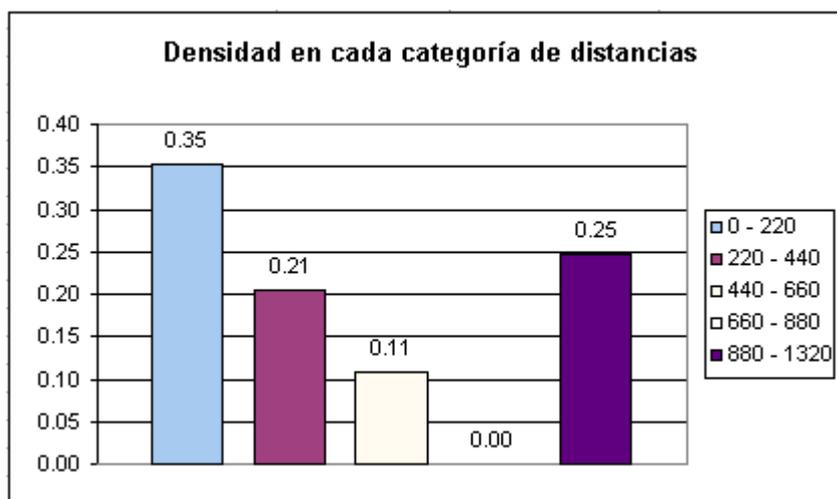
En el municipio de Ecija se localizan 6434 celdillas con altimetría superior a la de sus vecinas, número que respecto al total de celdillas (610112) supone un porcentaje ligeramente superior al 1 %. La distancia media a esas celdillas es de 238 metros y, la máxima, 1320 metros.



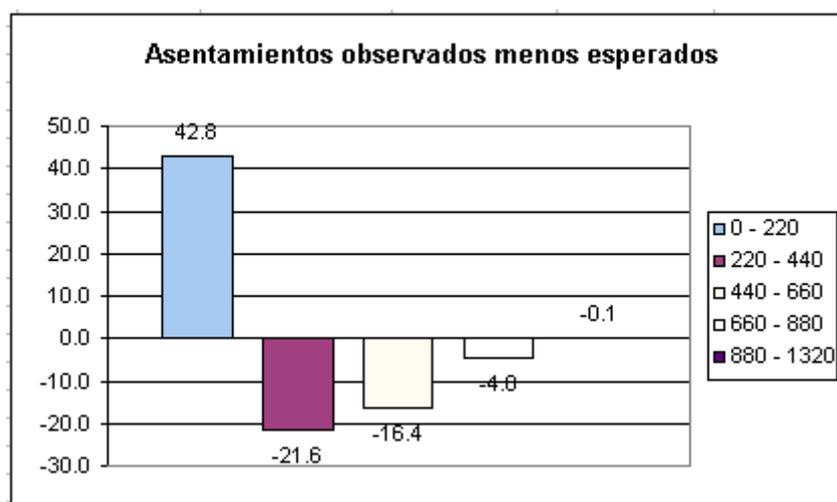
En el gráfico inferior se muestra la distancia a la que se encuentra cada asentamiento de la cota más cercana. Puede comprobarse que la gran mayoría se sitúan a menos de 500 metros de alguna de ellas, y que un porcentaje significativo (más de 80) está a menos de 100 metros.



La densidad de asentamientos en cada clase de distancias hace suponer que las clases cuya distancia es superior a los 220 metros poseen una muy reducida extensión, ya que algunas alcanzan hasta un asentamiento cada 2 km². En cualquier caso, los mayores valores de densidad se obtienen en la categoría que recoge el espacio más cercano a cada cota.



El número de asentamientos observados en la primera categoría es superior en más de 40 a los que se esperaban en función de su extensión, lo que presupone que su superficie es bastante grande (casi el 52 % del territorio). En las restantes categorías, y especialmente la segunda y tercera (que juntas ocupan más del 45 % del total), el número de asentamientos encontrados está muy por debajo de los que se esperaban.



Por último, el test de Chi cuadrado nos muestra uno de los valores más significativos de todo el estudio, ya que permite afirmar, con un nivel de confianza del 0.001, que los valores de distancia a las cotas no se deben a la aleatoriedad del muestreo: el valor obtenido dobla al valor crítico!

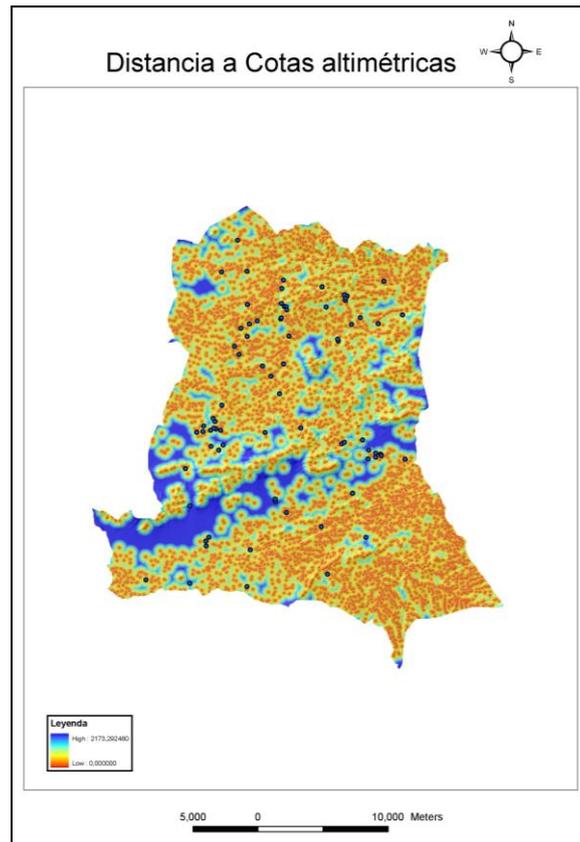
Distancias	Metros ²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	$(O - E)^2 / E$	Densidad
0 - 220	505649600	51.80	178.000	135.195	42.8	13.55	0.35
220 - 440	346172800	35.46	71.000	92.556	-21.6	5.02	0.21
440 - 660	102464000	10.50	11.000	27.396	-16.4	9.81	0.11
660 - 880	17830400	1.83	0.000	4.767	-4	4.77	0
880 - 1320	4062400	0.42	1.000	1.086	0.1	0.01	0.25
Totales	976179200	100.0	261.000	261.000		33.16	

<i>DISTANCIA A TOPOGRAFÍA RELATIVA SUPERIOR</i>	
<i>Categorías</i>	5
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	261
<i>Grados de libertad</i>	4
<i>Nivel de confianza</i>	0.001
<i>Valor crítico de χ^2</i>	18.46
<i>Valores obtenidos</i>	33.16

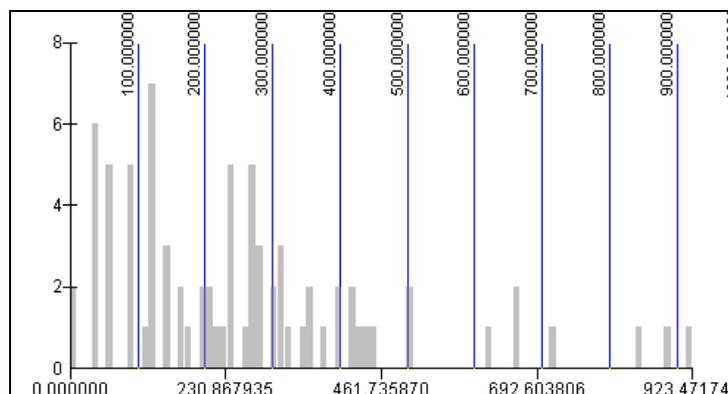
3.10.2. Los Vélez

En la comarca de Los Vélez se han contabilizado 4452 cotas, que supone el 0.34 % del total. Estos datos indican que en esta zona de estudio el número de celdillas con altura superior a sus vecinas es tres veces menor de las que se encuentran en el municipio de Ecija, lo que puede tener una gran importancia en las comparaciones entre ambas respecto a esta variable.

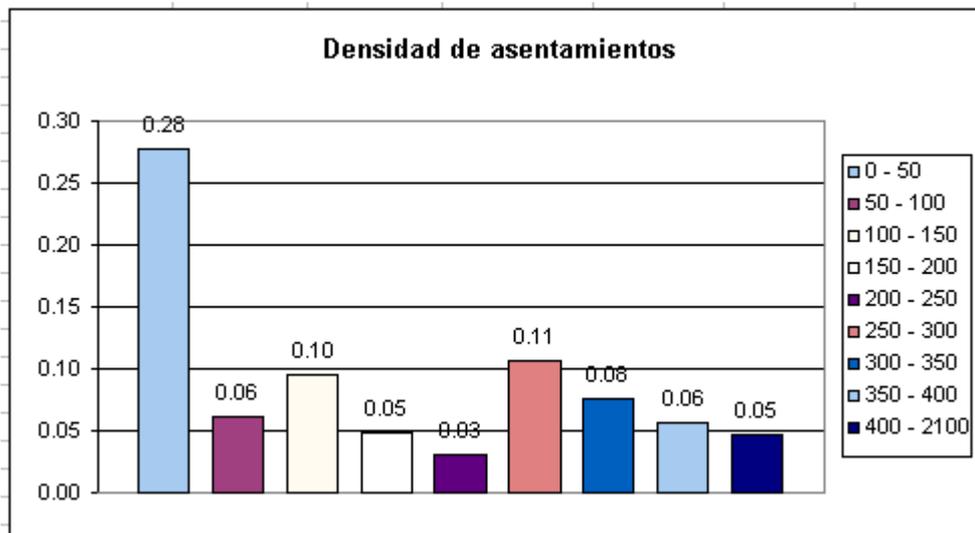
Por otra parte, la mayor distancia a la que se encuentra una celdilla de una cota es de 2175 metros, mientras que la distancia mínima es de 334 metros.



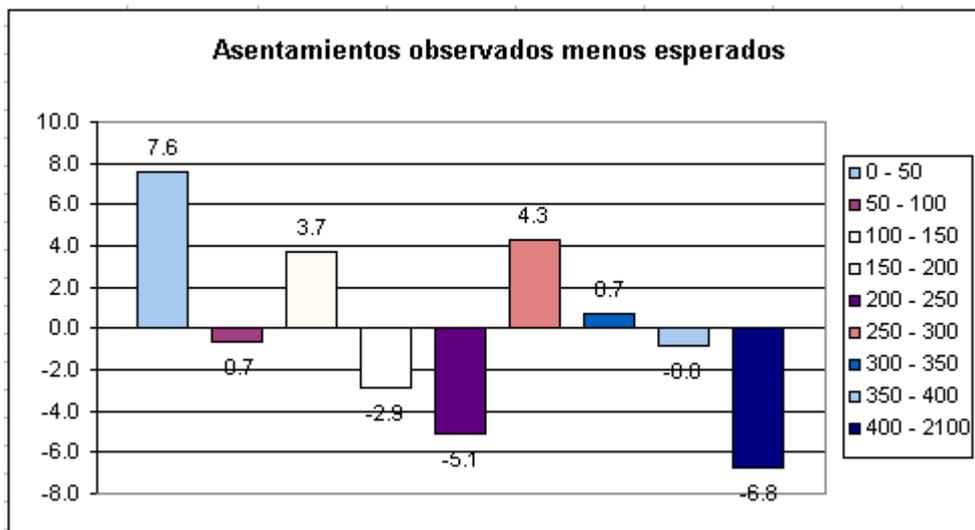
Más del 90 % de los asentamientos se ubican a menos de 500 metros de una cota, y más del 50 % a una distancia inferior a los 350 metros. Existen algunos, sin embargo, que se localizan a más de 1 kilómetro de la más cercana. En cualquier caso, como en la mayoría de los histogramas analizados donde la distancia juega un importante papel, a medida que nos alejamos del elemento se observa la tendencia a disminución en la frecuencia de aparición, aunque con notables excepciones: aquí se encontrarían a los 110 y 260 metros.



La densidad de asentamientos refleja que el número de éstos a menos de 50 metros de una cota es muy alto, en relación con la extensión de esta clase. A continuación las densidades poseen valores parecidos. La explicación de este comportamiento reside en que a medida que nos alejamos de la cota, la superficie aumenta, pero hay un punto, alrededor de los 300 metros, en que esta superficie comienza a disminuir, ya que se encuentra bajo el radio de influencia de otra cota distinta. Si esto se combina con una disminución creciente del número de asentamientos a medida que nos alejamos de una cota, es posible explicar el comportamiento del gráfico inferior.



En relación con la superficie ocupada por cada clase, el número de asentamientos observados supera al de los esperados en clases relativamente alternas. Hay que destacar la primera y quinta clase, coincidentes con lo explicado anteriormente.



El test de Chi cuadrado, aplicado a los datos obtenidos en el análisis de las relaciones espaciales entre asentamientos y distancias a cotas, puede dar resultados muy diferentes en función de cómo se estructuren las clases. Si consideramos que en una variable continua tan solo se pueden agrupar las categorías situadas en los extremos, y se sabe que en uno de ellos interesa no agrupar debido a su alta densidad de observaciones, es posible obtener un valor relativamente alto en el test estadístico⁴. En este caso podría afirmarse, con un riesgo de error de 0.001, que las relaciones entre estas clases y la disposición espacial de los asentamientos no es aleatoria.

Distancias	Metros²	Porcentaje	Oba.	Esp.	Ob - Es	(O - E)² / E	Densidad
0 - 50	35947300	3.13790199	10	2.44756355	7.6	23.304521	0.28
50 - 100	98262000	8.577459931	6	6.69041875	-0.7	0.07124786	0.06
100 - 150	136550500	11.91972932	13	9.29738887	3.7	1.47453542	0.10
150 - 200	145288600	12.68249318	7	9.89234468	-2.9	0.84566986	0.05
200 - 250	134033200	11.69998985	4	9.12599208	-5.1	2.87922613	0.03
250 - 300	113017200	9.865466859	12	7.69506415	4.3	2.40835844	0.11
300 - 350	91854300	8.018120716	7	6.25413416	0.7	0.0889517	0.08
350 - 400	71023100	6.199729239	4	4.83578881	-0.8	0.14445274	0.06
400 - 2100	319607700	27.89910892	15	21.761305	-6.8	2.10075842	0.05
Totales	1145583900	100		78	0	33.3177216	

Niveles altimétricos	
<i>Categorías</i>	9
<i>Numero de elementos de la muestra</i>	78
<i>Grados de libertad</i>	8
<i>Nivel de confianza</i>	0.001
<i>Valor crítico de χ^2</i>	26.12
<i>Valor obtenido</i>	33.31

Tal y como se preveía, y aunque no con la evidencia que mostraba en el área de Ecija, la variable “distancia a cotas de altimetría relativa superior a la de su entorno” constituye una de las más adecuadas en el estudio de las relaciones entre asentamientos y variables medioambientales.

⁴ Diferentes pruebas con un menor número de clases, o con un mayor ancho de intervalo, proporcionan valores mucho más bajos en el test.

4. BIBLIOGRAFÍA

- BONSOR, G., *Expedición arqueológica a lo largo del Guadalquivir* (Écija 1989) = *Archaeological expedition along the Guadalquivir* (New York 1931).
- BURROUGH, P. A. – Mc DONNELL, R.A. *Principles of Geographical Information Systems* (New York – Oxford 2002).
- CABALLOS RUFINO, A. “Un nuevo municipio flavio en el conventus astigitanus”, *Chiron* 23 (1993) 157 ss.
- CHIC GARCÍA, G., *Datos para un estudio socioeconómico de la Bética. Marcas de alfar sobre ánforas olearias* (Écija 2001).
- CHIC GARCIA, G., *Epigrafía anfórica de la Bética I* (Sevilla 1985).
- CHIC GARCIA, G., *Epigrafía anfórica de la Bética II* (Sevilla 1988).
- CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, *Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía. Bases y estrategias* (Sevilla 1998).
- CONSEJERÍA DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTES, *Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía. 2005*, documento PDF disponible en http://www.juntadeandalucia.es/obraspublicasytransportes/www/jsp/estatica.jsp?pma=1&ct=11&e=ordenacion_territorio/plan_ordenacion/index.html
- DURAN RECIO, V. - PADILLA MONGE, A., *Evolución del poblamiento antiguo en el término municipal de Ecija* (Écija 1990).
- GAFFNEY, V. – VAN LEUSEN, P.M., “Postscript – GIS, Environmental Determinism and Archaeology”, *Archaeology and Geographical Information Systems : a European Perspective* (London 1995) 367-382.
- GARCÍA VARGAS, E., “Centros productores de ánforas olearias en el Valle del Genil: nuevas aportaciones arqueológicas”, *Boletín de la Real Academia de Ciencias, Bellas Artes y Buenas Letras "Vélez de Guevara"* 2 (1998) 105-133.
- GARCÍA-DILS DE LA VEGA, S. - MÁRQUEZ PÉREZ, J. - ORDÓÑEZ AGULLA, S., “Sistemas de Información geográfica aplicados al territorio de Écija: algunos ejemplos”, *Actas do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular, vol. VI, Arqueologia da Antiguidade na Península Ibérica* (Porto 2000) 85-101.
- GORGES, J.-G., *Les villas hispano-romaines* (Paris 1979).
- HERNANDEZ DIAZ, J.; SANCHO CORBACHO, A.; COLLANTES DE TERAN, F., *Catálogo arqueológico y artístico de la provincia de Sevilla. vol. III* (Sevilla 1951).
- KVAMME, K., “Ranters Corner: bringing the camps together: GIS AND ED”, *Archaeological Computing Newsletter* 47 (1997) 1-5.
- MARTÍNEZ LÓPEZ, C., “Memoria sobre las prospecciones arqueológicas de superficie de los yacimientos ibéricos y romanos de la comarca de los Vélez. Fase III: Los altiplanos de Topares”, *AAA'87. II.*, 167-169.
- MARTÍNEZ LÓPEZ, C.; MUÑOZ, F. A., “Prospecciones arqueológicas de superficie de los yacimientos ibéricos y romanos de la Vega de Vélez Blanco (Almería), 1985”, *AAA'85. II.*, 55-62.
- MARTÍNEZ LÓPEZ, C.; MUÑOZ, F. A., *Poblamiento Ibérico y Romano en el sureste peninsular: La Comarca de los Vélez (Almería)* (Granada 1999).
- MARTÍNEZ, C.; MUÑOZ, F., “Canales (Vélez Blanco-Almería), un enclave romano del Sureste entre la República y la Tardía Antigüedad”, *Florentia Iliberritana* 8 (1997) 301-330.

- MARTÍNEZ, C.; MUÑOZ, F., “Factores de cohesión y ordenación territorial en el sur de la Tarraconense: la comarca de los Vélez”, *Estudios sobre las ciudades de la Bética* (Granada 2002) 289-301.
- MARTÍNEZ, C.; MUÑOZ, F., “Habitat rural romano en el valle del río Caramel-Alcaide”, *Florentia Iliberritana* 2 (1993) 323-337.
- MARTÍNEZ, C.; MUÑOZ, F., “La organización de un territorio romano en el sureste peninsular: Romanientes y la Dehesa de la Alfahuara (María, Almería)”, *Florentia Iliberritana* 9 (1998) 445-476.
- MARTÍNEZ, C.; MUÑOZ, F., “Memoria sobre las prospecciones arqueológicas de superficie de los yacimientos ibéricos y romanos de la comarca de Los Vélez (Almería). Fase II: Hoya del Marqués y río Caramel-Alcaide”, *AAA'86. II*, 79-83.
- MARTÍNEZ, J.; RAMOS, J. R.; MELLADO, C.; GARCÍA, J. L., “El Villar de Chirivel (Almería): una villa romana”, *Arqueología en la comarca de los Vélez* (Almería 1994) 113-138.
- MARTÍNEZ, J.; RAMOS, J. R.; MELLADO, C.; GARCÍA, J. L., “El yacimiento de El Villar (Chirivel, Almería)”, *AAA'86.III*, 25-30.
- NÚÑEZ PARIENTE DE LEÓN, E. - MUÑOZ TINOCO, J., “Excavación en la necrópolis del Cerro de las Balas. Écija. Sevilla”, *AAA'88.III*, 429-433.
- OLIVA MÉNDEZ, E., et alii, *Inventario ambiental del término municipal de Écija* (Écija 2002). Documento inédito.
- PONSICH, M., *Implantation rurale antique sur le Bas-Guadalquivir*. Vols. II, IV (Paris 1979, 1991).
- SÁEZ FERNÁNDEZ, P.; ORDÓÑEZ AGULLA, S.; GARCÍA VARGAS, E.; GARCÍA-DILS DE LA VEGA, S., “Aplicaciones de los S.I.G. al territorio y casco urbano de Écija (Sevilla): proyecto AstiGIS”, *Actas do 3º Congresso de Arqueologia Peninsular, vol. X, Sistemas de Informação Arqueológica. SIG's aplicados à Arqueologia da Península Ibérica* (Porto 2000) 15-31.
- SÁEZ FERNÁNDEZ, P.; ORDÓÑEZ AGULLA, S.; GARCÍA VARGAS, E.; GARCÍA-DILS DE LA VEGA, S., “Aplicaciones de los S.I.G. al territorio y casco urbano de Écija (Sevilla): proyecto AstiGIS”, *Astigi Vetust* 1 (2001) 105-118.
- SÁEZ FERNÁNDEZ, P.; ORDÓÑEZ AGULLA, S.; GARCÍA VARGAS, E.; GARCÍA-DILS DE LA VEGA, S., *Carta Arqueológica Municipal de Écija (Sevilla). Ciudad y territorio* (Sevilla 1999). Documento inédito
- SÁEZ FERNÁNDEZ, P.; TINOCO MUÑOZ, J.; GARCÍA VARGAS, E.; GARCÍA-DILS DE LA VEGA, S., “Excavación arqueológica de urgencia en el alfar romano de Las delicias (Écija, Sevilla) 1997”, *AAA'97*, 562-575.
- SÁEZ, P.; DURÁN, V., “Silos de Zayuelas”, *Actas del I Congreso sobre Historia de Écija* (Écija 1988) 145-161.
- SÁEZ, P.; ORDÓÑEZ, S.; GARCÍA-DILS, S., “Le territoire d'Astigi. La centuriation”, M. Clavel-Lévêque; A.Orejas (dir.), *Atlas historique des cadastres d'Europe II. Dossier 2* (Luxembourg 2002).
- SÁEZ, P. - MUÑOZ, J. - SÁNCHEZ, J. - MÁRQUEZ, J. - ORDÓÑEZ, S., “Prospección arqueológica superficial del término de Écija”, *AAA'94.III*, 167-185.
- SILLIERES, P., *Les voies de communication de l'Hispanie meridional* (Paris 1990).

- STYLOW, A.U., “Entre *edictum* y *lex*. A propósito de una nueva ley municipal flavia del término de Ecija”, J. González (ed.), *Ciudades privilegiadas en el Occidente romano* (Sevilla 1999) 229-237.
- STYLOW, A.U., *Corpus Inscriptionum Latinarum*, vol. II/5. *Conventus Astigitanus* (Berolini 1998).
- WARREN, R.E., “Predictive Modelling in Archaeology: a Primer”, *Interpreting Space: GIS and Archaeology* (London 1990) 90-111.
- WHEATLEY, D. – GILLINGS, M., *Spatial Technology and Archaeology. The Archaeological Applications of GIS* (London – New York 2002).
- WOODHOUSE, H; EARL, G., *Urban Connectivity: Iron Age and Roman Towns in the Lower and Middle Guadalquivir Valley. Archaeological Survey Report* (Southampton 2003). Informe inédito.