

# Comunicación visual mediante técnicas GIS en el litoral del Campo de Dalías: la defensa costera de los pueblos del interior.

Enrique Villanueva Ojeda y Andrés Miguel García Lorca

Grupo de investigación RNM-368 Gestión Integrada del Territorio y Tecnologías de la Información Espacial.  
Universidad de Almería. Almería. España

## Resumen

La vigilancia de la costa para la protección de las poblaciones establecidas en el interior ha sido uno de los principales problemas en la provincia de Almería durante una parte importante de nuestra Edad Moderna. Debido a esto, se planificó y desarrolló toda una infraestructura defensiva y de observación de la llegada de corsarios y piratas a las costas almerienses. Con el presente trabajo se pretende, en primer lugar, dar importancia a estas estructuras desde un punto de vista paisajístico, turístico y cultural, mediante técnicas GIS de creación de cuencas visuales. Por otro lado, del solapamiento entre cuencas visuales, o su ausencia, se pueden extraer conclusiones desde el punto de vista arqueológico, como parte de un proyecto cuyo objetivo es la investigación de la conexión visual entre las defensas costeras y las poblaciones del interior.

**Palabras Clave:** SIG, VISIBILIDAD, TORRES, COSTA, ALMERÍA.

## Abstract

Monitoring of the coast for the protection of the in-land populations has been one of the main problems in the province of Almería during a significant part of Modern Age. Due to this was planned and developed an entire infrastructure defensive and observational in view of the arrival of pirates and corsairs to the coast of Almería. With the present work it is tried firstly to give importance to these structures from a landscape point of view, tourism and culture through GIS techniques to create view sheds. On the other, from overlapping each different view shed, their presence or absence, can give useful conclusions for the archaeology science, as a part of a research project on the visual connection between the coastal defenses and in-land populations.

**Key words:** GIS, VISIBILITY, TOWERS, COAST, ALMERÍA.

## 1. Introducción

Entre los siglos XVI y XVIII se planificó y desarrolló toda una infraestructura de baluartes defensivos y de observación de la costa almeriense (Fig. 1). Esta red de castillos y torres enclavadas en el litoral estaba desarrollada sobre cimientos de época musulmana, de tal forma que podían comunicarse unas con otras (SÁNCHEZ, 1988). Esta infraestructura de vigilancia fue sufriendo un deterioro progresivo debido al abandono por parte de la sociedad casi desde sus comienzos, llegando incluso a desaparecer algunas de ellas.

El presente estudio nace con el objetivo de integrar los castillos y fortalezas costeros en el desarrollo del litoral de Almería en el entorno del Campo de Dalías, una comarca que, como cita Ibn al-Jatib, "...era una senda de cuidados y martirios y sólo le frecuentaban varones de gran abnegación y desprecio por el mundo" (CARA, 1986). En dicha comarca se considera necesaria la puesta en valor de estas estructuras a través de su potencial generador de vistas paisajísticas a lo largo del territorio, mediante la generación de mapas de visibilidad total (LLOBERA, 2003; LLOBERA *et al*, 2011) y mapas de cuencas visuales unitarias, así como comprobar el funcionamiento de un modelo predictivo que determine la localización de yacimientos no descubiertos todavía (MC COY & LADEFOGED, 2009) a través del ensayo sobre estructuras ahora desaparecidas cuya existencia es conocida.

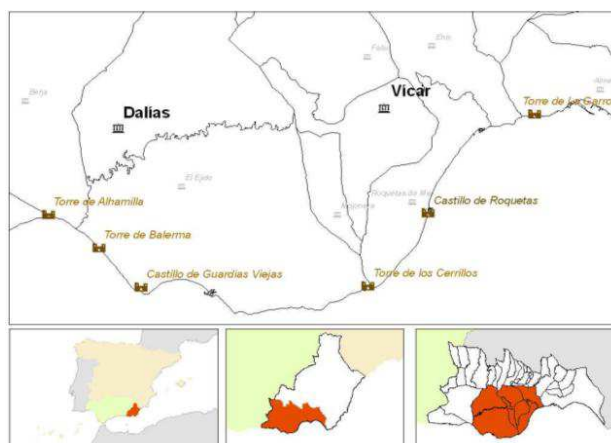


Fig. 1. Ámbito de estudio. Localización de castillos y fortalezas costeros.

## 2. Metodología

La metodología empleada en el siguiente estudio ha sido la siguiente (Fig. 2):

a) Elaboración de puntos generadores de vistas, mediante el software ArcGIS. Para cada uno de los puntos correspondientes a las torres, castillos y fuertes que todavía se conservan, se ha procedido a introducir parámetros de altura de la estructura (GIL ALBARRACÍN, 2004) y del observador, máximo ángulo de visión en la horizontal y la vertical, así como la profundidad de campo, determinada por la máxima distancia de enfoque de la vista humana (ARAMBURU, 1994) (Fig. 2).

b) Elaboración de puntos generadores de vistas para cada uno de los puntos correspondientes a los núcleos de población de Dalías y Vícar, así como yacimientos arqueológicos o enclaves con un elevado potencial generador de vistas. Los enclaves han sido elegidos atendiendo a la bibliografía existente, relativamente abundante para la comarca de Dalías y la Baja Alpujarra, como la ermita de Celín, el emplazamiento de la fortaleza o *hisn* de Dalías, o la cercana torre de Garabito cercana al núcleo de población de Dalías (CARA, 1986; CRESSIER, 1986; CRESSIER, 1984). Ha sido necesario realizar una sobreestimación de la altura de los puntos localizados en el interior con el fin de poder determinar la superficie en línea de visión (LOS en su acrónimo en inglés) (KIDNER *et al*, 2001).

c) Generación de las cuencas visuales, a través del comando *Viewshed* incluida en el módulo 3D Analysis Tools de ArcGIS (ESRI, 2001; ESRI, 2002), para las torres y castillos, así como para los núcleos de población y principales puntos de dominio del paisaje (LLOBERA, 2003; RUESTES, 2008). Para la generación de cuencas visuales se necesita un modelo digital de elevaciones (MDE), obtenido mediante krigeaje ordinario de la información proporcionada por las curvas de nivel, con un intercalado de 10 metros.

La elección de Elaborar un MDE a partir de una información con valores de Z en lugar de emplear en el estudio otros modelos ya elaborados y de libre acceso viene determinada por el grado de inconsistencia que acompaña a los segundos, lo cual conlleva la obtención de resultados muy diferentes a lo observado posteriormente en el campo (RIGGS, 2007).

Para el caso de las torres y castillos se han elaborado cuencas visuales simples, mapas vinarios que marcan las celdas que son visibles o no desde esos puntos, como se ha realizado con anterioridad en el valle del Jarama (MARTÍNEZ LILLO *et al*, 1997). En el caso de los núcleos de población, se representan cuencas visuales acumulativas, donde cada celda registra el número de puntos de visión desde donde resulta visible.

En el caso de Dalías se han empleado los puntos correspondientes a la Iglesia de la Encarnación, así como la torre de Garabito, situada en una elevación a la entrada del casco urbano. Para el núcleo de Vícar se utilizó el torreón-campanario de la Iglesia de San Benito, además de un punto elevado próximo al casco urbano y a dicho torreón. Este tipo de análisis ha sido realizado anteriormente para estudios de visibilidad en yacimientos megalíticos del Sureste Peninsular (WHEATLEY *et al*, 2010).

d) Definición del grado de intervisibilidad entre cada punto analizado y verificación en campo. El análisis de la visibilidad en un GIS permite determinar automáticamente si un

determinado par de puntos son intervisibles o no (CONOLLY, 2009).

Se ha tenido en cuenta que, a fin de obtener unos resultados teóricos de suficiente calidad, el algoritmo de obtención de las cuencas visuales empleado con el software ArcGIS contemplara la curvatura terrestre, ya que a partir de una cierta distancia máxima no es posible observar objetos de una altura determinada, ni siquiera en el mar según

$$H = C^2/2R$$

Siendo h la reducción efectiva de altura para un objeto situado a una distancia C entre el objeto y el observador.

Este valor de curvatura de la tierra está relacionado directamente con la refracción de los rayos de luz en la atmósfera, e influye sobre los elementos del paisaje creando una sensación de aumento en altura dependiente de las condiciones locales de la atmósfera, siendo por lo general menor a la disminución en altura debida al radio terrestre (R),

$$(h-h_1) = C^2/ [2R (1-2K)]$$

con K = 0.075.

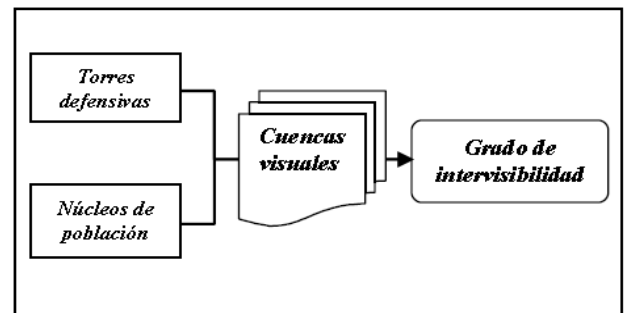


Fig. 2. Metodología usada en este estudio.

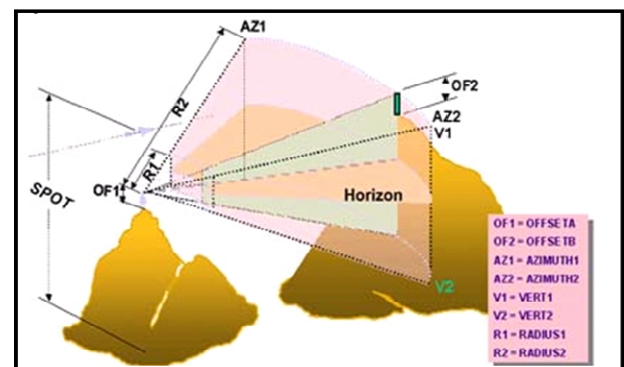


Fig. 3. Características introducidas para cada uno de los puntos.

## 3. Resultados y Discusión

Una vez realizados todos los pasos descritos anteriormente, se han obtenido unos mapas de cuencas visuales para las torres y castillos litorales, para los núcleos de población de Vícar, Enix y Dalías; así como para los yacimientos arqueológicos de El

Cerrón (término municipal de Dalías) y Turaniana (término municipal de Roquetas de Mar).

Dichos mapas nos muestran los siguientes patrones de comunicación entre torres (Fig. 4):

a) Comunicación en las fortalezas occidentales del campo de Dalías (Torre de Alhamilla-Torre de Balerma-Castillo de Guardias Viejas). Existe una comunicación visual directa entre las tres estructuras, llegando a vislumbrarse el núcleo cercano de Adra cuando las condiciones atmosféricas son óptimas.

Como segunda apreciación sobre este sector, se puede observar que el castillo de Guardias Viejas, el cual domina el abrigo natural de fondeo de la ensenada de San Miguel, está comunicado con el punto constituido por la ermita de Aljazar, así como con el punto en el cual se localiza el yacimiento de la fortaleza de Dalías.

Debido al desarrollo urbanístico producido en el litoral de la provincia de Almería, ha sido imposible comprobar la confianza de la cuenca visual generada en Balerma, ya que ésta torre se encuentra totalmente rodeada por edificaciones de altura muy superior a ella. Finalmente, la Torre de Alhamilla constituye un nexo de unión entre las estructuras defensivas del campo de Dalías con la vega de Adra y la provincia de Granada.

b) Comunicación en las fortalezas orientales del campo de Dalías (Torre de Cerrillos-Castillo de Roquetas o de Santa Ana-Torre de Los Bajos, Torre de Rambla Honda). En la actualidad, los únicos elementos que se conservan son el Castillo de Roquetas y la Torre de Cerrillos, los cuales dominan sobre toda la línea de costa. Estas fortalezas orientales estaban directamente comunicadas por los enclaves tierra adentro del yacimiento arqueológico de El Cerrón (Dalías) (Fig. 5), y por el núcleo urbano de Dalías, así como por el núcleo de Enix.

El complejo defensivo de este sector de la costa se completaba con la torre artillada de Los Bajos, la cual cruzaba su fuego con el del Castillo de Roquetas. Lamentablemente no quedan vestigios de la localización exacta de dicha torre, por lo que no se ha incluido en el estudio. No ocurre lo mismo con la Torre de Rambla Honda, también llamada Torre Quebrada, sobre la cual se ha citado abundante bibliografía (CARA, 1986).

c) La torre de Entinas, Antinas o Sentinas. Descrita como una estancia ya en 1501, y que aparece como torre en 1571, ha sido reducida a ruinas por la acción del mar. Sin embargo, el proceso de obtención de cuencas visuales ha sido revelador para estudiarla como nexo de comunicaciones entre ambos sectores. El estudio de las cuencas visuales revela que los citados puntos de Cerrillos y Guardias Viejas no presentan una comunicación directa entre ellas, de no ser por la existencia de un punto intermedio constituido por la torre de Entinas.

d) Cuencas visuales de los núcleos urbanos. Se ha comprobado que existía una buena comunicación entre el campo de Dalías y su núcleo homónimo, y los puestos de vigilancia de la costa (Fig. 6). La comunicación en la taha de Dalías se realizaba fundamentalmente tomando como ejes principales de comunicación el castillo de Guardias Viejas y la Torre de Entinas.

En la vecina taha de Almegíjar, constituida por los núcleos de Vúcar, Felix y Enix, también existía un contacto directo entre la costa con Vúcar y Enix (Figs. 7, 8).

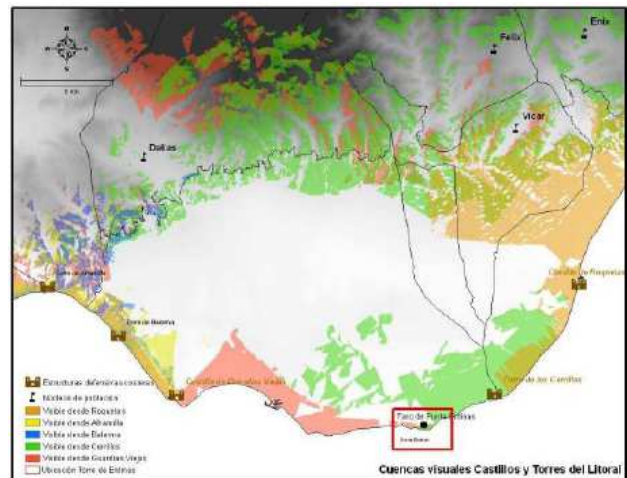


Fig. 4. Cuencas visuales de las estructuras defensivas costeras.

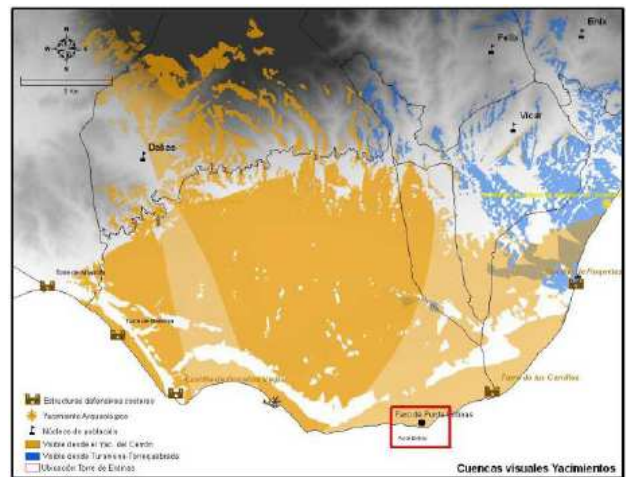


Fig. 5. Cuencas visuales generadas de los yacimientos arqueológicos de El Cerrón (poblamiento íbero) y Turaniana (romano).

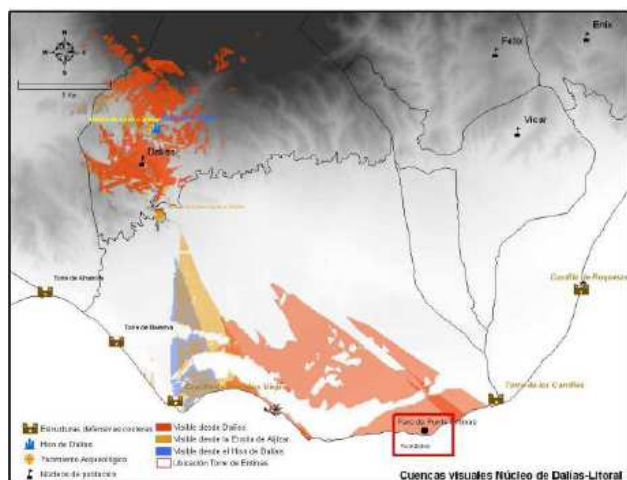


Fig. 6. Cuencas visuales Núcleo de Dalías-Litoral.

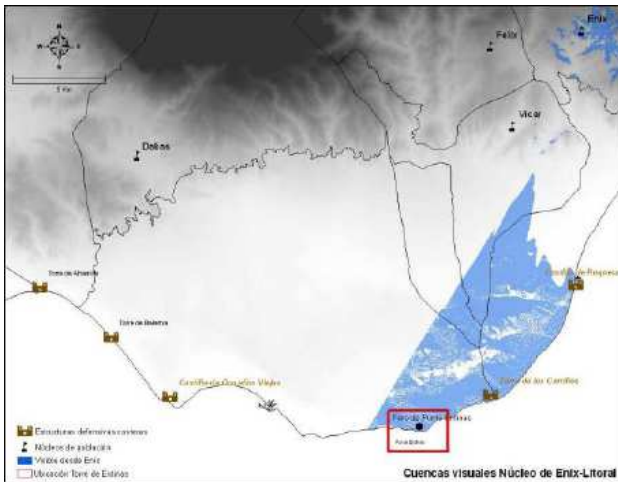


Fig. 7. Cuenca visual Núcleo de Enix-Litoral.

Es relevante el hecho de que el sector próximo a la Punta de Entinas y, por tanto, a la desaparecida torre que se levantaba aquí, sea el único elemento en común que tiene el estudio de las cuencas visuales de los núcleos de población analizados, así como los dos sectores oriental y occidental de estructuras defensivas.

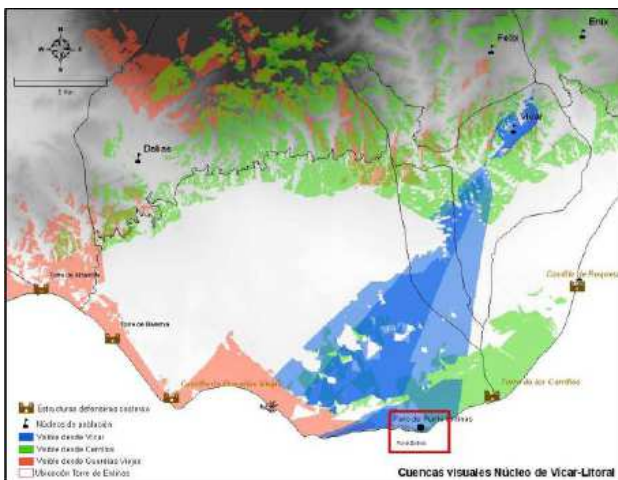


Fig. 8. Cuenca visual Núcleo de Vicar-Litoral.

### Agradecimientos

Queremos agradecer en primer lugar al comité científico la oportunidad que nos brindan con la presentación de este artículo. Además, brindar un reconocimiento a todos los compañeros que han apoyado este proyecto desde sus comienzos, de las Universidades de Granada, Málaga y Almería.

### 4. Conclusiones

El empleo de sistemas de información geográfica en el estudio de las cuencas visuales en arqueología constituye una herramienta muy importante a la hora de contextualizar unos elementos incorporados en el paisaje cotidiano como son los castillos y fortalezas costeros en la provincia de Almería.

Las principales conclusiones a exponer con el presente estudio radican en la fiabilidad de los resultados en función de los materiales que se poseen. Se constata que existen núcleos de población como Berja o Felix que no cuentan con una comunicación directa con el litoral, por lo que es interesante emplear los conceptos de intervisibilidad como base para un modelo predictivo de ubicación de yacimientos arqueológicos, al igual que se ha obtenido en el caso de Vicar y Dalías mediante la obtención de cuencas visuales acumulativas. Además, con la posibilidad de incluir un factor de corrección de la altura de los elementos observados, se permite una reconstrucción más eficaz de la comunicación visual entre la costa y el interior.

Existen otras zonas en el litoral de Almería donde es posible comprobar la existencia de torres actualmente desaparecidas mediante el estudio de la intervisibilidad, al igual que sucede en el presente estudio con la Torre de Entinas, situada en la Punta de Entinas, la cual constituye un nexo de comunicaciones entre la zona oriental y occidental del Campo de Dalías.

Por otro lado, debido a los procesos naturales de modificación de la línea de costa, y antrópicos de deforestación y transformación del paisaje, ha sido imposible reconstruir las cuencas visuales de elementos como la Torre de Los Bajos o la Torre de Entinas.

## Bibliografía

- ARAMBURU, M<sup>a</sup>.P., CIFUENTES, P., ESCRIBANO, R., GONZÁLEZ, S. (1994): *Guía para la elaboración de estudios del medio físico. Contenido y metodología*. Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente, Madrid.
- CARA BARRIONUEVO, L., CARA RODRÍGUEZ, J. (1986): "El poblamiento Andaluz en el Campo de Dalías Oriental (Almería): Discontinuidades y permanencias.", en *Boletín del I.E.A.*, 1986.
- CRESSIER, P. (1984): "El Castillo y la división territorial en la Alpujarra medieval: del hisn a la ta'a / Le Château et la division territoriale dans l'Alpujarra médiévale: du hisn à la ta'a.", en *Mélanges de la Casa de Velazquez*, nº XX, pp. 115-144.
- CRESSIER, P. (1986): "Dalías y su territorio: Un grupo de alquerías musulmanas de la Baja Alpujarra (Provincia de Almería) / Dalías et son territoire: Un groupe d'alquerías musulmanes de la Basse Alpujarra (Province d'Almería).", en *Actas del XII Congreso de la U.E.A.I., Málaga, 1984*, Madrid, 1986, pp. 205-228.
- ESRI (2001): *ArcGIS Spatial Analyst: Advanced GIS Spatial Analysis Using Raster and Vector Data*. ESRI White Papers, December 2001.
- ESRI (2002): *ArcGIS 3D Analyst: Three-Dimensional Visualization, Topographic Analysis, and Surface Creation*. ESRI White Papers, January 2002.
- GIL ALBARRACÍN, A., CAPEL, H. (2004): *Documentos sobre la defensa de la costa del Reino de Granada (1497-1857)*. Temas locales. Almería.
- KIDNER, D.B.; SPARKES, A.J.; DOREY, M.I.; WARE, J.M.; JONES, C.B. (2001): "Visibility Analysis with the Multiscale Implicit TIN", en *Transactions in GIS*, nº 5(1), pp. 19-37.
- LLOBERA, M. (2003): "Extending GIS-based visual analysis: the concept of 'Visualscapes'", en *International Journal of Geographical Information Sciences*, nº 17, pp. 25-48.
- LLOBERA, M.; FÁBREGA-ÁLVAREZ, P.; PARCERO-OUBIÑA, C. (2011): "Order in movement: a GIS approach to accesibility", en *Journal of Archaeological Science*, nº 38, pp. 843-851.
- MARTÍNEZ LILLO, S.; MATALANA UREÑA, A.; SÁEZ LARA, F. (1997): "La aplicación de los SIG como planteamiento de la organización del espacio en la Marca Media andalusí: el sistema de atalayas en la Cuenca del Jarama (Madrid)", en *Los SIG y el análisis espacial en Arqueología*. Madrid, pp. 273-308.
- McCOY, M.D.; LADEFOGED, T.N. (2009): "New Developments in the Use of Spatial Technology in Archaeology", en *Journal of Archaeological Science*, nº 17, pp. 263-295.
- RIGGS, P.D.; DEAN, D.J. (2007): "An investigation into the Causes of Errors and Inconsistencies in Predicted Viewsheds", en *Transactions in GIS*, nº 11 (2), pp. 175-196.
- RUESTES, C. (2008): "Social organization and human space in North-Eastern Iberia during the Third Century BC", en *Oxford Journal of Archaeology*, nº 27, pp. 359-386.
- SÁNCHEZ SEDANO, M<sup>a</sup>. P. (1988): "Arquitectura musulmana en la provincia de Almería", en *Boletín del I.E.A.*
- WHEATLEY, D.W.; GARCÍA SANJUÁN, L.; MURRIETA FLORES, P.A.; MÁRQUEZ PÉREZ, J. (2010): "Approaching the landscape dimension of the megalithic phenomenon in Southern Spain", en *Oxford Journal of Archaeology*, nº 29(4), pp. 387-405.