## **Objetivos**

Introducción al uso de GIS en entorno ráster. Formación de modelos digitales de elevaciones (MDE). Análisis básicos de una superficie.

Nota. Esta práctica está inspirada en una clase impartida por los profesores Raquel Sánchez y Fernando Silio (Gobierno de Cantabria) en el marco de los Cursos de Verano de la Universidad de Cantabria en Santander, el curso 2010-11.

### Documentación de la práctica.

Se adjunta la siguiente documentación en el directorio de trabajo :

- Carpeta <10\_datosBase>. Cartografía vectorial, en formato CAD, del entorno del macizo de Peña Cabarga, así como ortofotos de la zona.
- Carpeta <90\_datosControl>. Resultados parciales del desarrollo de la práctica, para facilitar su realización al ser trabajada por el alumno.

### Contenido

Objetivo	)S	. 1
Docume	ntación de la práctica	. 1
Concept	os básicos de GIS en entorno ráster	. 2
Previo: a	activación de la licencia de la extensión 3D analyst	. 3
1 Forma	ción de un MDE	. 3
1.1.	Selección de los datos precisos y conversión a Shape	. 3
1.2.	Creación de un modelo digital de terreno según un modelo TIN	. 6
1.3.	Conversión a un MDE	.9
2. Exp	olotación básica del modelo digital de elevaciones	11
2.1.	Consulta de la elevación de una posición	11
2.2.	Generación de mapas de pendientes y orientaciones.	11
2.3.	Obtención de curvas de nivel	13
2.4.	Análisis de visibilidad	13
2.5.	Obtención de perfiles de elevaciones	17

## Conceptos básicos de GIS en entorno ráster.

El modelo ráster de información espacial es sustancialmente diferente al modelo vectorial con el que se ha trabajado hasta el momento, procediéndose a dividir el espacio en celdas de tamaño regular a las que se les asigna un valor, que bien puede ser el identificador de un fenómeno o la magnitud de una variable. Las características de este modelo, así como sus ventajas y desventajas frente al modelo vectorial, se han expuesto en las clases teóricas.

Uno de los usos más adecuados para este modelo es la gestión de información espacial que varía de forma continua, como es el caso de las superficies de elevaciones, con las que se ha trabajado hasta el momento en entornos vectoriales modelizando las mismas en base al uso de modelos de mallas irregulares de triángulos (TIN).



Particularizando para este tipo de datos, un flujo de trabajo muy habitual que se desarrollará posteriormente, consiste en la obtención de un modelo digital de elevaciones (MDE) en formato ráster a partir de un TIN, aprovechándose lo mejor de ambos entornos. La formación inicial del modelo se desarrolla en un entorno vectorial, que permite incorporar la existencia de quiebros o de construcciones humanas en la superficie. En una segunda fase se procede a crear el MDE interpolando la altitud para cada celda a partir del triángulo correspondiente.

Una vez se dispone de un MDE, es posible proceder al análisis de la superficie de

elevaciones empleando metodologías muy conocidas y ampliamente desarrolladas, especialmente eficaces en este entorno que justifican el uso de este modelo de datos. Destacar los siguientes usos característicos que se obtienen a partir de MDE, sin carácter exhaustivo:

Modelos hidrológicos.

La morfología del terreno es, junto a otros factores, origen y consecuencia de la circulación del agua sobre la superficie. A partir del análisis matemático de las elevaciones que almacena el MDE es posible obtener valores hidrológicos de interés, en particular: líneas de flujo, sumideros, divisorias, superficie de la cuenca vertiente en un punto concreto, extensión de una cuenca hidrológica,...

• Modelos climáticos.

Es evidente que la topografía es un factor fundamental que limita la energía solar que incide sobre los elementos situados en la superficie terrestre. La combinación de variables cuantitativas que se pueden obtener directamente a partir de un MDE como son la altitud, la pendiente o la orientación permiten efectuar análisis de gran interés para la planificación y ordenación del territorio, permitiendo obtener valores como el ángulo de incidencia del sol o las sombras previsibles en una determinada posición para un instante concreto de tiempo.

• Modelos de visibilidad.

Los modelos de visibilidad delimitan zonas del territorio que son visibles desde una determinada posición, generalmente denominadas cuencas visuales, y sus aplicaciones en Ingeniería son numerosas:

 Búsqueda de cuencas visuales máximas, en las cuales ubicar por ejemplo una torre de vigilancia y prevención de incendios en un entorno forestal, o un poste de telefonía en un entorno rural para tratar de conseguir la mayor cobertura posible. • Búsqueda de cuencas visuales mínimas, como podría ser la ubicación de un vertedero o un parque eólico, actividades necesarias pero para las que se desea reducir su impacto visual.

### Inicial: verificar la activación de la licencia de la extensión 3D analyst.

Comprobar que se han activado las siguientes extensiones, a partir de la opción del menú principal Customize > Extensions.



Ilustración 2.- Activación de las extensiones necesarias.

## 1 Formación de un MDE a partir de datos cartográficos.

### 1.1. Selección y filtrado de los datos precisos en CAD y conversión a formato GIS -shp-

El entorno elegido para esta práctica es la zona del macizo de peña Cabarga, situado al sur de la ciudad de Santander. Comprende cuatro hojas de la cuadrícula a escala 1:5.000, que se facilitan la carpeta 10\_datosBase. Por facilidad para su gestión se han unido las mismas en un único fichero denominado <cartoE05 2001 all.dwg>.

El modelo de datos elegido es el correspondiente a la cartografía autonómica del año 2001, usado en anteriores prácticas. En este apartado se procederá a filtrar los datos necesarios de la base cartográfica a nuevos ficheros en formato shape, para generar posteriormente un modelo digital de terreno inicialmente según el modelo TIN.

El entorno GIS utilizado reconoce datos para la formación del modelo digital de terreno en categorías semejantes a las que se ha expuesto en entorno vectorial, indicándose en la tabla siguiente que capas se van a deben filtrar desde el CAD para generar las entidades GIS precisas. Por simplicidad, y para los fenómenos de tipo rotura, se incorporan exclusivamente las capas más significativas con dicho comportamiento.

Tipos de entidades en TIN vectorial	Capas en CAD	Nueva entidad GIS	Tipo de entidad en GIS
Curvas de nivel	11001,11002,11004,11005	curvasNivel_lin.shp	Soft_line
Roturas	12001,12003,12004,12007,17002	lineasRotura_lin.shp	Hard_line
Puntos aleatorios	11006	puntosCota_pun.shp	Mass_point

Tabla 1.- Selección de entidades CAD y nuevas clases de entidad GIS precisas.

Este objetivo se desarrollará en 2 pasos:

#### a. Creación de un mapa nuevo, y carga de los datos CAD de partida.

dd Data pok in: 🕞 cartoE05_2001_all.dwg	💽 🕹 🟠 🚺
Name A Annotation MultiPatch Point Polygon	Type CAD Annotation Feature ( CAD MultiPatch Feature C CAD Point Feature Class CAD Polygon Feature Class
Name: Point: Polyline	CAD Polyline Feature Clas
w of type: Datasets, Lavers and Results	

Se procederá a crear un mapa nuevo, y a añadir el CAD con la cartografía combinada de la zona. Al seleccionar este, el alumno observará que los entornos GIS acceden a los datos CAD agrupando los fenómenos por su geometría, en los que la "capa" que hasta ahora ha sido el atributo básico que permitía su identificación en un CAD, pasa a ser un atributo más de cada entidad. Se procederá a incorporar únicamente las entidades con geometría de tipo punto y línea poligonal.

Ilustración 3.- Añadir el CAD al mapa.

El entorno genera una advertencia en la que informa que se desconoce cuál es el sistema de referencia de los datos. Se ignorará la misma.

#### b. Filtro de las entidades CAD necesarias y conversión a formato GIS, para cada tipo de componente del MDE.

En este apartado se procederá a filtrar los fenómenos del CAD que se precisan para formar el modelo digital de terreno y convertir los mismos a un formato GIS, en concreto a shape.

Este objetivo se realizará en dos etapas, que se repetirán tantas veces como sea necesario, conforme a la tabla 1:

- Selección de los fenómenos del CAD en base a su capa. La herramienta GIS es la selección por atributos.
- Exportar las entidades seleccionadas a una nueva clase de entidad.

Select By Attributes       Image: CartoE05_2001_all.dwg Polyline	A continuación se detalla este procedimiento, particularizando para las curvas de nivel. Se usará la selección por atributos (Menú principal > Selection > Select by attributes), con los ajustes que se indica.
Export Data         Export:       Selected features         Use the same coordinate system as:            • this layer's source data             • the data frame             • the feature dataset you export the data into (only applies if you export to a feature dataset in a geodatabase)         Output feature dats:            X:\pLab09beta_introduccionGisRaster\1b_curvasNivel_in.shp          OK       Cancel	Una vez seleccionadas las mismas, se exportarán a una clase de entidad, en formato shape. En la Table of contents, se seleccionará la layer <cartoe05_2001_all.dwg polyline="">, y en el menú contextual que aparece con el botón derecho, seleccionar la opción Data &gt; Export Data, denominando a la nueva clase de entidad &lt;1b_curvasNivel_lin.shp &gt;.</cartoe05_2001_all.dwg>

Ilustración 4.- Selección y exportación a una nueva clase de entidad para las curvas de nivel.

Se debe repetir este proceso con las roturas y puntos de cota, facilitándose la condición de selección y el nombre de la clase de entidad de salida en la tabla siguiente.

Layer de partida	Cláusula de selección	Nombre de la clase de entidad de salida
cartoE05_2001_all.dwg Polvline	( "Layer" >= '12001' AND "Layer" <= '12007' ) OR "Layer" = '17002'	1b_lineasRotura_lin.shp
- / -		

cartoE05_2001_all.dwg	"Layer" = '11006'	1b_puntosCota_pun.shp
Point		

Tabla 2.- Criterios de selección para el resto de componentes del modelo de terreno.

El resultado final será análogo el que se muestra a continuación.



Ilustración 5.- Clases de entidad preparadas para la formación del MDT.

### **1.2.** Creación de un modelo digital de terreno según un modelo TIN.



En primer lugar se procederá con los datos disponibles a formar un TIN, con la herramienta < Create TIN >, que se obtendrá usando ArcToolbox, en la categoría que se indica en la figura al margen. Este modelo se denominará < 1c\_TIN>, asignando las clases de entidad obtenidas anteriormente a las categorías que se describe a continuación, conforme se indica en la figura siguiente:

- < in\_features>: nombre de layer que se añade, que serán cada uno de los shapes creados.
- < height\_field>: origen de la elevación de la
- entidad. Se seleccionará el valor <Shape. Z>, que especifica que obtendrá de la geometría de la entidad.
- <SF\_type>: tipo de clase de entidad. Para entidades lineales se distingue entre <hardline> y
   <softline>, que se emplearán para rupturas y curvas de nivel respectivamente. Los puntos acotados se incorporarán como < masspoints>.

Create TIN				_O×
Output TIN				*
X:\pLab09beta_introduccion	GisRaster\1c_TIN			
, Coordinate System (optional)				
				1 🔗
, Input Feature Class (optional)	I			
			•	
Input Features	Height Field	SF Type	Tag Field	
🗢 1b_lineasRotura_lin	Shape.Z	Hard_Line	<none></none>	
1b_curvasNivel_lin	Shape.Z	Soft_Line	<none></none>	X
1b_puntosCota_pun	Shape.Z	Mass_Points	<none></none>	
				Ť
•			•	
Constrained Delaunay (on	tional)			
Constrained Deladinay (op	lionaly			-
	c	Cancel	Environments	Help >>

Ilustración 7.- Creación del TIN. Ajustes a establecer.

Observar el TIN creado. Por defecto el programa aplica una simbología en la que muestra los elementos lineales base del TIN, la malla de triángulos coloreada por elevaciones, y además se incorpora el sombreado –hillshade - que provocaría una fuente de luz en una posición determinada, con objeto de facilitar la interpretación del relieve.

✓ 1c_TIN	Symbology: tipos de	e bordes (edge types)		
Edge type	Layer Properties			×
- Soft Edge	General Source Display	/ Symbology Fields		
Hard Edge	Show:	Edge type grouped with unique syn	nbol	Import
Elevation	✓ Edge types	Tao Value Field	Color Scheme	
506.291 - 569.51	✓ Elevation	Edge types		
443.072 - 506.291				
379.853 - 443.072		Symbol Value	Label	Count
316.634 - 379.853		<pre><all other="" values=""></all></pre>	<all other="" values=""></all>	
253.416 - 316.634		<heading></heading>	Edge type	
190.197 - 253.416		1	Soft Edge	?
126.978 - 190.197		2	Hard Edge	?
63.759 - 126.978		-		
0.54 - 63.759				
			,	
	Sympology: Cold	ores de los triangul	os por rangos d	e altitudes
	(erevation)			



Ilustración 8.- Simbología del TIN.

El aspecto del MDT formado es el que se muestra a continuación. Destacar que no es habitual que los entornos GIS dispongan de herramientas de edición de MDT. El alumno buscará el entorno de la posición indicada en la imagen derecha – situada al este del punto más elevado de Peña Cabarga-, y tratará de buscar la posible existencia de los siguientes errores típicos ya conocidos en la formación de MDT, en concreto: triángulos planos y errores en zonas de divisorias. Para obtener los datos asociados a un triángulo se usará la herramienta <Identify>, ya conocida.



Ilustración 9.- MDT formado. Aspecto general y detalle.

Indicar que a partir de la versión de ArcGis 10.0, se ha incorporado una paleta de herramientas que incorpora las funcionalidades básicas de edición manual de un TIN, denominada <TIN editing>, que se muestra a continuación.



Ilustración 10.- Paleta de herramientas de edición de un TIN.

Asignatura: Topografía y Geodesia. Titulación: Grado en Ingeniería Civil. Curso 2013-2014. Profesores: Javier Sánchez y Raúl Pereda

# 1.3. Conversión a un MDE.

Ilustración 11.- Conversión de un TIN a un MDE.

Se emplearán los ajustes indicados a continuación.

TIN to Raster	• Nombre ráster MDE: 1d_mde
	• Method: permite especificar
Input TIN	el criterio de interpolación de
1c_TIN	la elevación a partir del TIN. El
Output Raster	valor <linear> indica que se</linear>
X:\pLab09beta_introduccionGisRaster\1d_mde	debe asignar a cada celda del
Output Data Type (optional)	modelo la altitud que se
FLOAT	obtiene en el triángulo
Method (optional)	correspondiente para su
LINEAR	posición central.
Sampling Distance (optional)	• Sampling distance: se
CELLSIZE 2.5	indica el tamaño de la celda
Z Factor (optional)	creada en el nuevo MDE. Se
	optará por especificar un
	tamaño concreto de celda.
,	
OK Cancel Environments	

Environment Settings	IMPORTANTE.
Raster Storage         Pyramid         Image: Pyramid levels         Pyramid levels         Pyramid resampling technique         BILINEAR         Pyramid compression type         DEFAULT         Compression quality (1-100)         75	Adicionalmente se recomienda el establecimiento de los ajustes que mejoran la visualización del MDE, y que se establecen a partir del botón <environments>, en la ventana anterior, en la categoría <raster storage="">.</raster></environments>

Ilustración 12.- Ajustes para la formación del MDE.

El aspecto inicial del MDE formado es el que se muestra continuación en la imagen de la izquierda siguiente. Se cambiará la simbología, con alguna semejante a la mostrada en la zona derecha, conforme a los ajustes indicados a continuación.



Layer Proper General So	ties X
Show: Unique Value Classified	s Stretch values along a color ramp
Discrete Colo	r Color Value Label Labeling 569.408 High : 569.408
	0.554264 Low : 0.554264
	Color Ramp:
	Display Background Value:     0     as       Image: Stretch     Image: Stretch
	Type:         Percent Clip         Histograms           min:         0.5         max:         0.5         Invert
About symbo	logy Apply Gamma Stretch:
	Aceptar Cancelar Apli <u>c</u> ar

Ilustración 13.- Aspecto general del MDE formado. Asignación de una simbología adecuada.

## 2. Explotación básica del modelo digital de elevaciones.

### 2.1. Consulta de la elevación de una posición

Dos opciones para conocer la elevación de las posiciones del modelo.

Herramienta I	Identity.	Mostrando MapTips para la layer.
Altitud para un	pixel concreto.	Se muestran las elevaciones al pasar sobre el MDE con el
		ratón en pantalla.
🔊 - 🕅   📐	(1) \[ \[ \int \[ \ \int \[ \int \[ \ \int \[ \ \int \[ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \ \	Layer Properties
Identify	□ ×	General Source Key Metadata Extent Display Symbology
Identify from:	<top-most layer=""></top-most>	Show MapTips
		Display raster resolution in table of contents
Location: 4	36,413.374 4,803,168.432 Unknown Units	Allow interactive display for Effects toolbar
Field	Value	
Stretched value	224	
Pixel value	451.221558	
Identified 1 featur	re	468.160675

Ilustración 14.- Identificación de la altitud de una celda, opciones posibles.

### 2.2. Generación de mapas de pendientes y orientaciones.

Son mapas destinados a caracterizar la forma de una superficie.

GIS. Bloque 3	Creación y aplicaciones	usando MDT v1.1	12-05 al 16-05
ArcToolbox ArcToolbox 3D Analyst Tools 3D Features Conversion Conversion Conversion Conversion Conversion Raster Interpolation Raster Math Raster Reclass Raster Surface Aspect Contour Contour List Contour with Barriers Curvature Cut Fill Hillshade Slope	La m or m e de de La s u s e la r e Ce Va La la la	a pendiente — slope - en un mapa náxima variación de elevación entre cho celdas vecinas. Se tiene opción nisma bien en tanto por ciento (0 a 2 xpresada en grados sexagesimales ( e 45º corresponde a una pendiente e ejemplo. a orientación — aspect - indica el a ucede la máxima pendiente, y se cu exagesimales, correspondiente 0º, S s direcciones Norte, Este, Sur y Oes espectivamente. eldas planas — flat - se codifican la alor -1. as herramientas que generan estos categoría que se muestra en la ima	ráster indica la cada celda y sus de obtener la 100%), bien 0 a 90º). Un ángulo del 100%, a modo cimut en el cual antifica en grados 00º, 180º y 270º a te, nabitualmente con mapas se ubican en agen adjunta.

Introducción al uso de GIS en entorno ráster.

Ilustración 15.- Herramientas para el análisis básico de una superficie.

A continuación se indican ajustes básicos para su obtención.

Práctica de Laboratorio

Mapa de pendientes	Mapa de orientaciones
Slope	Aspect
Input raster          Id_mde       Id_mde         Output raster       X:\pLab09beta_introduccionGisRaster\2a_slopeMap         Output measurement (optional)       Image: Content of the state	Input raster Id_mde  Cutput raster X:\pLab09beta_introduccionGisRaster\2b_aspectMap  OK Cancel Environments Show Help >>
Leyenda 2a_slopeMap <value> 0 - 8 8.000000001 - 12 12.00000001 - 25 25.00000001 - 35 35.00000001 - 85</value>	Leyenda         ✓       2b_aspectMap         Flat (-1)         North (0-22.5)         Northeast (22.5-67.5)         East (67.5-112.5)         Southeast (112.5-157.5)         Southeast (112.5-157.5)         Southwest (202.5-247.5)         West (247.5-292.5)         Northwest (292.5-337.5)         North (337.5-360)

Asignatura: Topografía y Geodesia. Titulación: Grado en Ingeniería Civil. Curso 2013-2014. Profesores: Javier Sánchez y Raúl Pereda B2-Lab09



Ilustración 16.- Creación de mapas de pendientes y orientaciones.

### 2.3. Obtención de curvas de nivel.

A partir del MDE se pueden obtener también curvas de nivel, bien para una altitud concreta, bien para todo el mapa con una equidistancia concreta.

La primera opción está disponible en la herramienta <Create contour>, en la paleta de herramientas denominada 3D Analyst, que se muestra a continuación.



Ilustración 17.- Obtención de una curva de nivel para una altitud concreta.

Indicar que se genera un gráfico, para su uso en pantalla. La obtención de multiples curvas de nivel se efectúa con la herramienta de la paleta <contours> indicada en la figura 15.

### 2.4. Análisis de visibilidad.

El objetivo es determinar áreas visibles, y ocultas, desde una determinada posición. Se dispone de dos herramientas diferentes:

 Linea de visibilidad (line of sight). Para una alineación recta, indica que zonas del terreno son visibles (color verde) o ocultas (color rojo) para un observador situado al inicio de la misma. Tiene 2 ajustes adicionales, las elevaciones sobre el terreno para el punto origen – observer - y para el punto final - target - que se considera. El resultado es un gráfico, no una clase de entidad. Se accede usando el comando indicado en la paleta 3D analyst.

Se puede comprender con mayor claridad su significado si se usa, para el gráfico generado, la herramienta Profile graph, que genera un perfil a lo largo del mismo.



Ilustración 18.- Línea de visibilidad a partir de una alineación poligonal.

 Cuenca visual (viewshed). Determina el territorio visible desde una o varias posiciones, que se definen en un fichero con una estructura concreta si se quiere explotar todas las opciones disponibles. El resultado es un ráster, que acumula para cada celda el número de posiciones puntuales desde la que es visible en un campo denominado <Pixel value>.

Es posible personalizar el análisis de visibilidad limitando la región del ráster en la que se realizará el cálculo, especificando los valores de elevación del punto de observación, los desplazamientos verticales sobre el terreno para el punto origen y resto de posiciones, los ángulos de análisis en el plano horizontal y vertical así como un rango de distancias para el cálculo. Con este objetivo el sistema emplea nueve ajustes en total: SPOT, OFFSETA, OFFSETB, AZIMUTH1, AZIMUTH2, VERT1, VERT2, RADIUS1 y RADIUS2, cuyo significado se detalla a continuación..



El ángulo vertical define los límites del ángulo vertical del escaneo. Los ángulos se expresan en grados entre 90 y -90, donde los valores positivos representan ángulos por sobre el plano horizontal, y los valores negativos representan los ángulos por debajo del plano horizontal. VERT1 actúa como límite superior y VERT2 como el inferior. Si no indicamos ningún valor ArcGIS trabaja con VERT1=90 y VERT2=- 90; es decir, todo el campo visual.	
OFFSETA indica la distancia vertical en unidades de superficie que debe añadirse al valor z del punto de observación. OFFSETB indica la distancia vertical en unidades de superficie que se añadirá al valor z de cada celda, ya que se considera para la visibilidad.	OFFSETB

Ilustración 19.- Ajustes de la herramienta <viewshed>

Los campos anteriores deben ser creados por el usuario. Con este objetivo se proporciona una clase de entidad de tipo puntual, denominada <puntosObservacion\_pun>, que incorpora como únicos campos los offset que se deben considerar en el punto de observación y en el punto visado, y que se fijará en 10 m. de altura para el punto de observación.

Se propone al alumno determinar una ubicación para tres hipotéticas antenas de telefonía móvil con la condición que abarquen el mayor campo de cobertura posible en toda la zona de trabajo, admitiendo que solo existe cobertura si existe visión directa a la antena por un cliente potencial, que se supone estará a una altura de 1,20 m sobre el terreno.

Se añadirá en primer lugar la clase de entidad, < puntosObservacion\_pun >. Para incorporar un nuevo punto, se procederá a editar la misma, seleccionando la layer, y en el menú contextual, opción Edit features > start editing.

En la paleta flotante que aparece, se seleccionará la opción <Create feautures>, apareciendo una nueva ventana en la que al seleccionar la layer <puntosObservacion\_pun>, se activará la herramienta de añadir puntos, de forma interactiva por pantalla.

Editor 👻 🗙	Create Features
Editor 📲 🛌 🖉 🧭 🧭 🔛 🎼 🕂 X 💽 🔳 🔼 🛙 😰	📲 • 🖷 <search> 🔹 🍳 🔊</search>
	puntosObservacion_pun
	puntosObservacion_pun
	· \
	Construction Tools
	된 Point
	🥕 Point at end of line

Ilustración 20.- Edición de la clase de entidad puntual, para añadir una posición interactivamente.

La incorporación de los dos valores pedidos de ofsset se hará directamente en la tabla de atributos.

Table 🗆 🗠 🛛				
🗉 -   🖶 -   🖫 🕅 🖸 📣 🗙				
puntosObservacion_pun ×				
FID Shape * OFFSETA OFFSETB				
0 Point 10 1.2				
F .				
14 - 4 → → → 1   📃 💻				
/ (1 out of 1 Selected)				
[puntosObservacion_pun]				

Ilustración 21.- Personalización de los offset sobre el terreno.

En la paleta <Editor>, se salvarán los cambios para proceder a tantear distintas ubicaciones. La determinación de las cuencas visuales se efectuará con la herramienta <viewshed>, con los ajustes indicados a continuación.

ArcToolbox		Viewshed
ArcToolbox ArcToolbox		Input raster 1d_mde Input point or polyline observer features puntosObservacion_pun Output raster X:\pLab09beta_introduccionGisRaster\2ca_pcab Z factor (optional) 1 OK Cancel Environments Show Help >>
	Ilustración 22	Ajustes de la herramienta viewshed.

Una posible solución puede ser la que se indica en la figura siguiente.



Ilustración 23.- Mapa de visibilidades.

### 2.5. Obtención de perfiles de elevaciones.

Se obtienen a partir de un gráfico dibujado sobre el mapa, con la herramienta <Interpolate line> de la paleta 3d Analist. A continuación se seleccionará la herramienta <profile graph>, ya expuesta anteriormente.



Ilustración 24.-Herramientas para la definición y obtención de perfiles según alineaciones poligonales.

Observar las opciones disponibles en el mismo, que se obtienen al pulsar con el botón contextual sobre la ventana del perfil.



Ilustración 25.- Definición de la alineación y obtención de un perfil sobre una alineación poligonal.

Asignatura: Topografía y Geodesia. Titulación: Grado en Ingeniería Civil. Curso 2013-2014. Profesores: Javier Sánchez y Raúl Pereda