

REVISIÓN COMENTADA DEL CONCEPTO DE UMBRAL VISUAL. APLICACIÓN A LA DELIMITACIÓN DE UN ÁREA MÁXIMA DE TRABAJO PARA ESTUDIOS DE AFECCIÓN AL PAISAJE

Autores: Juaco Grijota y Víctor Asenjo
Consultores ambientales



ECOPÁS 2010.
ETSI Forestales UPM. 7/10/2010

Definir una distancia máxima entre observador y proyecto



Delimita los esfuerzos de recopilación de datos, los tiempos de cálculo y los costes

¿Cómo?



Subjetivamente
(Experiencia propia)



Objetivamente
Umbrales visuales



ECOPÁS 2010.

Criterios de las Administraciones Públicas

No existe un criterio homogéneo:

Para **un mismo proyecto** se pueden pedir áreas máximas de estudio desde 3,5 a 30 km

O para distintos proyectos se pide **la misma distancia**: una vivienda unifamiliar o un aerogenerador

Hay poca bibliografía...



Hemos seleccionado la línea de investigación de
BISHOP y colaboradores (Universidad de
Cambera, Australia)

¿Por qué?

Han abordado el problema de una
manera científica

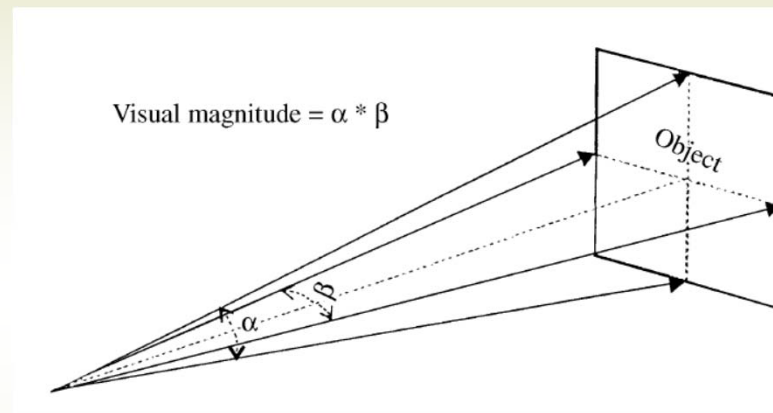
Han diseñado una metodología sencilla
de aplicar



ECOPÁS 2010.

Bases científicas del análisis (I)

1. TAMAÑO DEL OBJETO



$$S = M * (\arctan (1/d) * 60)^2$$

Donde S es la dimensión angular del objeto en minutos cuadrados, M es el tamaño de la sección transversal del objeto en metros cuadrados (viene dado por el tamaño real del objeto en dos dimensiones: alto y ancho) y d es la distancia entre el espectador y el objeto expresada en metros

Bases científicas del análisis (II)

2. CONTRASTE DEL OBJETO

diferencia de luminosidad y color entre el objeto y su fondo

$$(C_1 - C_2) * 100 / 256$$



3 clases:

CONTRASTE BAJO (C=3)

CONTRASTE MEDIO (C=13, la situación más habitual)

CONTRASTE ALTO (C=30)



ECOPÁS 2010.

Bases científicas del análisis (III)

3. DISPERSIÓN ATMOSFÉRICA

Efecto de la atmósfera sobre la percepción del contraste de los objetos en la distancia

$$C' = C e^{-\beta d} + S (1 - e^{-\beta d})$$

Donde C' es la intensidad medida (o *sobreluminosidad* sobre el fondo) de un objeto, C es la intensidad del objeto sin dispersión atmosférica, S es la intensidad del cielo, β es el *coeficiente de extinción* (que aumenta cuando la dispersión aumenta) y d es la distancia entre observador y objeto.

$$(C_1' - C_2') * 100 / 256 = (C_1 - C_2) e^{-\beta d} * 100 / 256$$



$$C_d = C_i * e^{-\beta d}$$

Donde C_d es el contraste percibido a una distancia d , C_i es el contraste inicial a una distancia cero, d es la distancia (m) y β es el coeficiente de extinción.



ECOPÁS 2010.



UMBRALES VISUALES

de **detección**: el observador detecta algo anómalo en el paisaje,

de **reconocimiento**: el observador reconoce el objeto, a su vez desglosado en dos:

informado: el observador sabe lo que debe buscar (ha sido informado) y

no informado: el observador no sabe lo que debe buscar

de **impacto**: el observador determina que la presencia del objeto genera un impacto sobre su campo visual

UMBRAL VISUAL

El umbral visual es una variable que debe definirse para un **observador medio**, dado que cada persona tiene distinta agudeza visual y capacidad de percepción de los objetos, independientemente de su actitud positiva o negativa frente a los mismos (que ya pasaría al terreno de la subjetividad).

Requiere, por tanto, de un tratamiento estadístico en función de la probabilidad.



Así, se desarrollaron **modelos lineales binarios de regresión cualitativa *Logit*** a partir de experimentos controlados de percepción sobre pares de fotos (*con* y *sin* el objeto), para determinar la relación entre el tamaño del objeto y el contraste, así como la capacidad de las personas para detectar o reconocer el objeto introducido.

De esta forma, establecieron **la probabilidad de que cualquier individuo detecte el objeto, lo reconozca o determine la existencia de un impacto.**



$$\text{Prob} = 1 / (1 + e^{-Z})$$

Modelo LOGIT

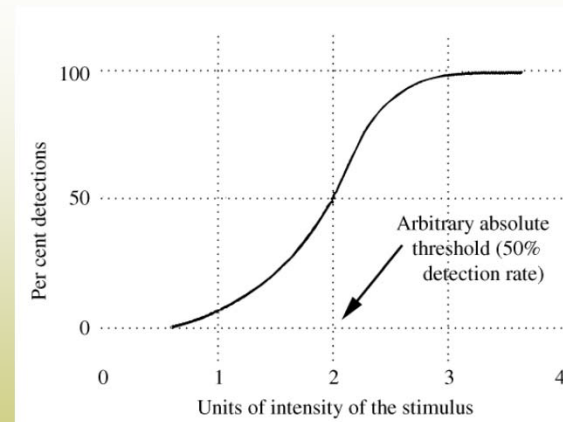
$$Z = B_0 + B_1 X_1 + B_2 X_2 + \dots + B_n X_n,$$

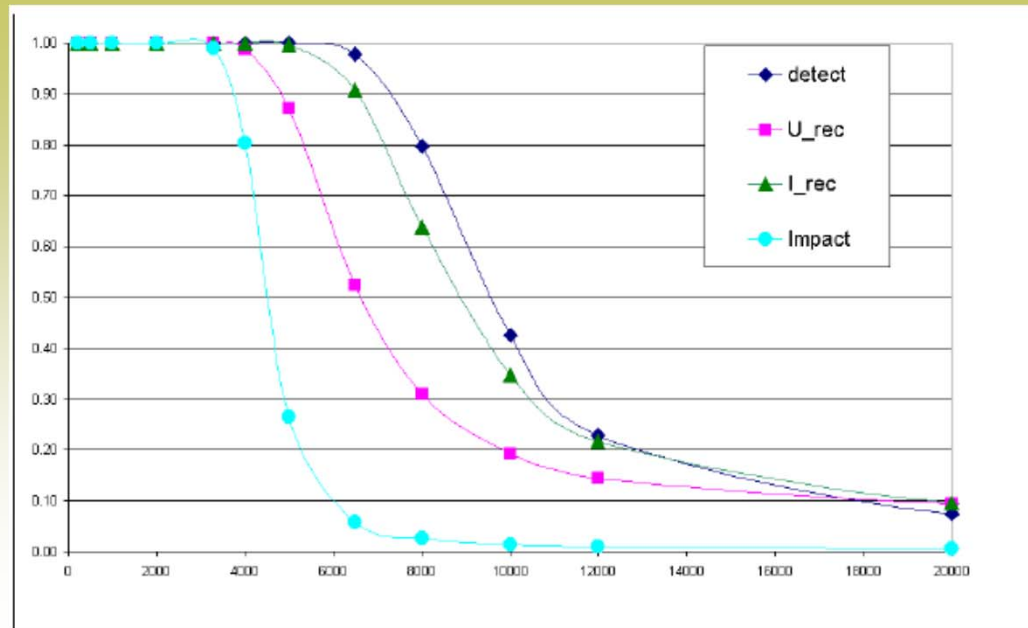
Donde $B_0, B_1, B_2, \dots, B_n$ son coeficientes estimados experimentalmente a partir de los datos X_1, X_2, \dots, X_n , que son variables independientes, y e es la base de los logaritmos neperianos.

Model Category	Linear Logit Model
Uninformed Detection	$Z_{ud} = -16.02 + 0.0124(C*S) + 12.75(CD) + 1.525(SH)$
Uninformed Recognition	$Z_{ur} = -7.56 + 0.0017(C*S) + 5.014(CD) - 1.623(SH) + 0.037(S)$
Informed Recognition	$Z_{ir} = -30.7336 + 0.0089(C*S) + 27.971(CD)$
Informed Med. Visual Impact	$Z_{imp} = -19.7861 + 0.0045(C*S) + 14.457(CD)$

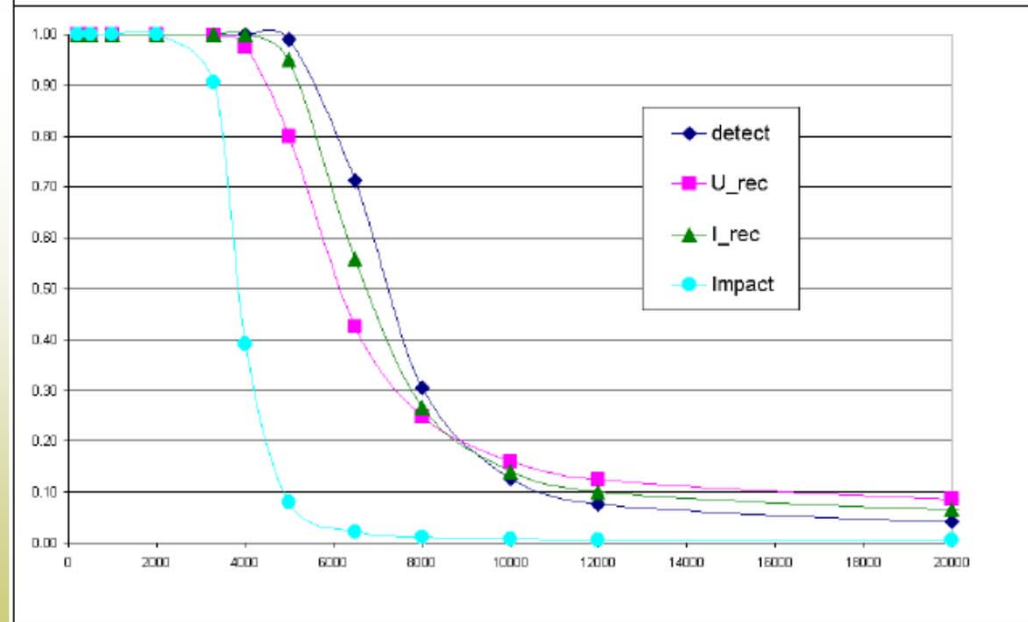
1) SH and CD are binary indicator variables: SH=1 (tank), SH=0 (tower); CD=1 (positive contrast), CD=0 (negative contrast)
 2) S is measured in square minutes of angle
 3) C is measured in grey level percentage difference between the object and its immediate background.

Los autores definieron **de manera arbitraria** el umbral de impacto como "La condición física de un objeto en la cual el 50% de las evaluaciones de impacto de los observadores, a partir de escenas originales y alteradas mostradas por pares, supera la posición media entre los niveles alto y bajo del impacto visual".





C=30



C=7

Gráficas obtenidas para un aerogenerador de 45 m de altura (BISHOP, 2002)

Seleccionamos el **Umbral de reconocimiento NO Informado** para determinar el área máxima de trabajo.

Umbral de impacto: NO porque es subjetivo (cada proyecto genera una reacción diferente a la población)

Umbral de detección: NO porque el observador no distingue qué hay ahí

Umbral de reconocimiento informado: NO porque no representa las situaciones normales, en las que los observadores no conocen un proyecto de antemano

ENSAYOS: Delimitación del
ámbito de estudio EN VARIOS
EJEMPLOS

Fórmula de SHANG y BISHOP aplicada al artículo.xls [Modo de compatibilidad] - Microsoft Excel

Inicio Insertar Diseño de página Fórmulas Datos Revisar Vista Programador Acrobat

Ancho: 1 página Alto: 1 página Escala: 35%

Líneas de la cuadrícula Encabezados Ver Imprimir Opciones de la hoja

B1 UMBRAL DE RECONOCIMIENTO NO INFORMADO. PROYECTO: AEROGENERADOR DE 78 M H

UMBRAL DE RECONOCIMIENTO NO INFORMADO. PROYECTO: AEROGENERADOR DE 78 M H

Cálculo de M para un aerogenerador real de Iberdrola (aplicando Bishop, 2002)
 Altura torre: 78 m. Ø en la base: 4 m. Ø en corona: 2,3 m M=245,7 m2 SH=1 Forma "Tanque" SH=0 Forma "Torre"
 Rotor: Ø 90 m. Aspas: 39 m longitud. 2,5 m anchura máx., 0,5 m anchura mín. M=227,25 m2 CD=1: contraste positivo (el objeto resalta sobre el fondo). CD=0: contraste negativo (el objeto no resalta con el fondo)

Suma de ambos: M=472,95 m2
 Añadir un 20% por el efecto de la rotación: M=567,54 m2

SH= 0 CD= 1 M 567,54
 Contraste C Bajo Medio Alto
 7 13 30

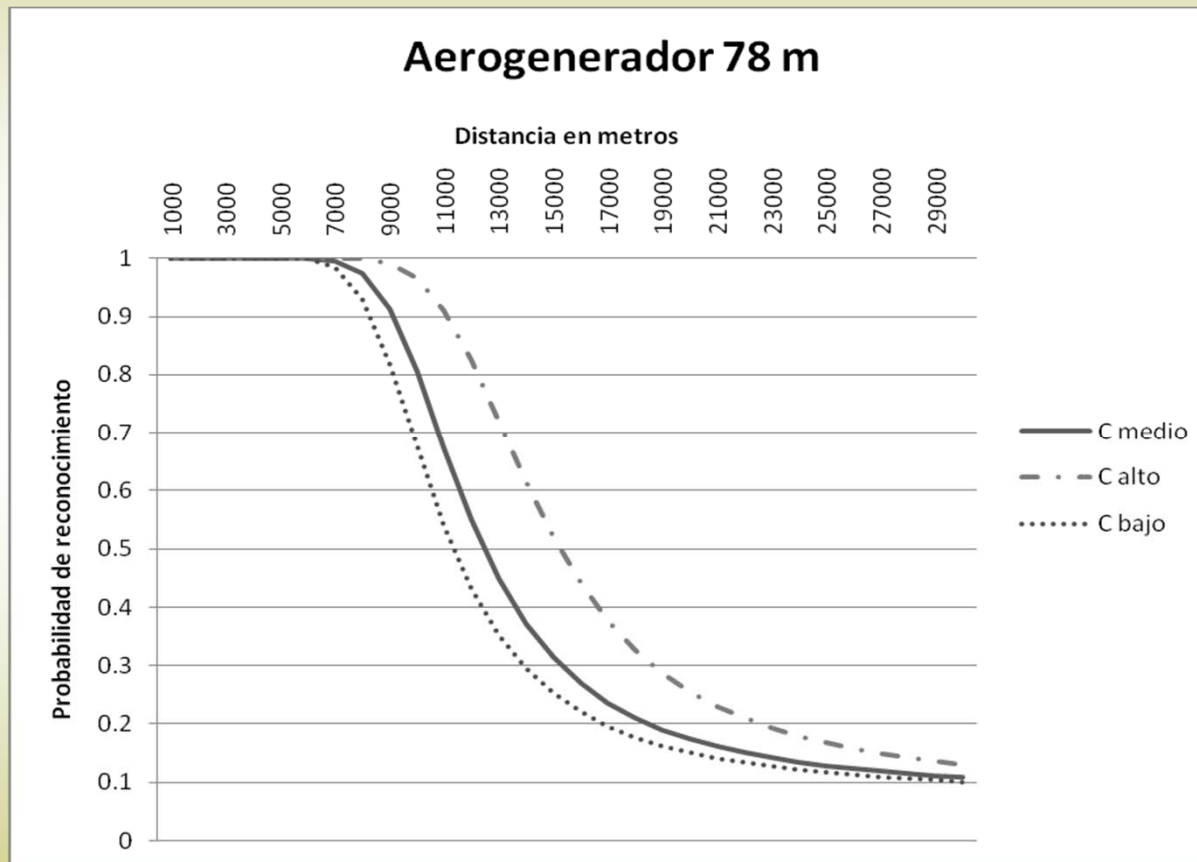
* Clases arbitrarias. El Umbral de Reco

d	ATAN 1/d (ra ATAN 1/d (grados)	S	Zimp C medio C medio	Prob en %	Zimp C alto C alto	Prob en %	Zimp C bajo C bajo	Prob en %	C bajo d ATAN 1/d (radian				
1000	0,001	0,05729576	6707,241626	393,85198	1	100,00%	587,691263	1	100,00%	325,438115	1	100,00%	C bajo d ATAN 1/d (radian
2000	0,0005	0,028647887	1676,811245	96,5535446	1	100,00%	145,01339	1	100,00%	79,4500699	1	100,00%	90% 8316 0,00012
3000	0,0003333	0,019098592	745,2495112	41,4982461	1	100,00%	63,035957	1	100,00%	33,8967011	1	100,00%	50% 11350 8,810576
4000	0,00025	0,014323945	419,2028636	22,2288892	1	100,00%	34,343852	1	100,00%	17,95302	0,999999984	100,00%	10% 30650 3,26264
5000	0,0002	0,011459156	268,2898367	13,3099294	0,999998342	100,00%	21,0635056	0,999999999	100,00%	10,573373	0,999974412	100,00%	
6000	0,00016667	0,009549296	186,3123881	8,46506214	0,999789342	99,98%	13,8494902	0,999999033	100,00%	6,5646578	0,998592702	99,86%	C medio d ATAN 1/d (radian
7000	0,00014286	0,008185111	136,8825715	5,54375998	0,996103452	99,61%	9,4996663	0,999925129	99,99%	4,1475775	0,984442884	98,44%	100% 1000 0
8000	0,000125	0,007161972	104,8007192	3,6477225	0,974611002	97,46%	6,67646329	0,998741359	99,87%	2,57875517	0,92948172	92,95%	90% 9142 0,000105
9000	0,00011111	0,006366198	82,80550669	2,34780545	0,912759635	91,28%	4,74088459	0,991344665	99,13%	1,50318928	0,818049664	81,80%	50% 12478 8,01411
10000	1E-04	0,005729578	67,07246052	1,41798242	0,805021928	80,50%	3,35637653	0,966313024	96,63%	0,73384332	0,675648095	67,56%	10% 41150 2,43013
11000	9,0909E-05	0,005208707	55,43178562	0,73001853	0,674809339	67,48%	2,33199713	0,911492586	91,15%	0,16461432	0,541060899	54,11%	
12000	8,3333E-05	0,004774648	46,57809768	0,20676557	0,551508018	55,15%	1,5528726	0,825328237	82,53%	-0,26833102	0,433316872	43,33%	Calto d ATAN 1/d (radian
13000	7,6923E-05	0,004407368	39,68784657	-0,20044827	0,450055052	45,01%	0,9465305	0,720416898	72,04%	-0,6052643	0,35314023	35,31%	100% 1000 0
14000	7,1429E-05	0,004092556	34,22064324	-0,52355998	0,372020168	37,20%	0,4654166	0,614298356	61,43%	-0,87261055	0,294711392	29,47%	90% 11155 8,96459
15000	6,6667E-05	0,003819719	29,80998257	-0,78423003	0,313408935	31,34%	0,07727847	0,519310008	51,93%	-1,08829185	0,25194007	25,19%	50% 15226 6,56771
16000	6,25E-05	0,003580986	26,20018	-0,99756936	0,269419582	26,94%	-0,24038416	0,440191683	44,02%	-1,2648112	0,220146783	22,01%	10% 41150 2,43013
17000	5,8824E-05	0,00337034	23,20846395	-1,17437978	0,236064231	23,61%	-0,50365517	0,376682075	37,67%	-1,41110611	0,196059652	19,61%	
18000	5,5556E-05	0,003183099	20,7013768	-1,32254863	0,21039458	21,04%	-0,72427884	0,32645145	32,65%	-1,53370267	0,177452586	17,75%	
19000	5,2632E-05	0,003015567	18,57962904	-1,44794392	0,1903182	19,03%	-0,91099264	0,286796755	28,68%	-1,63745614	0,162811503	16,28%	
20000	5E-05	0,002864789	16,76811522	-1,55500439	0,174364654	17,44%	-1,07040586	0,255325908	25,53%	-1,72603917	0,151094915	15,11%	
21000	4,7619E-05	0,00272837	15,2091748	-1,64713777	0,161496164	16,15%	-1,20759262	0,230127287	23,01%	-1,80227135	0,1415748	14,16%	
22000	4,5455E-05	0,002604354	13,85794664	-1,72699536	0,150972309	15,10%	-1,32650071	0,209738778	20,97%	-1,86834642	0,133733172	13,37%	
23000	4,3478E-05	0,002491121	12,67910414	-1,79666495	0,142257524	14,23%	-1,43023884	0,193061474	19,31%	-1,92599181	0,12719489	12,72%	
24000	4,1667E-05	0,002387324	11,64452446	-1,8578086	0,134958681	13,50%	-1,52128185	0,179272838	17,93%	-1,97658275	0,12168359	12,17%	
25000	4E-05	0,002291831	10,73159374	-1,91176281	0,128782939	12,88%	-1,60161975	0,167755354	16,78%	-2,02122507	0,116992376	11,70%	
26000	3,8462E-05	0,002203684	9,921961672	-1,95961207	0,123509037	12,35%	-1,67286737	0,158042258	15,80%	-2,06081607	0,112964031	11,30%	
27000	3,7037E-05	0,002122066	9,200611922	-2,00224384	0,118967535	11,90%	-1,73634615	0,149777636	14,98%	-2,09609008	0,109477426	10,95%	
28000	3,5714E-05	0,002046278	8,555160831	-2,04038999	0,115027026	11,50%	-1,7931585	0,142687466	14,27%	-2,12765264	0,106438041	10,64%	
29000	3,4483E-05	0,001975717	7,975322345	-2,07465845	0,111584395	11,16%	-1,84417163	0,136558667	13,66%	-2,15600674	0,103771249	10,38%	

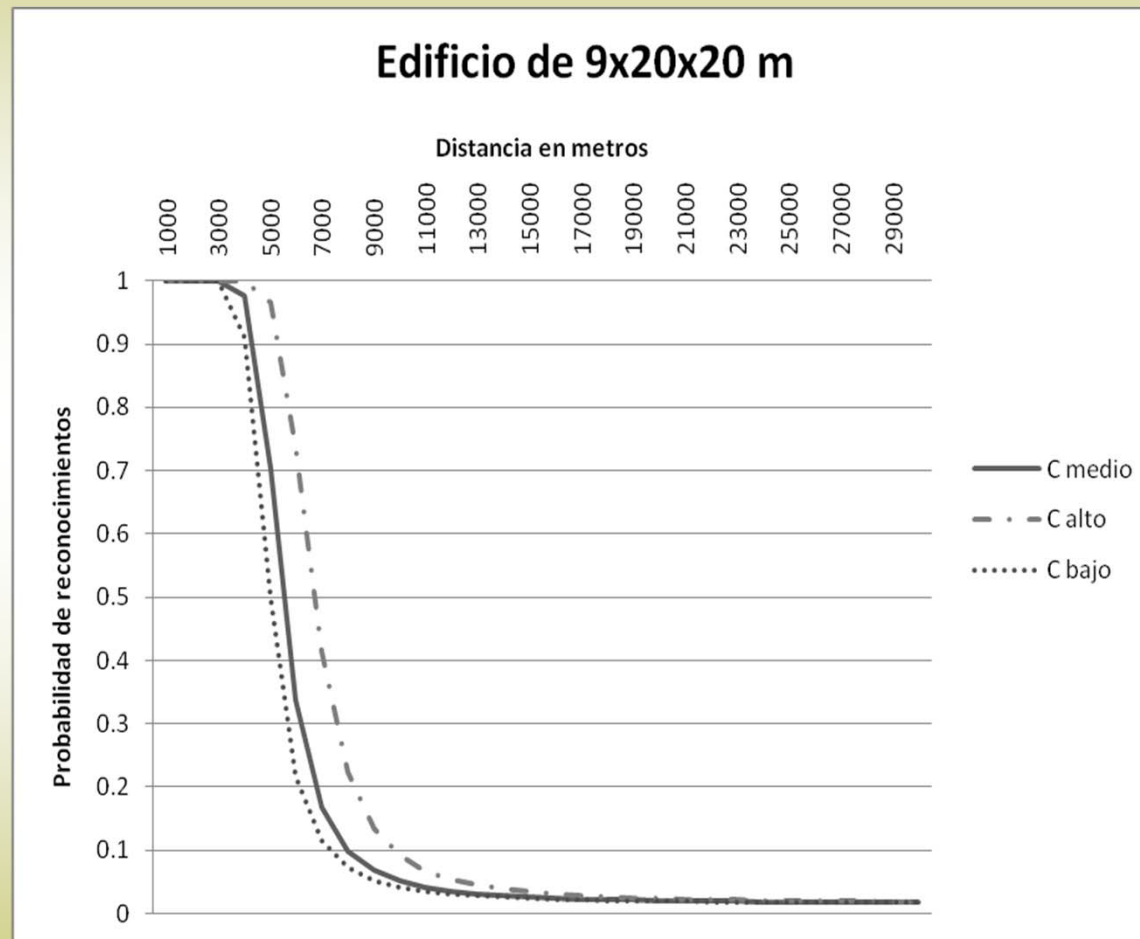
Aerogenerador 78m URNI Hotel 9x20x20 URNI Apoyo LEAT URNI Buitre URNI Petrojo URNI Aerogenerador 78 m h UI Hotel 9x20x20 UI Apoyo LEAT PE UI

ES 2:03 07/10/2010

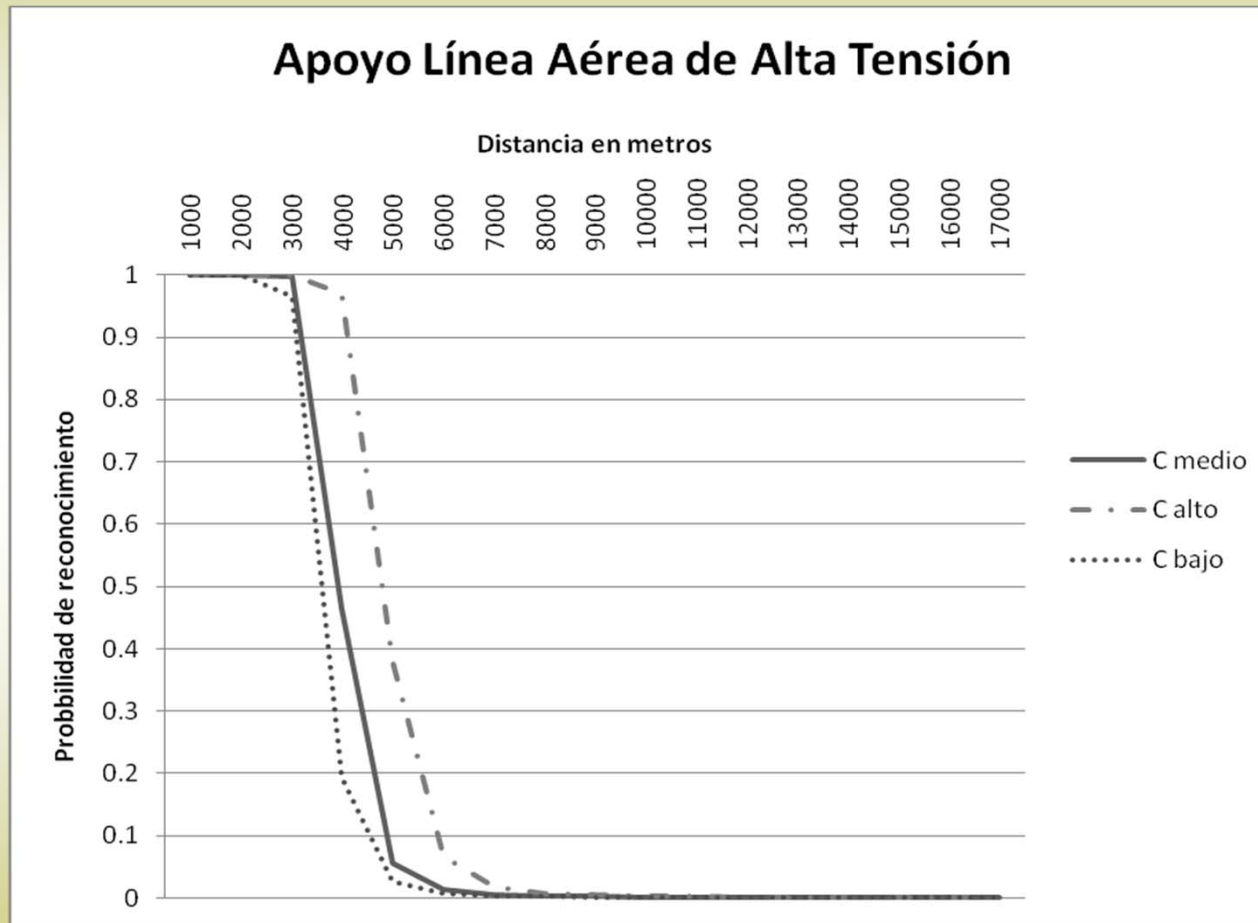
1. Aerogenerador de 79 m de altura y \varnothing 90 m de rotor



2. Edificio de 9x20x20 m



3. Edificio de 9x20x20 m



CONCLUSIONES. LÍNEAS DE TRABAJO

Hay que comprobar sobre el terreno que el método de SHANG y BISHOP sea válido en campo, fuera del estudio de pares de fotografías en laboratorio.

¿Es aplicable a nuestras condiciones visuales mediterráneas?

¿Sería válido aplicar estas fórmulas a un conjunto de objetos?

¿Cómo funciona la fórmula para elementos lineales, como una carretera o una línea aérea de alta tensión?

¿Cómo funciona para objetos que se mueven?

¿Cómo calcular el umbral visual de un observador en rápido movimiento, que además debe de estar pendiente de no salirse del trazado de una carretera?

¿Se podrían definir magnitudes de impacto ambiental en función de las distancias con este método?

En nuestra opinión, **el método es un buen punto de partida**, argumentado en sólidas bases físicas y fisiológicas de nuestra capacidad visual.

El método **puede probarse fuera del laboratorio mediante ensayos con casos reales**, controlando las variables de distancia, contraste y dispersión atmosférica con las fórmulas presentadas.