



7º CONGRESO FORESTAL ESPAÑOL

**Gestión del monte: servicios
ambientales y bioeconomía**

26 - 30 junio 2017 | Plasencia
Cáceres, Extremadura

7CFE01-531

Edita: Sociedad Española de Ciencias Forestales
Plasencia. Cáceres, Extremadura. 26-30 junio 2017
ISBN 978-84-941695-2-6

© Sociedad Española de Ciencias Forestales

Método aditivo de valoración de impacto visual de edificios en entornos rurales

MONTERO PAREJO, MJ.¹, GARCÍA MORUNO, L.², HERNÁNDEZ BLANCO, J.¹, y LÓPEZ CASARES, S.¹

¹ Departamento de Expresión Gráfica. Centro Universitario de Plasencia, Universidad de Extremadura. C/Virgen del Puerto, 2, 10600, Plasencia (España)

² Departamento de Expresión Gráfica. Centro Universitario de Mérida, Universidad de Extremadura. C/ Santa Teresa de Jornet, 38, 06800, Mérida (España)

Resumen

En el presente trabajo se desarrolla un método para cuantificar la contribución del color y la escala en el impacto visual de edificios aislados en entornos paisajísticos. Se basa en aspectos cognitivos claves de la percepción visual de objetos, y en el tratamiento digital de imágenes como herramienta para cuantificar rangos de color y escalas mediante el conteo de píxeles. El método devuelve valores numéricos de impactos en color y escala, así como de la suma de ambos (Impacto Agregado IA). La validación de este método se llevó a cabo mediante 44 escenarios fotográficos y 1046 participantes, y demostró ser consistente ya que las valoraciones de los participantes a las propuestas de escenarios planteadas mostraron una alta correlación con los valores de impacto resultantes de aplicar la metodología. El método puede ser de utilidad para las autoridades y actores implicados en la ordenación del territorio, ya que requiere un mínimo entrenamiento para su uso. Extender esta metodología a otros elementos visuales de potencial impacto sería una línea futura para la búsqueda de un impacto agregado global, que permita satisfacer las necesidades de integración paisajística de nuevos edificios en entornos periurbanos de alto valor natural.

Palabras clave

Percepción visual, participación pública, tratamiento digital de imágenes.

1. Introducción

La Evaluación de Impacto Visual (EIV) tradicionalmente se aborda con metodologías que se agrupan en dos categorías principales: *métodos descriptivos* (componente objetivable), y *métodos de participación pública* (componente subjetiva). Los *métodos descriptivos* o *formales* estiman los impactos visuales en el paisaje analizando y describiendo distintas variables físicas o estéticas del mismo (Otero et al., 2007; Jeong et al., 2013) de forma agregada o desagregada, y mediante el empleo de metodologías con base científica. Sin embargo estos métodos no tienen en cuenta la componente subjetiva del observador que también puede afectar a la interpretación del paisaje (Swanwich, 2009). Los *métodos de participación* resuelven este inconveniente cuantificando la reacción ante una serie de propuestas o estímulos visuales de diferentes observadores que pueden ser expertos o público en general (Kaplan and Kaplan, 1989; Purcel 1995; Wang et al., 2010). Sin embargo por sí solos, estos métodos no cuantifican las magnitudes de impacto de las variables o componentes estéticos presentes en un paisaje.

La combinación por tanto de ambos tipos de métodos (métodos híbridos) ya ha sido descrita y propuesta como metodología válida en la aproximación del análisis integral del impacto visual de proyectos en el entorno natural (Cañas et. al 2009; Ramírez et al., 2011). El uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), Diseño Asistido por Ordenador (DAO), la Realidad Virtual (RV), el tratamiento digital de imágenes, y la participación pública mediante encuestas, especialmente de

50 fácil difusión con el desarrollo de Internet, completan y mejoran las aproximaciones metodológicas
51 que pretenden resolver los problemas de detección y análisis de impactos (Lange, 1994; Danahy and
52 Wright 1988; Roth, 2006).

53
54 En relación al impacto de edificios en entornos rurales ya existen algunos estudios que aíslan
55 los principales componentes o variables con peso en la detección de impactos visuales (Hernández et
56 al., 2004, García et al., 2003, 2006, 2010). Así la escala, el color, los materiales, las líneas o las
57 formas, o la localización, son algunas de las variables más importantes para conseguir la adecuación
58 visual de una edificación. García y sus colaboradores encontraron finalmente que el color era el
59 elemento que significativamente más afectaba a la aceptación visual final de un edificio, aunque su
60 diseño experimental no incluía el análisis de posibles interacciones del color con los otros elementos
61 descritos.

62
63 Por otro lado Shang & Bishop describieron previamente cómo el tamaño o escala del edificio
64 afecta la interpretación del color, y que la combinación de color y escala tienen mayor peso en la
65 determinación de impactos visuales que las formas o en entorno en sí (Shang and Bishop, 2000).
66 Recientemente, O'Connor resaltaba el rol que el color tiene en reducir el tamaño aparente de los
67 edificios, aunque este efecto no fue cuantificado por el autor (O'Connor, 2011).

68
69 Color y escala se perfilan, a tenor de los antecedentes consultados, como dos de los elementos
70 más importantes en la integración de un proyecto en general, y de una edificación en particular. Sin
71 embargo los trabajos consultados no cuantifican numéricamente estos impactos, así como tampoco
72 hacen una propuesta agregada o aditiva de la suma de impactos. El análisis numérico de la
73 interacción de estos elementos en la detección de impactos visuales, puede proveer a los actores del
74 territorio de nuevas herramientas de planificación en entornos rurales.

75 76 2. Objetivos

77
78 El objetivo general del presente estudio es contribuir a la planificación del territorio con la
79 definición de umbrales cuantitativos para los elementos que influyen significativamente en la
80 Evaluación de Impacto Visual (EIV) de edificios en entornos rurales.

81
82 Los objetivos específicos son: 1. Desarrollar un método formal para medir el impacto visual
83 combinado de la escala y el color de edificios rurales basado en el tratamiento digital de imágenes; 2.
84 Validar el método mediante encuesta de opinión pública de un emplazamiento rural determinado; 3.
85 Transferir el método y las conclusiones del estudio a las autoridades implicadas en el planeamiento
86 rural y al público en general.

87 88 3. Metodología

89 90 Zona de estudio

91
92 El Valle del Ambroz (Extremadura) (40°15'0.4"8 W- 6°01'10"8 N), es la zona de estudio elegida
93 para este trabajo. Las edificaciones tipo comprenden construcciones de una o dos plantas con líneas
94 bien definidas y tejados a dos aguas. Para la selección de casos de estudio, un inventario de nuevas
95 edificaciones construidas en el área de estudio durante las últimas décadas fue realizado con ayuda
96 de un SIG y visitas a campo. Edificios de difícil acceso o limitada visibilidad desde las carreteras
97 fueron excluidos. De los restantes, 54 casos se consideraron elegibles por: 1) su función: agraria o
98 residencial, 2) su emplazamiento: zonas de ladera o valle con montañas de fondo, y 3) su visibilidad
99 óptima desde las principales vías de acceso para la captura de fotos. Zonas urbanas densas fueron
100 evitadas centrandó el estudio en la franja periurbana de los municipios de Valle. La toma de fotos se

101 hizo desde las vías de acceso principales intentando que cada edificación ocupara entre el 30-35%
102 del marco de captura, y a una distancia suficiente que garantizase la total visibilidad de detalles
103 constructivos de las edificaciones, así como parte del paisaje natural circundante (García et al.,
104 2010). Para estandarizar dicho protocolo se empleó una cámara Canon EOS 300D con objetivo de
105 18-55 mm. Las prestaciones de dicha cámara permitieron *distancias de captura* válidas entre 100-
106 500 metros desde carreteras de acceso con visibilidad suficiente a los edificios seleccionados. De
107 todas las posibles *posiciones de captura*, se eligió para cada edificio la posición de observación más
108 desfavorable en términos de cuantificación de impacto, especialmente relevante en el estudio de la
109 escala.

110

111 Antecedentes metodológicos de la escala

112

113 Los edificios que sobrepasan la línea del horizonte se vuelven más perceptibles ya que la
114 *nitidez* de las líneas con el fondo se vuelve mayor si éste resulta ser el cielo (Krause, 2001).

115

116 Si la escala del edificio está por debajo de la línea del horizonte el observador tolera cierto
117 contraste en las escalas (Zacharias, 1999), y si está por debajo además del resto de elementos
118 circundantes la integración visual incluso mejora. Para casos intermedios en los que el edificio tenga
119 una altura equiparable al resto de los elementos del entorno la integración es óptima (Smardon et al.,
120 1986). Esto es lo que se denomina *contraste de escalas*. En su análisis resultan tener más peso las
121 *ratios de altura* que las *ratios de "anchura"* en la percepción visual del elemento escala, por lo que la
122 dimensión vertical es la única que se considerará para el estudio de este elemento (Nasar and
123 Stamps 2009). Teniendo estos antecedentes en cuenta, el método que se propondrá para medir el
124 impacto visual de las escalas evaluará de manera distinta los edificios en función de si superan o no
125 la línea del horizonte, y en caso de no hacerlo cómo es la *ratio de alturas* con el resto de elementos
126 de la escena.

127

128 Antecedentes metodológicos del color

129

130 El color se define por su tono (T), saturación (S) y luminosidad o brillo (B). Estas características
131 influyen fuertemente la percepción visual de cualquier objeto contra el fondo sobre el que está. En
132 términos sencillos un edificio es la unidad que se delimita sobre un fondo en un plano visual.
133 Diferencias pronunciadas en los *valores medios* de T-S-B entre las superficies del edificio y el fondo
134 escénico pueden generar impactos visuales (O'Connor 2011).

135

136 El *contraste interno* de una superficie coloreada es la variación entre el valor central de color
137 (*media*) y el resto de valores de la superficie analizada en los canales básicos del rojo (R), verde (V), y
138 el azul (A) (García et al., 2006). El *contraste interno* se obtiene por tanto para cada canal de color
139 básico como la *desviación típica*, y se puede obtener con cualquier programa de tratamiento digital de
140 imágenes. Para desviaciones típicas elevadas, colores y texturas se vuelven más intensas y artificiales
141 ya que su nitidez aumenta (Vanrell et al., 2004). El contraste interno de los colores de un edificio
142 (paramentos y tejado principalmente) contra el fondo puede modificar la intensidad de los impactos T-
143 S-B (Neuman et.al., 2007). La propuesta metodológica que se desarrollará para la medición de
144 impactos de color considerará ambos factores: las características de tono, saturación y brillo (T-S-B)
145 de los colores y el contraste interno entre el edificio y fondo escénico sobre el que se da.

146

147 Método propuesto para la medición del impacto de escala

148

149 Para edificios que sobrepasen la línea del horizonte se considera en el cálculo de impactos la
150 *ratio de altura* de edificio que supera el fondo cielo así como la *nitidez* de las líneas de borde en
151 contacto con el mismo. Para edificios por debajo de la línea del horizonte sólo las *ratios de altura* en
relación al resto de elementos circundantes son tenidas en cuenta (Tabla 1).

152
153
154
155
156
157
158
159
160
161
162
163
164
165
166
167
168

La resolución fotográfica para el análisis digital está comprendida entre 100 y 150 ppp. Para imágenes de tamaño 10x15, el número de píxeles que se corresponden con estas resoluciones es de 393x591 y 591x886 respectivamente. Estas proporciones se consideran adecuadas para comparar el edificio con los alrededores y para apreciar los detalles del edificio (García et al., 2010). La altura total del edificio, las ratios en altura en relación al entorno, y la proporción de alturas que sobrepasan la altura del horizonte son medidas mediante conteo de píxeles con Adobe Photoshop™ CS3.

La nitidez de las líneas de borde se determina mediante el cálculo de las desviaciones típicas de los canales básicos de color (σ_x , $x=R,V,A$) entre las superficies de contacto que definen las líneas frontera entre edificio y fondo (García et al., 2010). Para ello, ventanas de captura de 10x10 píxeles se disponen a lo largo de las líneas fronteras del edificio en contacto con el cielo. El número de ventanas de medición “n” se calcula en función de la ecuación (1) y es directamente proporcional a la longitud en píxeles de las líneas del edificio que contrastan con el cielo (Figura 2).

$$n = (L/10) * 0.5 \tag{1}$$

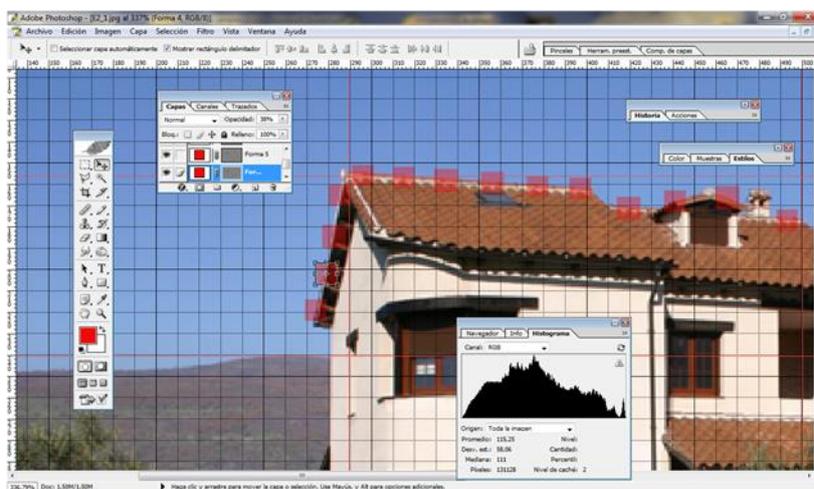


Figura1. Medición de la nitidez de las líneas de borde mediante tratamiento digital de imágenes.

169
170
171
172
173
174
175
176

Las desviaciones típicas (σ_x) para cada canal de color: rojo (R) (0-255), Verde (V) (0-255) y Azul (A) (0-255) y para cada ventana de captura (σ_{xi} , $x=R,V,A$, $i=1-n$), fueron calculadas con Adobe Photoshop™ CS3. La media de todas ellas por color representa el valor final de nitidez de las líneas de ruptura sobre el horizonte, y se obtiene con la ecuación (2).

$$\bar{\sigma}_x = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{xi}}{n} \quad x=R,V,A \quad i=\text{número de ventanas de captura} \tag{2}$$

177
178
179
180
181
182
183
184
185
186
187

De acuerdo con estos valores medios obtenidos, la nitidez en la ruptura se considera alta en cuanto la desviación típica de un color sea σ_x : >40, media si σ_x : 26-40, o baja si σ_x : <26).

Por último, la superación de la línea del horizonte se clasificó en tres umbrales conforme a la regla de los dos tercios que especifica la relación (un tercio a dos tercios) entre tejado y la fachada de un edificio con tejado a dos aguas similar a los de estudio (Bell, 1993) (tabla 1): superación $\geq 1/3$ implicaría alto impacto en escala ya que el tejado e incluso parte del paramento contrastarían con el cielo; superación entre $1/3 - 1/6$ sólo el tejado rompería la línea del horizonte dándose un impacto en escala intermedio; superación $< 1/6$ impacto mejor al superar el horizonte ligeramente el tejado.

188 Edificios que combinen alta superación del horizonte con una ruptura muy nítida serán los que
189 mayor impacto tengan (Tabla 1).

190 Para edificios por debajo de la línea del horizonte, la altura total del edificio se compara con la
191 altura de los elementos circundantes estableciéndose los contrastes que se cuantifican en la tabla 1.
192

193 *Tabla 1. Metodología de cuantificación de impactos en escala; h_e : altura del edificio*

Cuantificación Impacto Escala (IE)	Nitidez líneas ruptura	Superación o no superación de la línea del horizonte
1	No se aplica (por debajo de la línea del horizonte)	Edificio y elementos de entorno en rango parecido de alturas o formando una secuencia escalonada de alturas
2	No se aplica (por debajo de la línea del horizonte)	Edificio con altura por debajo de elemento más pequeño del entorno
3	No se aplica (por debajo de la línea del horizonte)	Edificio con altura por encima de elemento más alto del entorno
3	Independiente de la nitidez	Edificio que supera la línea del horizonte en: $\leq \frac{h_e}{6}$
3	Nitidez media o baja	Edificio que supera la línea del horizonte en: $\frac{h_e}{6} - \frac{h_e}{3}$
4	Nitidez alta	
4	Nitidez media o baja	Edificio que supera la línea del horizonte en: $> \frac{h_e}{3}$
5	Nitidez alta	

194

195 *Método propuesto para la medición del impacto de color*

196

197 El impacto en color se mide por comparación entre las medias de tono (T), saturación (S), y
198 brillo (B) de los colores principales (tejado y paredes) del edificio y el elemento más dominante del
199 entorno, y con el contraste interno del edificio contra el fondo escénico (Tabla 2). La comparación TSB
200 se llevó a cabo usando ventanas de captura de 10x10 píxeles en el tejado (SF1), los paramentos
201 (SF2), y el elemento natural dominante (SF3). El número total de ventanas de análisis se determina
202 en mallas de 40x40 píxeles con celdas de 10x10 distribuidas al azar por las superficies de estudio
203 (Figura 2). Las dimensiones de las mallas representan 16 ventanas o celdas potenciales de medición
204 de los valores medios de T-S-B. Dos mallas son usadas para SF1 y SF2, una para cada superficie. Las
205 16 celdas por malla son medidas en términos T-S-B. Si es necesario una segunda malla puede
206 moverse a lo largo de una superficie para conseguir las 16 celdas de muestreo en caso de ser
207 necesario (Figura 2, ejemplo tejado). Este protocolo se modifica para la selección de celdas de
208 muestreo en la superficie SF3, ya que los colores presentan una mayor variabilidad en su distribución
209 espacial, a diferencia de las superficies sencillas del edificio. Así, 4 mallas de 40x40 son distribuidas
210 al azar por la superficie SF3, y sólo 4 celdas al azar es medida en término s T-S-B en cada, hasta
211 sumar el total de 16 establecido por superficie de muestreo (Figura 2).
212

213 En cada celda seleccionada por superficie se miden los valores medios de T (0-360°), S (0-
214 360°), y B (0-360°) con Adobe Photoshop, y la media de valores se utiliza para determinar el impacto
215 en T-S-B con la ecuación (3).
216
217

$$\bar{X}_j = \frac{\sum_{i=1}^n \bar{X}_{ji}}{n} \quad X=T, S, B; j=SF1, SF2, SF3; i=\text{número de celdas muestreadas por superficie: } 16 \quad (3)$$

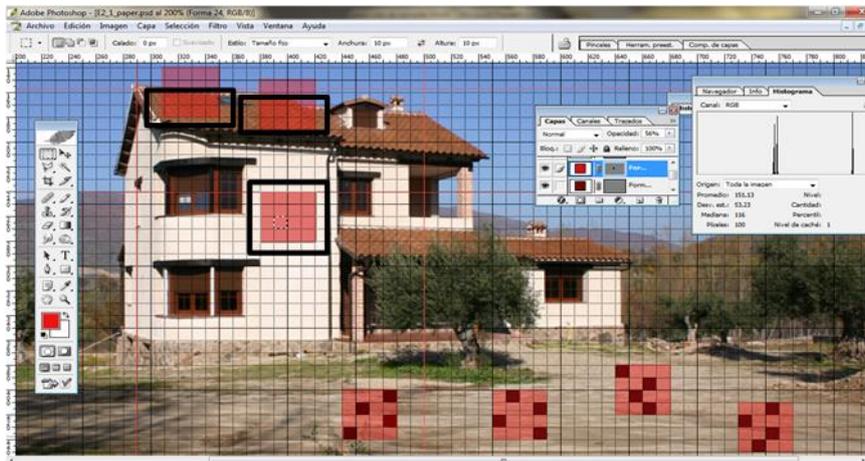
218

219

220 La media de los valores T, S, y B obtenidos para SF1 y SF2 es comparada con los valores
 221 recogidos para SF3, y estos pares de valores se almacenan. 6 pares de comparación se llevan a cabo,
 222 tres para la fachada y tres para el tejado:
 223

224
$$\bar{X}_{SF1} \text{ VS } \bar{X}_{SF3} ; \bar{X}_{SF2} \text{ VS } \bar{X}_{SF3} \quad X= H, S, B$$

 225



226
 227 *Figura2. Medición del color mediante tratamiento digital de imágenes.*

228
 229 Las diferencias en tono (T) por encima de 72° implican alto impacto, este umbral se fija al 30%
 230 para las diferencias en saturación (S), y brillo (B) (García et al., 2003). Cuanto mayor sea el número de
 231 pares contrastados T-S-B mayor impacto visual habrá, tanto más si estos contrastes se dan más en la
 232 fachada que en el tejado por ser elemento mayoritario (2/3 a 1/3).
 233

234 El contraste interno se mide comparando la desviación típica (DT) de la media de valores
 235 obtenidos en los canales de color RVA con Adobe Photoshop en las mismas celdas de muestreo ya
 236 descritas. La media de todas las celdas por superficie fue determinada con la ecuación (4).
 237

238
$$\bar{\sigma}_{xj} = \frac{\sum_{i=1}^n \sigma_{xji}}{n} \quad x=R,V,A; j= SF1, SF2, SF3; i=\text{número de celdas muestreadas por superficie: } 16 \quad (4)$$

239
 240 De nuevo 6 pares de comparación se establecen, 3 para la fachada vs 3 para el tejado:
 241

242
$$\bar{\sigma}_{x_{SF1}} \text{ VS } \bar{\sigma}_{x_{SF3}} ; \bar{\sigma}_{x_{SF2}} \text{ VS } \bar{\sigma}_{x_{SF3}} ; x= R, V, A$$

243
 244 El contraste interno se considera bajo cuando las diferencias de comparación son < 5 puntos;
 245 medio si las diferencias están entre 5 y 15 puntos; y alto si las diferencias son > 15 puntos (García et
 246 al., 2006). El cálculo final del impacto en color (IC) combina el número de pares TSB con alto
 247 contraste, su localización en fachada o tejado, y la magnitud del contraste interno entre las
 248 superficies del edificio y el fondo escénico (Table 2). IC no es estudiado en aquellas partes de
 249 superación de la línea del horizonte ya que en dichas partes predomina el análisis de IE frente al IC.
 250 Por último el impacto agregado (IA) se obtiene con la suma aritmética de los valores de IC y IE
 251 calculados en cada edificio (empleo de Tablas 1 y 2).
 252
 253
 254

255 *Tabla 2. Metodología de cuantificación de impactos en color. NM= no medido si n° pares TSB=0; ↑ alto, ≈ medio, ↓ bajo.*

Cuantificación Impacto Color (IC)	Comparación entre paramentos (SF2) y entorno (SF3)		Comparación entre tejado (SF1) y entorno (SF3)		Número total de pares TSB con alto impacto
	Número del pares TSB con alto contraste	Contraste interno	Número del pares TSB con alto contraste	Contraste interno	
1	0	NM	0	NM	0
2	0	NM	1	↓	1
3	0	NM	1	↑≈	1
3	1	≈↓	0	NM	1
3	0	NM	2	↓	2
3	1	↓	1	↑≈↓	2
3	1	↓	2	≈↓	3
4	1	↑	0	NM	1
4	1	↑≈	1	↑≈↓	2
4	0	NM	2	↑≈	2
4	2	≈↓	0	NM	2
4	1	↑≈↓	2	↑	3
4	1	↑≈	2	≈↓	3
4	2	↓	1	↑≈↓	3
5	2	↑	0	NM	2
5	2	↑≈	1	↑≈↓	3
5	0	NM	3	↑≈↓	3
5	3	↑≈↓	0	NM	3
5	Hasta 3	↑≈↓	hasta 3	↑≈↓	>3

257 Validación del método

258

259 La metodología de corte científico es validada con encuestas de opinión. Para ello 44
 260 escenarios, entre casos reales de la zona de estudio y casos simulados con Photoshop a partir de
 261 ellos, son medidos en primer lugar en sus impactos IC, IE, e IA (IE+IC), y luego sometidos a valoración
 262 por parte del público en general. Participantes de distintas procedencias y edades fueron invitados a
 263 participar en la encuesta a través de una página web. Las imágenes fueron presentadas al azar, para
 264 evitar que el orden de presentación pudiera afectar a los resultados. Un script basado en objetos
 265 orientados (JavaScript) se utilizó para ello. Se utilizaron botones de selección para la puntuación
 266 gráfica de cada escenario mostrado, y una conexión SQL para el registro de datos posterior.

267

268 **4. Resultados y discusión**

269

270 Como regla general y tras el análisis de resultados, conforme aumentaba el IA empeoraba la
 271 valoración del encuestado de forma significativa y viceversa (Figura 3). Pequeñas variaciones en
 272 escala y/o color sin embargo compensaron la influencia de cada elemento en la valoración final. Así,
 273 para valores altos de IE bajar el valor del IC mejoró la percepción del tamaño del edificio (Figura 4a;
 274 ejemplo: caso F vs D en escenario 1). De la misma forma para valores altos de IC bajar el IE mejoró la
 275 percepción del color (Figura 4b; ejemplo: caso D vs F en escenario 4).

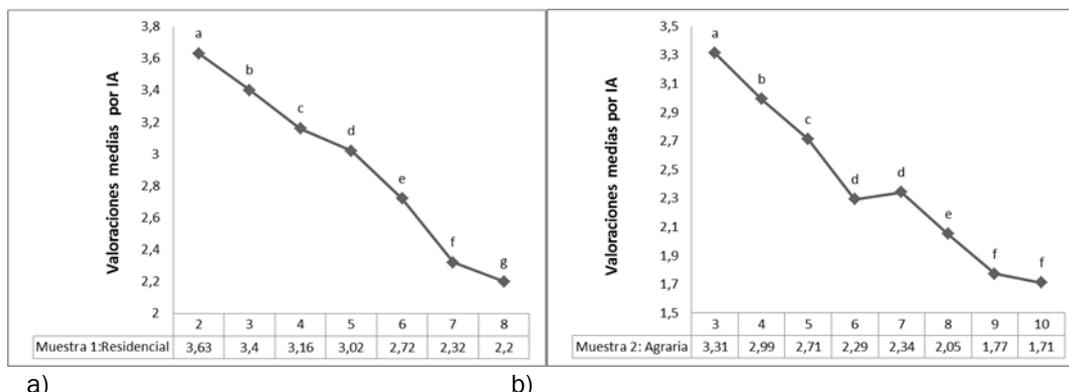
276

277 Estos efectos combinados de escala y color fueron similares en ambos tipos edificatorios
 278 analizados, residenciales y agrarios, confirmando los resultados ya apuntados por otros autores
 279 (O'Connor, 2011).

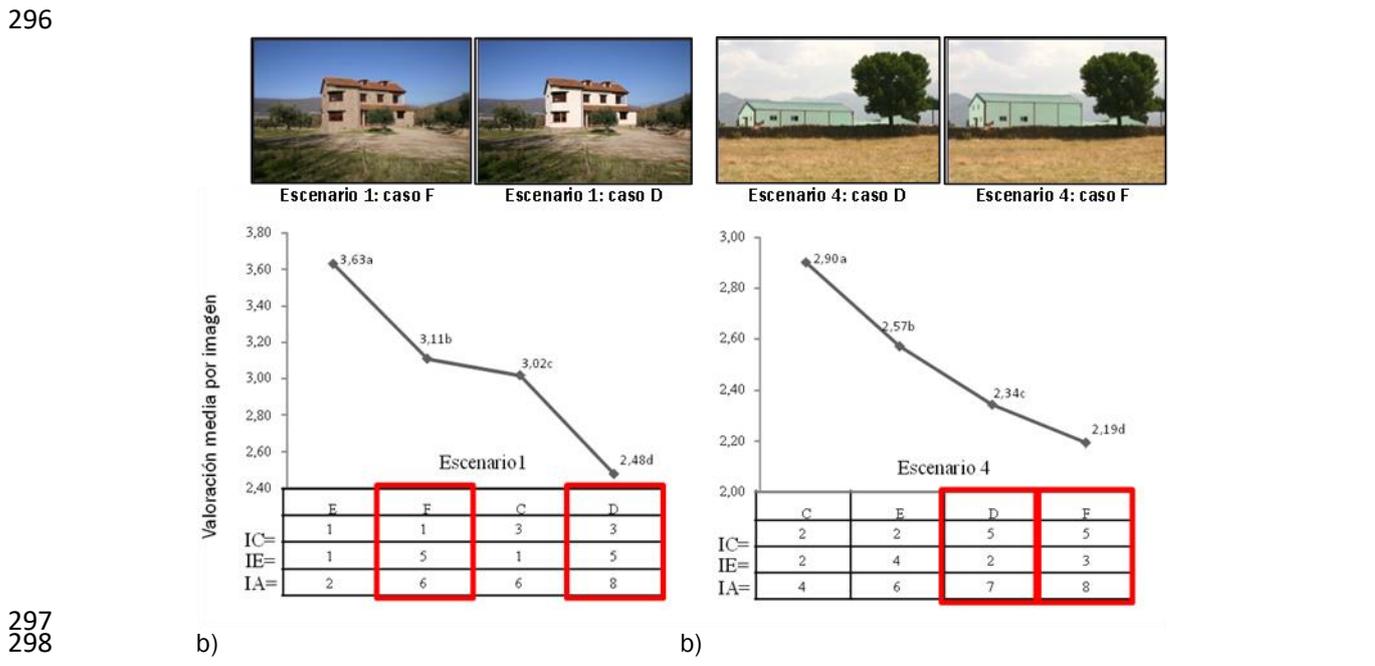
280

281 Por último las puntuaciones para las edificaciones agrarias empiezan a caer alrededor del
 282 valor de IA=6 (muestra 2: IA=6, puntuación=2.29, Figura 3b). Esto sugiere que una vez que uno de los

283 dos elementos alcanza su máximo impacto visual es poco probable que obtenga una elevada
 284 aceptación. Este umbral sin embargo es un poco mayor IA=7 en edificios residenciales (muestra 1:
 285 AI=7, puntuación=2.32, Figura 3a). Es posible que la mayor calidad en los materiales de las fachadas
 286 de los edificios residenciales frente a los agrarios esté mitigando ligeramente el impacto agregado de
 287 color y escala. Estas observaciones están en consonancia con lo encontrado en otras comunicaciones
 288 (Akalin et al., 2009), por lo que otras variables como los acabados deberían también incluirse en un
 289 futuro en la metodología.
 290



291
 292
 293 *Figura3. Correlación entre las valoraciones de los escenarios tras las encuestas y el IA medido para las tipologías*
 294 *residencial y agraria. Diferencias significativas al nivel p<0.05; d (Cohen)=1.5-1.6. (Test post hoc de Bonferroni). La escala*
 295 *de valoración en numérica ordinal entre: 1=muy mal, y 5=muy bien.*



297
 298
 299 *Figura4. Ejemplos de valoración en secuencias de simulación de dos escenarios de trabajo para ver el efecto combinado de*
 300 *los impactos IC e IE. Diferencias significativas al nivel p<0.05; d (Cohen)=0.94-1.23. (Test post hoc de Bonferroni). La escala*
 301 *de valoración en numérica ordinal entre: 1=muy mal, y 5=muy bien.*

302
 303 **5. Conclusiones**
 304

305 El método descrito y evaluado en el presente trabajo ha demostrado tener consistencia en la
 306 predicción del impacto agregado (IA) de la escala y el color de edificios en entornos rurales. El método
 307 cuantifica impactos por medio de un simple tratamiento digital de imágenes que requiere mínimo

308 entrenamiento, lo que lo hace óptimo para una transferencia sencilla a los actores implicados en el
 309 planeamiento urbanístico; la tabla 3 recoge varios ejemplos, considerando IA=5 como el umbral
 310 general por debajo del que se predice una buena integración visual de un edificio, aunque impactos
 311 ligeramente superiores podrían tolerarse si la calidad en los materiales de fachada se mejoran.
 312 Completar este método con la evaluación de otros elementos además de la escala y el color, ayudaría
 313 a la búsqueda de un indicador global de impacto que satisfaga necesidades paisajísticas y de
 314 regulación futuras.

315

316

Tabla 3. Metodología de cuantificación de impactos en color

Umbral científico	Aplicación paisajística
IE=4-5	Evitar emplazamientos dominantes del edificio que puedan romper la línea del horizonte desde puntos de observación directa como carreteras y caminos.
IE=1-2	Adaptar la escala del edificio a las Alturas dominantes del entorno como mejor forma de integrar el volumen constructivo.
IC=1-3	Elegir colores apropiados que generen continuidad visual con los colores del entorno, (e.j. colores terrosos).
IA>5	Evitar emplazamientos desfavorables, grandes volumetrías, y rangos de colores muy diferentes de los colores naturales.

317

318

6. Agradecimientos

319

320

Parte de esta investigación fue financiada por la fundación Alfonso Martín Escudero (proyecto 074 / 03) y el Plan Nacional de I+D+I (BIA2007-61166).

321

322

323

7. Bibliografía

324

325

AKALIN A., YILDIRIM K., WILSON C., KILICOGLEN O., (2009), Architecture and engineering students' evaluations of house facades: preference, complexity and impressiveness, *Journal of Environmental Psychology*, **29**, 124-132.

326

327

328

BELL S., (1993), *Elements of Visual design in the landscape*, E & FN Spon, London, United Kingdom.

329

330

CAÑAS I., AYUGA E., AYUGA F., (2009), A contribution to the assessment of scenic quality of landscapes based on preferences expressed by the public, *Land Use Policy*, **26**, 1173-1181.

331

332

DANAHY J.W. AND WRIGHT R., (1988), Exploring Design through three-dimensional simulations, *Landscape Architecture*, **78**(5), 64-71.

333

334

GARCÍA L., HERNÁNDEZ J., AYUGA F., (2003), Analysis of the exterior colour of agro-industrial buildings: a computer aided approach to landscape integration, *Journal of Environmental Management*, **69**, 93-104.

335

336

337

GARCÍA L., HERNÁNDEZ J., AYUGA F., (2006), Analysis of the materials and exterior texture of agro-industrial buildings: a photo-analytical approach to landscape integration, *Landscape and Urban Planning*, **74**, 110-124.

338

339

340

GARCÍA L., MONTERO M.J., HERNÁNDEZ J., LÓPEZ S., (2010), Analysis of lines and forms in buildings to rural landscape integration, *Spanish Journal of Agricultural Research*, **8**(3), 833-847.

341

342

HERNÁNDEZ J., GARCÍA L., AYUGA F., (2004), Assessment of the visual impact made on the landscape by new buildings: a methodology for site selection, *Landscape and Urban Planning* **68**, p 15-28.

343

- 344 JEONG J.S., GARCÍA L., HERNÁNDEZ J., (2013), A site planning approach for rural buildings into a
345 landscape using a spatial multi-criteria decision analysis methodology, *Land Use Policy*, 32, 108-
346 118.
- 347 KAPLAN R. AND KAPLAN SL, (1989), The visual environment: public participation in design and
348 planning, *Journal of Social Issues*, 41(1), 59-86.
- 349 KRAUSE C.L., (2001), Our visual landscape managing the landscape under special consideration of
350 visual aspects, *Landscape and Urban Planning*, 54, 239-254.
- 351 LANGE E., (1994), Integration of computerized visual simulation and visual assessment in
352 environmental planning”, *Landscape and Urban Planning*, 30, 99-112.
- 353 NASAR J.L., STAMPS III A.E., (2009), Infill McMansions: style and the psychophysics of size, *Journal of*
354 *Environmental Psychology*, 29, 110–123.
- 355 NEUMAN, H., YAZDANBAKHS, A., MINGOLLA, E., (2007), Seeing surfaces: The brain’s vision of the
356 World, *Physics of Life Reviews*, 4, 189-222.
- 357 O’CONNOR Z, (2011), Facade Colour and Judgements about Building Size and Congruity, *Journal of*
358 *Urban Design*, 16 (3), 397-404.
- 359 OTERO I., CASEMEIRO M.A., EZQUERRA A., ESPARCIA P., (2007), Landscape evaluation: comparison
360 of evaluation methods in a region of Spain, *Journal of Environmental Management*, 85, 204-214.
- 361 PURCELL T., (1995), Experiencing American and Australian high and popular style houses,
362 *Environment and Behaviour* 27(6), 771-800.
- 363 RAMÍREZ A., AYUGA E., GALLEGO E., FUENTES J.M., GARCÍA A.I., (2011), A simplified model to assess
364 landscape quality from rural roads in Spain, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 142, 205-
365 212.
- 366 ROTH M., (2006), Validating the use of Internet survey techniques in visual landscape assessment-An
367 empirical study from Germany, *Landscape and Urban Planning*, 78, 179-192.
- 368 SHANG H., BISHOP I.D., (2000), Visual Thresholds for detection, recognition and visual in landscape
369 settings, *Journal of Environmental Psychology*, 20, 125–140.
- 370 SMARDON R.C., PALMER J.F., FELLEMAN J.P., (1986), *Foundations for Visual Project Analysis*, John
371 Wiley, New York, On line at: www.esf.edu/es/via.
- 372 SWANWICH C., (2009), Society’s attitude to and preferences for land and landscape, *Land Use*
373 *Policy*, 26S, S62-S75.
- 374 VANRELL M., BALDRICH R., SALVATELLA A., BENAVENTE R., TOUS F., (2004), Induction operators for
375 a computational colour-texture representation, *Computer Vision and Image Understanding*, 94, 92-
376 114.
- 377 WANG WEIJIE, WANG WEI, NAMGUNG M., (2010), Linking people’s perceptions and physical
378 components of sidewalk environments: an application of rough sets theory, *Environment and*
379 *Planning B: Planning and Design*, 37, 234-247.
- 380 ZACHARIAS J., (1999), Preferences for view corridors through the urban environment, *Landscape*
381 *and Urban Planning*, 43, 217-225.