

# La Fotografía HDR y su aplicación en la documentación de bienes culturales

David Gómez Lozano \*

HDR o bien HDRI es como se denomina en inglés a un método relativamente novedoso para crear, almacenar y editar digitalmente la gama completa de luminosidades de una escena en una única imagen final a partir de varias imágenes casi idénticas (salvo por su nivel de exposición). Esta técnica resuelve de un plumazo problemas de cálculo de exposición. Tiene aplicaciones en los diversos campos de creación de imágenes, desde los efectos especiales de cine y televisión hasta la ilustración en 3D. Aquí se hablará de su aplicación a la reproducción fotográfica y, en especial, a la de los bienes culturales.

*Palabras clave: HDR, HDRI, fotografía, documentación.*

## *HDR PHOTOGRAPHY AND ITS APPLICATION IN THE DOCUMENTATION OF CULTURAL HERITAGE*

*HDR or HDRI are the English names of a relative new method to create, store and digitally edit the complete range of luminosity of a scene in only one final image from various and almost identical images (except for their level of exposure). This technique solves at once the problems of calculating exposure. It has applications in different fields of image creation, as for special effects in movies and TV to 3D illustration. Here we will consider its application in photography reproduction and particularly that of the cultural heritage.*

*Keywords: HDR, HDRI, photography, documentation.*

## Introducción

Por lo general, cuando tomamos una imagen fotográfica escogemos aquel nivel de exposición que nos muestre la escena de modo semejante a como es percibida por nuestros ojos. Desgraciadamente, el material sensible no es por lo general capaz de captar toda la gama de luminosidades de la escena. Y aún si lo fuera, los dispositivos actuales de *salida*<sup>1</sup> no son capaces de reproducirla de forma completa y precisa.

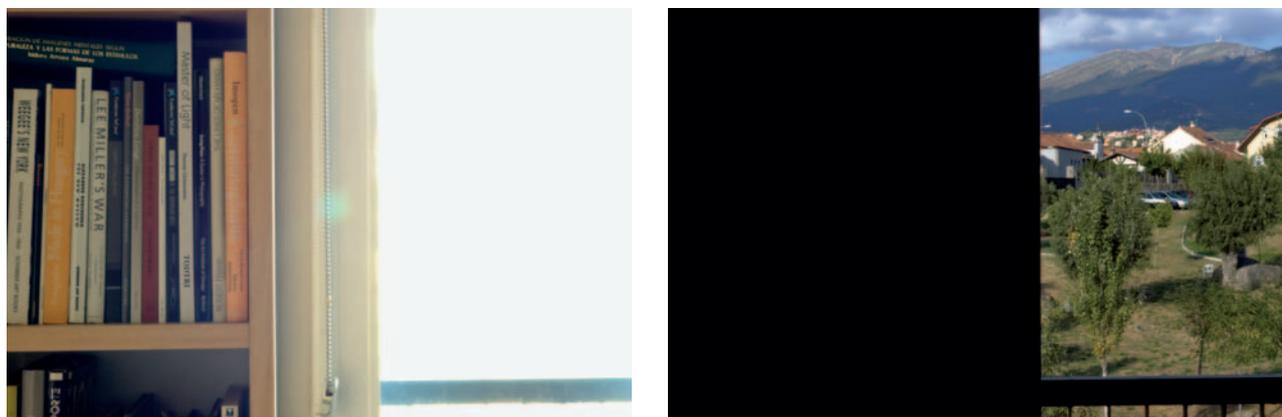
Pues bien, la fotografía HDR<sup>2</sup> consiste básicamente en una nueva tecnología de *renderizado*<sup>3</sup> que permite precisamente recuperar esa gama de luminosidades de la escena original.

Cualquiera que haya tratado alguna vez de fotografiar una persona a contraluz habrá experimentado la incapacidad de plasmar adecuadamente en una única exposición tanto la cara de la persona retratada como el espacio situado detrás de ésta. El problema puede solucionarse

\* Licenciado en Ciencias de la Información. Profesor de la E.S.C.R.B.C. de Madrid.

✉ davidgomez@esrcb.com

Recibido: 15/09/2008  
Aceptado: 6/10/2008



con la ayuda de un flash de relleno que reduzca la diferencia de iluminación entre sujeto y fondo. Ahora bien, si no se dispone de dicha herramienta, o si el motivo es de gran tamaño o está a mucha distancia, la cámara será incapaz de exponer adecuada y simultáneamente sujeto y fondo. El fotógrafo, en estos casos, optará generalmente por exponer correctamente aquel elemento que considere principal (en el caso de un retrato, la cara del sujeto) y dejará a su suerte la reproducción de los demás (el fondo). En otros casos, los menos, el fotógrafo puede optar por reproducir correctamente el fondo (un precioso cielo de atardecer), convirtiendo la cara del retratado en una simple silueta oscura. En ambos casos, no ha sido posible reproducir completa la gama de luminosidades de la escena.

Otro ejemplo típico de amplia e irreproducible gama tonal sería una escena de interior que mostrara simultáneamente, por ejemplo a través de una ventana, una vista del exterior. El fotógrafo difícilmente podrá lograr, en una sola toma, detalle en ambas partes de la imagen (Fig. 1).

Mediante el empleo de la fotografía HDR es posible resolver situaciones de este tipo, logrando reproducir con detalle tanto los elementos más luminosos como los más oscuros de una escena, sin importar la diferencia existente entre la luz reflejada por unos y otros.

Bloch (2007) compara el advenimiento de la fotografía HDR con la transición de la fotografía en blanco y negro al color. Esta afirmación puede sonar exagerada, pero ¿acaso no se consideraba de igual modo a los agoreros que aventuraban hace apenas un par de décadas que la fotografía digital desplazaría en pocos años a la tradicional o *analógica* de su posición de privilegio en el mercado fotográfico?

## Fotografía convencional versus fotografía HDR

El *Sistema de Zonas*, método clásico para el cálculo de la exposición correcta que describe y asigna a cada elemento potencial de una fotografía su valor de exposición más adecuado, distingue hasta 11 niveles de claroscuro reproducibles fotográficamente desde el negro más denso hasta el blanco más puro<sup>4</sup>. Estos niveles o *Zonas* son denominados en notación romana creciente (I, II, III, IV, ... hasta Zona X) a partir de la inicial y más oscura, que es denominada Zona 0. Dado que cada Zona queda a una distancia de un Valor de Exposición (EV) del inmediatamente anterior o posterior, este método reconoce implícitamente que el máximo rango de reflectancias o *relación de contraste* reproducible por el material fotográfico es [convenría mejor decir *era*] de hasta 11EVs o, lo que es lo mismo, un contraste de aproximadamente 1:1000<sup>5</sup>. Como quiera que dicho sistema reduce a 9 el número de Zonas útiles en la práctica (a las que denomina *dynamic range* o gama dinámica<sup>6</sup>) y a tan sólo 7 las que muestran detalle completo (y a las que denomina *textural range* o gama de texturas)<sup>7</sup>, el resultado es que el máximo con-

Fig. 1. Una escena con un elevado contraste no es reproducible en una sola imagen con detalle simultáneo en altas luces y sombras. Han sido necesarias dos fotografías, con distinto nivel de exposición, para reproducir completa la gama de luminosidades de la escena.

1 Esto es, los monitores, proyectores, pantallas o soportes de las copias fotográficas.

2 Del inglés *High Dynamic Range*, literalmente [fotografía] de *alta gama dinámica*. También, por extensión, puede encontrarse el término *HDR*, del inglés *High Dynamic Range Imaging* o *imágenes de alta gama tonal*. En todo caso, el autor prefiere emplear la expresión *de amplia gama tonal* o bien de *amplio contraste reproducido*, que en su opinión, definen de forma más precisa la especial naturaleza visual de estas imágenes.

3 «Renderizar», neologismo derivado del inglés *to render*: interpretar, representar. La fotografía HDR, pues, permitiría una representación bidimensional adecuada de la luminosidad de un espacio tridimensional.

4 Véase Adams (1981), entre otros.

5 Para ser precisos, tomando como *valor inicial* o 1 el del negro absoluto (relativo a la Zona 0) y doblando el valor por cada zona adicional, tendríamos  $2 \times 2 = 2^{10} = 1.024$ . Es decir, la relación de contraste máxima reproducible sería 1:1.024.



Fig. 2. El siguiente gráfico, adaptado de otro aparecido en Bloch (2007), muestra la diferente capacidad de distintos materiales fotográficos para reproducir el detalle completo de una escena. Junto a ello, puede observarse la capacidad de adaptación de la visión humana, muy superior a cualquiera de las anteriores. Obsérvese además cómo el material de copia fotográfica supone en la práctica un limitador adicional al máximo contraste reproducible por una imagen fotográfica. El advenimiento de la fotografía digital no ha alterado este principio, pero las posibilidades de la imagen HDR superan con creces la capacidad de adaptación de la visión humana a distintos niveles simultáneos de clarooscuro. Es de suponer que, en un futuro más o menos próximo, el desarrollo de *dispositivos de salida HDR*—tales como monitores y, por qué no, nuevos materiales de copia impresa— permitirá observar este tipo de imágenes de amplísima gama tonal de forma más parecida a como son en realidad (y por lo tanto, con mayor sensación de realismo).

traste reproducible por el material sensible tradicional en cámara sería aproximadamente de entre 1:64 y 1:128. Esto es lo mismo que decir que cualquier escena que presente una diferencia de más de 7 *pasos*<sup>8</sup> entre sus elementos más claro y más oscuro no podrá ser captada adecuadamente en su totalidad *por una única exposición*, sea cual sea ésta (Fig. 2).

Efectivamente, una sola imagen no puede documentar correctamente una escena con un contraste superior a 7 EVs, pero ¿y si en lugar de una toma realizamos varias, a distintos niveles de exposición, de forma que todo elemento quede correctamente reproducido al menos en alguna de ellas?

Este planteamiento, propio de la fotografía HDR, no es novedoso. Así, son numerosos los ejemplos de imágenes tomadas en situaciones donde el contraste de la escena es muy superior al máximo reproducible por el material sensible tradicional mediante el empleo yuxtapuesto de dos o más tomas de un mismo encuadre pero con distinto nivel de exposición<sup>9</sup>.

Lo que si constituye una verdadera novedad en el empleo de la fotografía HDR es la sencillez con que puede lograrse un resultado a menudo superior, siguiendo unas pocas pautas de fácil observación por casi cualquier fotógrafo sin necesidad de un conocimiento complejo de técnicas de manipulación fotográfica.

El procedimiento básico de una toma en HDR sería el siguiente:

1. Se coloca la cámara en un trípode y se encuadra el motivo a fotografiar. Una vez enfocado el sujeto se procede a bloquear el enfoque, de modo que no sea posible variarlo accidentalmente en tomas sucesivas.
2. Se calcula la exposición adecuada para un valor medio de la escala (*Zona V* o gris medio). A partir de dicho cálculo, se realizará un mínimo de 3 tomas consecutivas idénticas salvo en su nivel de exposición (que será respectivamente de -2EVs, exposición correcta, +2EVs)<sup>10</sup>. Para tomar las imágenes se procederá a modificar la exposición mediante la selección de diferentes tiempos de exposición, nunca mediante diferentes aberturas de diafragma. De no hacerlo así, las imágenes podrían mostrar diferencias en su profundidad de campo, lo que dificultaría el posterior procesado conjunto. Se empleará en lo posible el levantamiento previo de espejo (si la cámara es réflex y lo permite) y un disparador autónomo externo. Como mínimo, y si no se dispone de ninguno de los recursos citados, deberá

<sup>6</sup> Se prescinde de las dos extremas (Zonas 0 y X) dado que no muestran detalle alguno: son respectivamente meros negro y blanco puros.

<sup>7</sup> Adams (1981), pág. 52.

<sup>8</sup> Es decir, una escena cuyo contraste sea superior a siete Zonas.

<sup>9</sup> Como ejemplo, véase Haynes (2008a y 2008b).

<sup>10</sup> El resultado será previsiblemente mejor si se opta por realizar 5 tomas consecutivas con valores de exposición de (-4EVs, -2EVs, exposición correcta, +2EVs, +4EVs). En todo caso, el número total de imágenes a tomar y su diferencia en cuanto al nivel de exposición dependerá de la relación de contraste de la escena a fotografiar, siendo necesario tomar más imágenes cuanto mayor sea aquélla y más próximas cuando haya numerosos elementos con diferente nivel de reflectancia.

reducirse la posible trepidación de la cámara mediante el empleo del retardo del disparador. Cualquier diferencia (aún micrométrica) en la posición ocupada por la cámara a lo largo de las sucesivas tomas inutilizará la serie al provocar desajustes en la posterior síntesis de las imágenes.

3. Se abren las fotografías de modo conjunto en un programa específico de generación de imágenes HDR, y se guarda el resultado de sumar todas ellas en un único archivo de 32 bits por canal y formato específico HDR.
4. Se procede a manipular dicho archivo empleando el mismo u otro programa informático, de modo que pueda reducirse el amplísimo rango tonal de la imagen HDR a parámetros reproducibles por un monitor o impresora convencionales, y se guarda en cualquier formato de archivo de imagen convencional.

Este último paso es a menudo el más incomprendido de todo el procedimiento. Efectivamente, las imágenes HDR atesoran una amplísima gama de luminosidades, producto de unir las de las sucesivas exposiciones utilizadas en su creación. Sin embargo, estos archivos no pueden ser observados directamente por los procedimientos comunes. Un monitor convencional no es capaz de mostrar un contraste tan elevado, por lo que el resultado será descorazonador si uno se atiene a lo que ve en pantalla<sup>11</sup>. Tampoco los medios de impresión fotográfica tradicionales, ni siquiera los más novedosos, son capaces de plasmar sobre un soporte una imagen que haga justicia a lo que estos archivos son capaces de almacenar.

Entonces, la pregunta es obvia: ¿de qué me sirve un archivo *maravilloso* que no puedo ver ni imprimir en su verdadera naturaleza?. Las respuestas a esto son varias, y no necesariamente difíciles de entender.

Lo primero, sin ser lo más importante, es aclarar que es posible manipular una imagen HDR de modo que pueda comprimirse su gama tonal hasta hacerla abarcable por los periféricos de salida convencionales (básicamente monitores, proyectores e impresoras), sin por ello perder detalles ni en las altas luces ni en las sombras ni en los tonos medios<sup>12</sup>. Además, estas imágenes (ya no HDR sino más bien *LDR*<sup>13</sup> o de gama tonal limitada, es decir, convencionales) no muestran prácticamente ruido en las sombras, lo que supone una sustancial ventaja adicional frente a cualquier otro procedimiento de entremezclar imágenes para obtener una sola de mayor contraste.

Por último, las imágenes HDR sin procesar ofrecen, como en su día los distintos formatos de archivo RAW, la esperanza de que, en un futuro más o menos próximo y con el desarrollo de la tecnología, puedan obtenerse resultados manifiestamente mejores a partir de los mismos archivos originales.

En todo caso, conviene insistir en que la fotografía HDR no es necesaria para cada situación. Sólo en aquellos casos en que la gama de luminancias del sujeto exceda la gama tonal reproducible por una fotografía convencional será útil hacer uso de esta técnica. Desgraciadamente, es bastante común encontrarse ante una situación de este tipo. En todo caso y con el continuo descenso en el precio de las tarjetas de memoria, no cuesta apenas tomar un par o dos de exposiciones más de cada imagen, sobreexponiendo y subexponiendo en un par de pasos por si acaso, y dejando así la puerta abierta a una posible «solución HDR».

## Programas y formatos

Como ya se ha explicado, las imágenes HDR se obtienen a partir de varias imágenes convencionales que son yuxtapuestas mediante un programa informático específico<sup>14</sup>. Estas imágenes originales pueden estar almacenadas, en principio, en cualquier formato de archivo, sien-

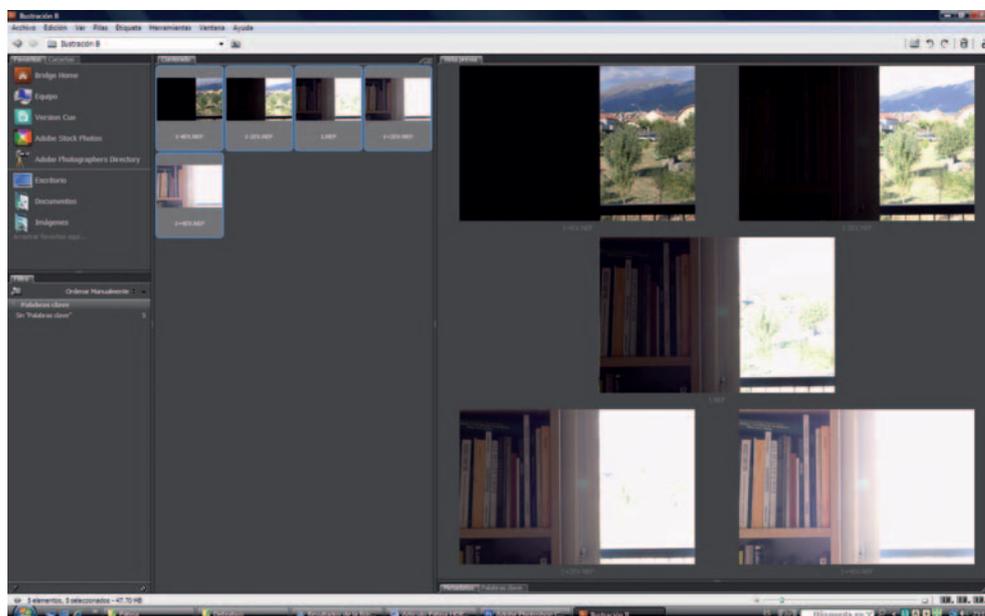
<sup>11</sup> A nivel experimental, existen varios prototipos de monitores HDR cuya apariencia, a decir de los pocos afortunados que han podido observarlos en funcionamiento, es de un realismo asombroso. Es de suponer que en pocos años, con la reducción de costes asociada a su fabricación en serie, todos tendremos acceso a esta tecnología.

<sup>12</sup> A esta manipulación se la denomina comúnmente por el término inglés *tone mapping*, de difícil traducción al castellano, pero que bien podría leerse *redistribución tonal*.

<sup>13</sup> Del inglés, *Low Dynamic Range*, literalmente *baja gama dinámica*.

<sup>14</sup> Haynes (2008a y 2008b) afirma que es factible incluso hacerlo a partir de un único archivo original, ya sea un fotograma de película digitalizado sucesivamente con diferentes niveles de exposición, ya sea un archivo digital en bruto (RAW) procesado de modo análogo. Otros autores, Bloch (2007) entre ellos, consideran *incestuoso* este modo de proceder. Según Bloch, las imágenes así obtenidas no pueden llegar nunca a compararse en gama tonal a las obtenidas a partir de varios originales diferentes.

Fig. 3. El primer paso consiste en tomar 5 imágenes semejantes salvo por su nivel de exposición.



do .jpg y .tif los más comunes. También es posible emplear imágenes en formato RAW, si bien no todos los programas de generación de archivos HDR los admiten. En cuanto a la profundidad de color de los archivos a emplear, ésta puede ser indistintamente de 8 o 16 bits, si bien cuanto mayor sea la profundidad de color de los archivos originales, lógicamente, mejor será el resultado final.

Existen varios programas capaces de obtener imágenes HDR a partir de otras convencionales. Algunos de estos programas son de uso gratuito, otros permiten un período de prueba, sin coste para el usuario, tras el cual éste debe asumir el pago de cierta cantidad por el derecho a seguir haciendo uso de aquél<sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Para una lista bastante completa y actualizada de estos programas con ejemplos de diferentes archivos HDR generados por cada uno de ellos, puede consultarse Smallbone (2008).

<sup>16</sup> Véase, por ejemplo, Siskin y Lynch (2008).

<sup>17</sup> Otra opción alternativa consistiría en combinar dos digitalizaciones (escaneos) de un mismo fotograma realizadas a partir de valores de exposición diferentes. Para un ejemplo de esto, véase Schranz (2007).

<sup>18</sup> El formato Radiance fue propuesto por primera vez por Greg Ward en 1987, lo que hace de él un clásico de la imaginería HDR. Entre sus mayores virtudes está su compatibilidad con prácticamente todos los programas de HDR si bien su precisión para reproducir fielmente los colores no está a la misma altura, lo que le descarta como mejor elección a la hora de emplear esta técnica para reproducir fotográficamente bienes culturales.

## Método de trabajo y ejemplos

La técnica HDR1 puede en ciertos casos, y así ha sido ilustrado<sup>16</sup> resolver o sustituir el uso de complicados sistemas de iluminación por la simple toma de 2 o 3 imágenes del mismo sujeto con distinto nivel de exposición<sup>17</sup>. Sin embargo, esto debe entenderse como un recurso de emergencia ante la imposibilidad de iluminar adecuadamente una toma y no como una recomendación para su empleo cotidiano.

Veamos un caso concreto. Volviendo al ejemplo ilustrado más arriba de una escena que incluye simultáneamente elementos de un paisaje exterior junto a detalles del interior de un edificio, se ha optado por tomar 5 imágenes sucesivas de ella, con una diferencia en el nivel de exposición de 2 pasos entre toma y toma (Fig. 3).

A continuación se abren conjuntamente las 5 imágenes en algún programa de creación de imágenes HDR (en este caso, se ha elegido *Photomatix Pro*<sup>®</sup>). Tras combinarlas, se obtiene una imagen de 32 bits por canal de profundidad de color, cuya apariencia no es nada prometedora. Sin embargo, el detalle está ahí, como se verá (Fig. 4).

El paso siguiente sería guardar la imagen en algún formato que permita conservar la elevada profundidad de color del archivo. Aquí se ha optado por guardarla en un formato denominado *Radiance* (.hdr)<sup>18</sup>. Es preciso ahora obtener una imagen convencional, para lo cual se ha

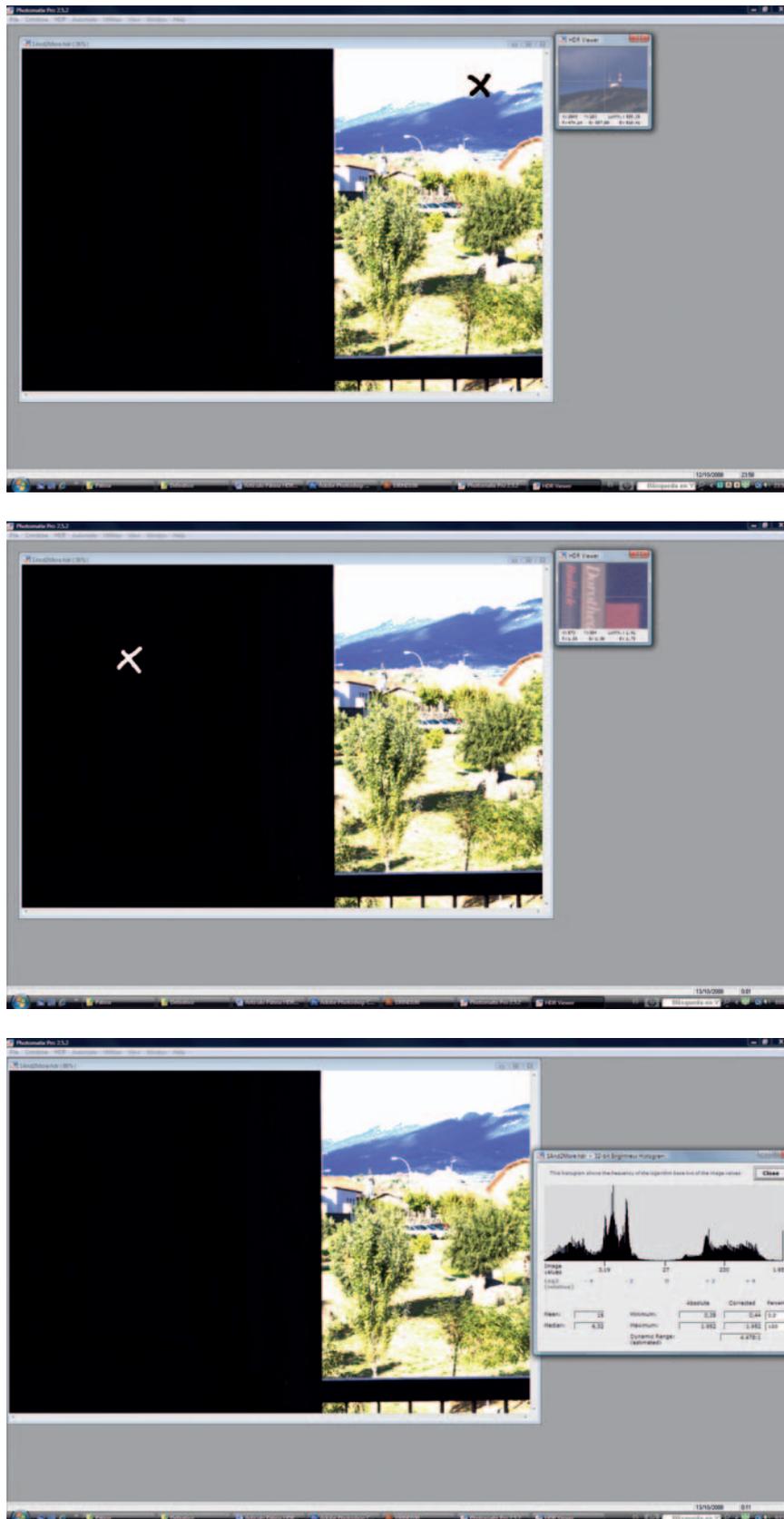
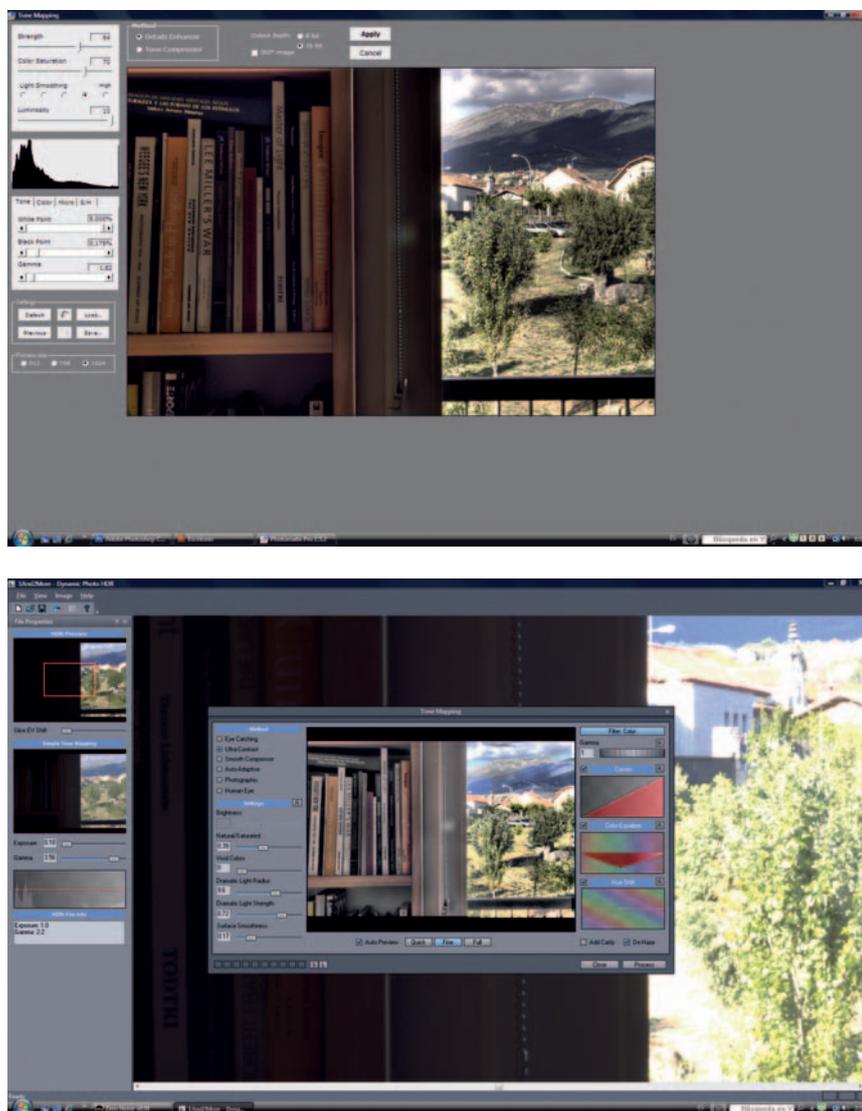


Fig. 4. El flamante archivo HDR parece carecer de detalle tanto en altas luces como en sombras. Nada más lejos de la realidad: basta pasar la herramienta visor HDR sobre el, para observar detalle en toda su superficie. De hecho, y en el caso que nos ocupa, la información de su histograma indica un contraste reproducible estimado de 1: 4.478, superior a los 12 pasos o Valores de Exposición (EV).

Fig. 5. Ejemplo de procesado de la imagen HDR con dos programas diferentes. A este procedimiento por el cual se pasa de un archivo cuya profundidad de color es de 32 bits por canal a otro de 8 bits por canal se le suele denominar con la expresión inglesa *tone mapping*. El procedimiento ofrece muchas posibilidades y pese a lo que pueda parecer a primera vista, resulta por lo general bastante sencillo obtener buenos resultados en un tiempo razonable.



probado sucesivamente con 2 programas diferentes: el ya citado *Photomatix Pro*<sup>®</sup> y el *Dynamic Photo HDR*<sup>®</sup><sup>19</sup> (Fig. 5).

Tras diversas pruebas de reajuste de los valores de luminosidad, tono y contraste, se procede a guardar copia del resultado final en formato JPEG (.jpg) para su impresión o simple envío por Internet (Fig. 6).

## HDR y Conservación – Restauración

Para empezar, cabe decir que la naturaleza reversible de la fotografía HDR va bien con los principios generales de actuación en el campo de la Conservación Restauración.

Por otro lado, y si bien a priori podría pensarse que esta técnica no aporta nada a la hora de documentar fotográficamente bienes culturales tales como los que un restaurador suele manipular en su práctica cotidiana, nada más lejos de la realidad.

<sup>19</sup> Las últimas versiones del ubicuo Adobe Photoshop<sup>®</sup> disponen igualmente de una opción para generar y posteriormente procesar archivos HDR. Para ver un ejemplo de cómo usarlo, véase Burkholder (2007).

A menudo, es preciso fotografiar elementos decorativos situados en lugares donde no es posible disponer iluminación adecuada. También es bastante común enfrentarse a la reproducción (total o parcial) de objetos que presentan un contraste muy elevado, superior al reproducible por el material fotográfico convencional.

Para todos estos casos, la aplicación de la fotografía HDR supone una simplificación metodológica frente a otras opciones de toma fotográfica, cuando no la única solución aceptable para ésta.



## Conclusión

La fotografía HDR constituye un salto cualitativo en la forma de documentar mediante imágenes el aspecto de los bienes culturales. En su estado actual, apenas de incipiente desarrollo, puede considerarse una herramienta de gran utilidad para resolver problemas de índole técnica que hasta ahora no era posible resolver, al menos de forma sencilla, a la hora de afrontar la toma de imágenes de escenas u objetos con una gama de luminosidades amplia. No es arriesgado prever que en poco tiempo, el desarrollo tecnológico (especialmente, en lo que afecta a los dispositivos de captación y salida de imágenes digitales) pueda convertir esta nueva forma de mostrar la realidad en auténtico estándar de representación fotográfica.

Fig. 6.

## Bibliografía

- Adams, Ansel (1981): *The Negative*. Boston, Little, Brown & Company.
- Bloch, Christian (2007): *The HDRI Handbook*. Santa Barbara, Rockynook.
- Burkholder, Dan (2007): «High Dynamic Range Photography». *Photo Techniques* 28 (5), Preston. 31-35.
- Haynes, Barry (2008a): «Compositing Bracketed Photos (Part One)». *Photo Techniques* 29 (2), Preston. 22-24.
- Haynes, Barry (2008b): «Compositing Bracketed Photos (Part Two)». *Photo Techniques* 29 (3), Preston. 29-34.
- Schranz, Paul (2008): «High Dynamic Range Scanning». *Photo Techniques* 29 (4), Preston. 42-43.
- Siskin, John y Lynch, Richard (2008): «HDR Versus Lights». *Photo Techniques* 29 (2), Preston. 13-17.
- Smallbone, Alan (2008): <http://www.pbase.com/snowlep/hdrtest> [consultada en septiembre de 2008]