

# Che cos'è un negativo digitale?

*Un file digitale grezzo (RAW)  
è per definizione la registrazione dei  
dati non elaborati catturati dal sensore  
di una fotocamera insieme ai metadati  
generati dall'apparecchio. Si parla  
di negativo digitale perché questo  
è il termine introdotto da Thomas  
Knoll, il creatore di Camera Raw.*

1

*I negativi digitali sono parenti stretti  
di quelli su pellicola: devono infatti  
essere “sviluppati” o stampati  
per mostrare un'immagine a colori.*

---

Al contrario di un negativo digitale, uno su pellicola è una versione dell'immagine con i valori invertiti, cosa che rende la valutazione visuale molto difficile; tuttavia anche il negativo digitale non è così facile da sfruttare.

Probabilmente non avete mai avuto a che fare con un file grezzo. Come già detto, è costituito dai dati registrati dal sensore della fotocamera, e rappresenta l'immagine così come si forma nell'obiettivo e viene catturata dal sensore dell'apparecchio. Pur contenendo delle informazioni sul colore, l'immagine è in scala di grigio, e per ottenere i colori bisogna elaborarla. I metadati forniscono alcune informazioni relative all'esposizione, al bilanciamento del bianco e ai valori ISO che sono utilizzate da Lightroom e Camera Raw per trasformare il file grezzo in un'immagine a colori.

In questo capitolo esamineremo il negativo digitale e gli elementi che lo compongono.

## Dietro le quinte di un negativo digitale

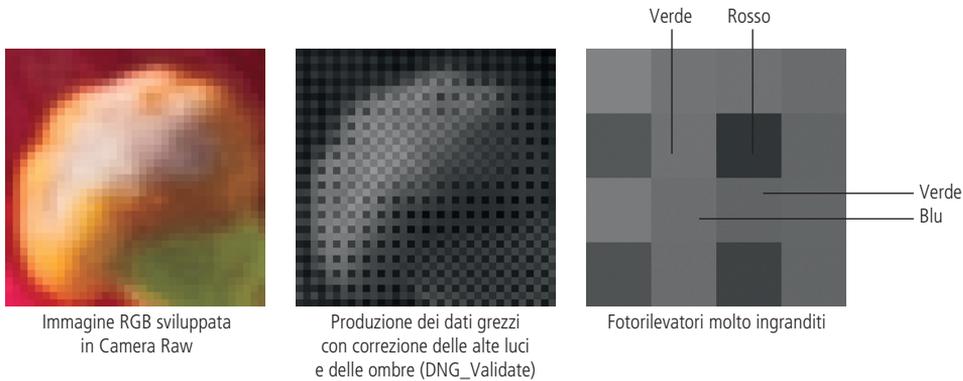
Se fotografate in modalità RAW, l'apparecchio deve trattare il file grezzo in modo da renderlo visualizzabile sul display LCD; un file RAW non elaborato avrebbe una cattiva resa, sarebbe troppo scuro e spento. La Figura 1.1 mostra quattro interpretazioni di un negativo digitale: l'immagine dopo l'editing in Camera Raw, due versioni in bianco e nero e una con una dominante verdastra che sono il risultato di un'elaborazione parziale.



**Figura 1.1** La prima immagine a sinistra è stata elaborata con i parametri predefiniti di Camera Raw. Le immagini seguenti sono state convertite con l'aiuto dell'utilità DNG\_Validate, selezionando delle opzioni diverse per ciascuna: disattivazione della schematizzazione e della curva di trasferimento (seconda immagine), disattivazione della schematizzazione con regolazione dei punti bianco e di nero (terza immagine), schematizzazione con algoritmi rudimentali (quarta immagine).

Un file grezzo contiene alcune informazioni di colore, ma nessuna di queste può essere interpretata dall'occhio umano come colore vero e proprio. Ogni elemento fotosensibile del sensore, detto fotorilevatore, registra dei dati sulla luminanza e genera una carica elettrica proporzionale alla quantità di luce ricevuta.

La Figura 1.2 mostra alcuni ingrandimenti del fiore al centro della foto della Figura 1.1. A sinistra, l'immagine sviluppata in Camera Raw e ingrandita al 3200%; al centro l'immagine prima dell'interpolazione dei colori; a destra una vista molto ingrandita dei fotorilevatori rossi, verdi e blu. Considerato che l'apparecchio utilizzato possiede un dot pitch di 6,4 micrometri (un micrometro equivale a 0,001 millimetri), l'immagine risultante è 2500 volte più grande di quella originale!



**Figura 1.2** I fotorilevatori hanno una dimensione piccolissima.

### DNG\_Validate

Se non riuscite a resistere alla tentazione di ricorrere all'utility DNG\_Validate, sappiate che il suo utilizzo è piuttosto semplice, per quanto sia prediletta perlopiù dai *geek*. Per iniziare, scaricate, gratuitamente, il DNG Software Development Kit all'indirizzo [http://www.adobe.com/support/downloads/dng/dng\\_sdk.html](http://www.adobe.com/support/downloads/dng/dng_sdk.html).

Il software è disponibile in due versioni: per Mac OS e per Windows. Su Mac, avviate il Terminale (sotto **Applicazioni > Utility**), quindi trascinate nella sua finestra il file `dng_validate` (nella cartella `dng_sdk/targets/mac/release`). Digitate **-1 s1 2 s2 3 s3** lasciando uno spazio tra ogni cifra, compresa l'ultima. Trascinate un file DNG nella finestra del Terminale, quindi premete il tasto Invio. Se avete svolto la procedura correttamente, Dng\_Validate crea tre immagini e visualizza un messaggio del tipo *Validate complete*. Le tre immagini (`s1.tiff`, `s2.tiff` e `s3.tiff`) vengono salvate nella vostra cartella utente. Il file `s1.tiff` corrisponde all'immagine grezza, il file `s2.tiff` a una normalizzata ma non schematizzata e il file `s3.tiff` a una schematizzata ma con toni verdastri.

Il Terminale dovrebbe visualizzare un testo come il seguente:

```
OldMacPro:~ schewe/Users/schewe/Desktop/dng_sdk_1_3/dng_sdk/targets/mac/release/dng_validate 1 s1 2 s2 3 s3/Users/schewe/Desktop/DNG-test/_MG_3181.dng
Validating « /Users/schewe/Desktop/DNG-test/_MG_3181.dng »... *** Warning: IFD 0
Copyright has non-ASC II characters ***
Raw image read time: 0.411 sec
Linearization time: 0.045 sec
Interpolate time: 0.562 sec
Validation complete
```

Ricordate che `Dng_Validate` funziona esclusivamente con file DNG prodotti da sensori che usano il filtro di Bayer. Avrete senz'altro notato che la matrice di Bayer della Figura 1.2 ha subito una rotazione di 90°; si tratta di un'immagine verticale, mentre la serie rosso-verde-verde-blu della matrice di Bayer fa sempre riferimento a un'immagine orizzontale.

## I sensori

I meriti dei sensori CCD e CMOS sono sempre oggetto di dibattito, a volte appassionato. La differenza fondamentale tra le due tecnologie sta nella loro fabbricazione. I sensori CMOS (*Complementary Metal Oxide Semiconductor*) sono realizzati nello stesso modo dei circuiti integrati e sono meno costosi da produrre dei sensori CCD (*Charged-Coupled Device*). La differenza di funzionamento tra i due è illustrata di seguito.

- In un sensore CCD, ogni fotorilevatore riceve dei fotoni e accumula una carica elettrica proporzionale alla quantità di luce ricevuta. Alla fine dell'esposizione le cariche vengono trasferite da un fotorilevatore all'altro fino al registro centrale all'uscita del sensore, prima di essere convertite in differenze di potenziale, amplificate e digitalizzate. La conversione del segnale in tensione elettrica viene effettuata attraverso un convertitore analogico-digitale.
- CMOS indica una tecnologia di fabbricazione dei componenti elettrici. I sensori CMOS combinano dei transistor a effetto di campo (MOSFET) costituiti da substrati di tipo *p* e *n*. Un transistor di questo tipo serve a modulare la corrente che lo attraversa attraverso un segnale applicato al suo elettrodo centrale (griglia). A differenza dei fotorilevatori di un sensore CCD, quelli di un sensore CMOS possiedono un amplificatore di segnale proprio; producono quindi meno calore e consumano meno energia di un CCD.

I sensori CMOS sono parte integrante della maggior parte delle reflex professionali in commercio. Producendo poco calore, favoriscono l'uso di funzioni come **Video** e **LiveView**, permettendo di visualizzare l'immagine catturata sul sensore LCD della fotocamera. **LiveView** è particolarmente utile per la precisione dell'inquadratura e della messa a fuoco. In generale, i sensori CMOS

permettono valori ISO più elevati, grazie a un livello di disturbo inferiore a quello dei sensori CCD.

Il rovescio della medaglia è che i sensori CMOS necessitano l'aggiunta di un filtro passa-basso o di antialias per ridurre alcuni artefatti (come l'effetto scalettato, il moiré e così via) generati dall'interpolazione dei colori. Il *moiré* è prodotto dall'interferenza dovuta dalla sovrapposizione di due trame, per esempio la griglia dei pixel del sensore e la texture del soggetto; si manifesta quando si fotografano tessuti e altri oggetti la cui struttura è regolare e composta da una rete di linee verticali e orizzontali.

La maggior parte delle reflex digitali più recenti è dotata di un filtro passa-basso scarsamente efficace, e altre ne sono addirittura sprovviste (Leica M9, Nikon D800E e Nikon D7100). In genere questi filtri riducono la nitidezza delle immagini, ragione per cui è necessario compensare con un contrasto più pronunciato. Gli apparecchi che non integrano questo filtro producono immagini più definite, ma con un certo numero di artefatti.

I sensori CCD sono presenti nelle digitali compatte più diffuse e anche negli apparecchi di medio formato; i loro fotorilevatori sono più grandi, e sono anche più efficaci nel controllare la luce. Diversamente dai sensori CMOS, quelli CCD non hanno filtri passa-basso e producono immagini più nitide, seppure con una certa tendenza a produrre artefatti sgradevoli.

Negli ultimi anni, i sensori CMOS hanno avuto uno sviluppo esponenziale, grazie soprattutto alla loro fabbricazione semplice e poco onerosa.

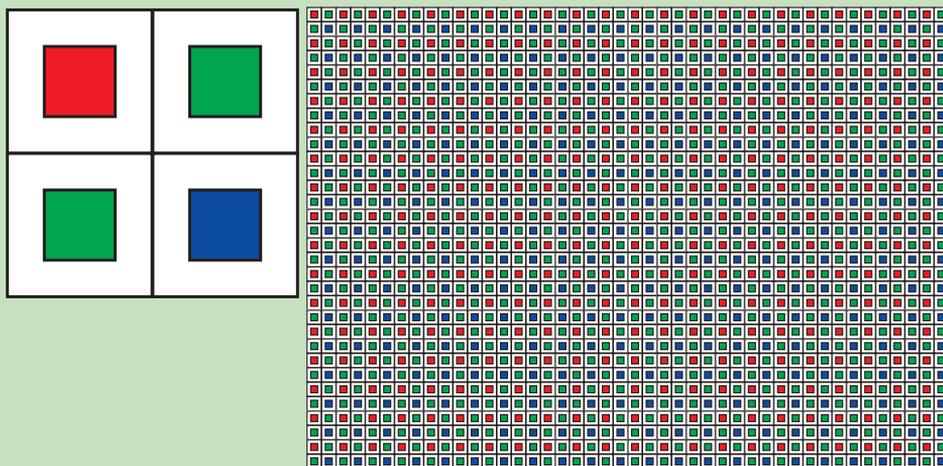
Vediamo due esempi emblematici di apparecchi dotati di sensori CMOS e CCD: venduta a circa 3000 euro, la Nikon D800E integra un solido sensore CMOS  $24 \times 36$  a 36 megapixel; la digitale di medio formato Phase One IQ180 integra un sensore CCD a 40 megapixel, ed è molto più cara (circa 22.000 euro). Se le differenze tra i due sistemi sono più importanti di quanto il semplice confronto tra prezzi e megapixel lasci pensare, la Nikon D800E è un ottimo apparecchio per chi ha come obiettivo la produzione di stampe di grandi dimensioni molto dettagliate.

### La matrice di Bayer

Il *mosaico di Bayer*, chiamato anche *filtro* o *matrice di Bayer*, è una matrice di filtri colorati posta davanti a un sensore. La matrice suddivide i filtri secondo una sequenza verde-rosso-verde-blu. Prende il nome dal suo inventore, Bryce E. Bayer, di Eastman Kodak. Nel suo brevetto, datato 1976, Bayer qualifica i fotorilevatori ricoperti dai filtri verdi come “sensibili alla luminanza” e gli altri, ricoperti dai filtri blu e rossi, come “sensibili alla cromaticità”. La matrice utilizza quindi tanto dei filtri verdi quanto dei filtri rossi+blu per riprodurre la fisiologia dell'occhio umano (ecco perché la deschema-tizzazione rudimentale dell'utility DNG\_Validate produce delle immagini verdastre).

La Figura 1.3 mostra gli elementi che costituiscono una matrice di Bayer. Il ruolo del mosaico è quello di produrre delle immagini a colori a partire da una cattura in bianco e nero. Ogni elemento fotosensibile dotato di un filtro colorato riceve solo la luce della lunghezza d'onda corrispondente. Per ottenere informazioni complete sul colore, occorre procedere a un'interpolazione, o *deschematizzazione* o *demosaicizzazione*; il software di conversione utilizza una parte dei metadati presenti nel file per calcolare, pixel per pixel, le informazioni sul colore mancanti a partire dalle celle dei pixel vicini. Per farlo, Camera Raw e Lightroom utilizzano alcuni algoritmi molto sofisticati. Purtroppo l'interpolazione dei colori si accompagna spesso a un abbassamento della risoluzione nativa del file grezzo. Così, per esempio, una risoluzione di un file di 24 megapixel non corrisponderà a nient'altro che a una di 16 megapixel. Tuttavia non è un problema grave, considerato che il sensore ha numerosi fotorilevatori.

Quasi tutti i sensori ricorrono a una matrice di Bayer, ma alcuni usano dei filtri di tipo CYGM (*Cyan, Yellow, Green, Magenta*, cioè ciano, giallo, verde, magenta) o RGBE (*Red, Green, Blue, Emerald*, cioè rosso, verde, blu, smeraldo/ciano). Il sensore Foveon X3, che è costituito da tre strati sovrapposti di fotorilevatori, non attua alcuna interpolazione dei colori. Alcuni sensori numerici, come l'Hasselblad H4D-200MS, permettono di produrre 4 o 6 immagini successive grazie a un decremento del sensore di 1 pixel tra le viste. Concepito per ottenere immagini con una risoluzione più importante, questo metodo consente di attenuare l'interpolazione. Proposto a oltre 40.000 euro, l'H4D-200MS multishot è tutto tranne un prodotto destinato al grande pubblico, e la modalità di esposizione multipla funziona solo con soggetti immobili e con l'apparecchio montato su un treppiede molto solido.



**Figura 1.3** Dettaglio di un mosaico di Bayer con fotorilevatori dotati di filtri rossi, verdi e blu (a sinistra). Vista generale di una matrice di Bayer composta da diverse centinaia di fotorilevatori (a destra).

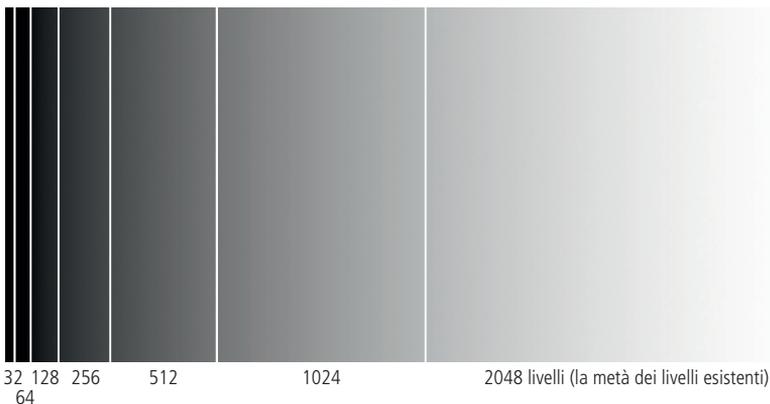
## Caratteristiche di un negativo digitale

### Cattura lineare

Se mettete una moneta nel palmo di una mano e poi ne aggiungete un'altra, il peso non vi sembrerà raddoppiare. Analogamente, se raddoppiate il numero di fotoni che raggiungono la vostra retina, la scena vi sembrerà più luminosa, ma non del doppio: i nostri occhi sono infatti in grado di adattarsi a un cambiamento nell'intensità della luce.

Il sensore di una fotocamera digitale non possiede questa caratteristica della percezione dell'occhio: conta infatti i fotoni in modo lineare. Se una fotocamera codifica uno scatto a 12 bit, ogni livello di colore ne genera 4096, ovvero 4096 variazioni di luminosità tra il nero e il bianco. Il livello 2048 rappresenta esattamente la metà dei fotoni registrati al livello 4096. Se ce ne vogliono 4096 perché l'apparecchio registri il livello 4096, ci vorrà allora la metà dei fotoni perché registri il livello 2048 e l'altra metà per registrare il livello 1024. In una cattura lineare, il livello corrisponde dunque sempre al numero di fotoni catturati.

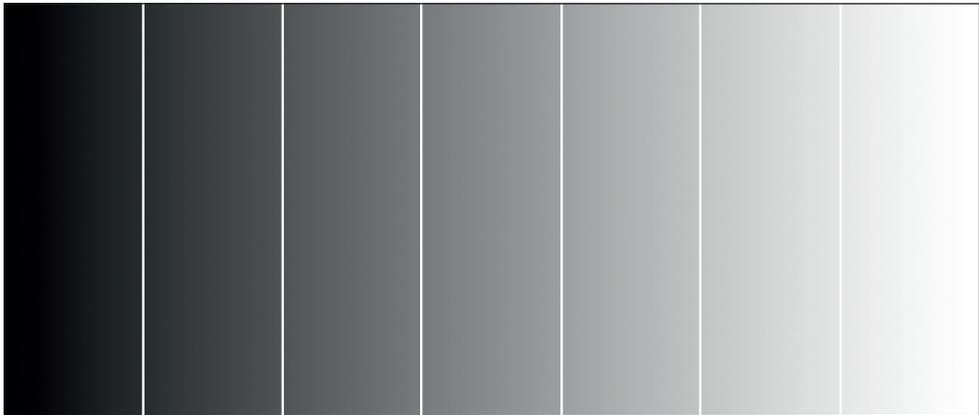
Questa caratteristica lineare dello scatto digitale ha delle conseguenze importanti sull'esposizione. Quando una fotocamera registra una gamma dinamica di sette diaframmi (che è più o meno quella delle reflex digitali odierne), la metà dei 4096 livelli è influenzata dal diaframma più luminoso, la metà del resto (1024 livelli) dal diagramma inferiore, la metà restante (512 livelli) dal diaframma seguente e così via. Il diaframma più scuro, che corrisponde alle parti più buie, non sarà definito che da 32 livelli. La Figura 1.4 mostra come il sensore registra la stessa gamma di sette diaframmi dal nero al bianco.



**Figura 1.4** Sfumatura che rappresenta una cattura lineare.

Il sensore percepisce la luce in modo decisamente diverso. Non può emulare la visione umana con l'aiuto di una curva logaritmica, ma queste curve, che servono a definire il contrasto di un'immagine, sono così facili da utilizzare e

sufficientemente vicine alla percezione umana che le si ritrova negli spazi colore usati per l'editing delle immagini, in una gamma compresa tra 1,8 e 2,2. Per esempio, lo spazio colore ProPhoto RGB utilizza una gamma di 1,8, quello Adobe RGB una di 2,2. Se visualizzate un'immagine dotata di una gamma lineare (1,0) in Photoshop senza applicare contemporaneamente una curva di compensazione, vi apparirà buia.



**Figura 1.5** Sfumatura che rappresenta una cattura logaritmica.



**Figura 1.6** Confronto tra la cattura lineare (a sinistra) e l'immagine elaborata in Camera Raw (a destra).

Uno dei compiti principali di un convertitore di file grezzi è quello di trasformare la gamma lineare dello scatto in una curva logaritmica, affinché i livelli registrati corrispondano il più possibile alla visione umana. Nella pratica, la distribuzione delle tonalità di una gamma lineare in una logaritmica è però molto più complessa della semplice correzione della curva. Quando ritocchiamo un file grezzo, iniziamo solitamente con il ridurre le estremità dell'istogramma nei punti di nero e di bianco, dopodiché regoliamo i valori medi e il contrasto. La distribuzione delle tonalità è quindi più articolata della formula che calcola la gamma. Se vogliamo che le nostre immagini sopravvivano a questa suddivisione senza degradare, è indispensabile che siano ben esposte.

## Esposizione digitale

Ai tempi della pellicola avevo preso l'abitudine di variare l'esposizione delle mie diapositive  $20 \times 25$  a intervalli di  $1/6$  EV, da una parte per poter fatturare ai miei clienti spese maggiori per i consumabili e lo sviluppo, e dall'altra perché lo scarto tra due esposizioni era sufficientemente grande da permettere di distinguere le differenze appoggiando il negativo sul tavolo luminoso. Questo modo di procedere non ha più alcun senso, perché le reflex digitali sono dotate di sistemi di misura molto sofisticati, e la luminosità e il contrasto dei file RAW possono essere regolati in modo preciso in Camera Raw e Lightroom.

Una buona esposizione è indispensabile tanto con la pellicola quanto con il digitale, ma ci sono due parametri da prendere in considerazione: la gamma di contrasto del soggetto fotografato e la gamma dinamica del sensore dell'apparecchio. Se lavorate all'aperto con un cielo sereno, la gamma di contrasto di un paesaggio supera spesso quella dinamica del sensore. Di fronte a questo dilemma, conviene fare una scelta di ordine estetico: se sottoesponete la foto per conservare le alte luci, perderete molti dei dettagli che l'apparecchio potrebbe cogliere nelle ombre, ma se la sovraesponete, rischiate di bruciare le alte luci. Occorre quindi identificare le parti più importanti dell'immagine (alte luci o ombre) e poi esporre a seconda delle vostre preferenze.

Per scegliere l'esposizione più adatta, è buona norma conoscere la gamma dinamica del sensore. Ci sono vari modi per valutare le capacità di una fotocamera: uno consiste nel fotografare tenendo come riferimento una scala di grigi e calcolare la gamma dinamica del sensore seguendo una procedura di test molto rigorosa e complessa. Il sito DxOMark (<http://www.dxomark.com/>), concepito e mantenuto da DxO Labs, produttore del software di editing RAW DxO Optics Pro, ha testato la gamma dinamica della maggior parte delle reflex e delle digitali di medio formato. Secondo il sito, il sensore della Nikon D800 possiede una gamma dinamica equivalente a 14,4 EV, mentre quello della Canon EOS 5D Mark III ne ha una equivalente a 11,7 EV. Vuol dire che la Nikon avrà una gamma dinamica migliore della Canon? Senz'altro, ma ricordiamo che questo non è che uno dei numerosi parametri di cui tener conto.

Un altro modo per valutare la gamma dinamica di un sensore è quello di scattare in condizioni di luminosità diverse e poi analizzare i risultati. Personalmente utilizzo un esposimetro manuale per misurare i valori EV delle alte luci e delle ombre di cui desidero conservare i dettagli. In seguito confronto l'immagine risultante con un'altra esposta secondo il mio metodo consueto. (Se non avete un esposimetro manuale, potete utilizzare quello del vostro apparecchio in modalità Spot.)

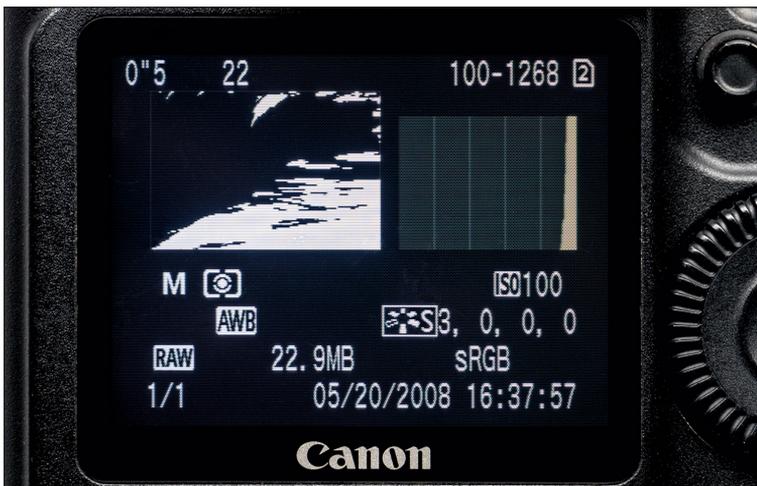
In alcune situazioni, una sola esposizione non basta per registrare tutte le informazioni sul soggetto. Scattando con più esposizioni, potete trasformare

un'immagine contrastata in una dalla gamma dinamica molto estesa (HDR) che mantiene tutte le informazioni, tanto nelle alte luci quanto nelle ombre.

È stato un caso specifico a convincermi della potente gamma dinamica che può essere registrata da un file grezzo: si tratta di una foto delle cascate del Niagara scattata con una Canon EOS 1Ds Mark III. Secondo DxOMark, questo apparecchio ha una gamma dinamica di 12 EV. Per fotografare il fiume vicino all'arco delle cascate, ho scelto una velocità dell'otturatore molto bassa, così da trasmettere il movimento dell'acqua.

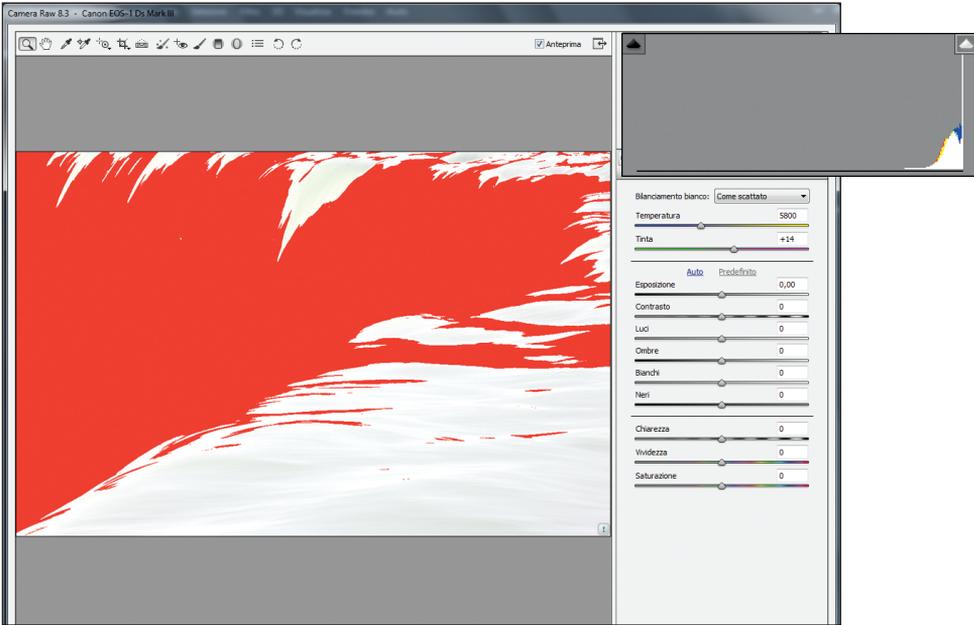
La scena era illuminata in maniera diretta, e la gamma di contrasto moderata, ma la luce era comunque piuttosto forte. Ho regolato l'apertura dell'obiettivo sul valore minimo e ho provato velocità dell'otturatore diverse, tra 1/20 e 1 secondo. Più tardi, riguardando le immagini sul display, ho visto che la maggior parte di esse era decisamente sovraesposta, e ho pensato di aver fallito tutta la sessione.

La Figura 1.7 mostra l'immagine come si presentava sul display: l'avvertimento di sovraesposizione copre gran parte della foto e l'istogramma non mostra che un ritaglio all'estremità destra del grafico.

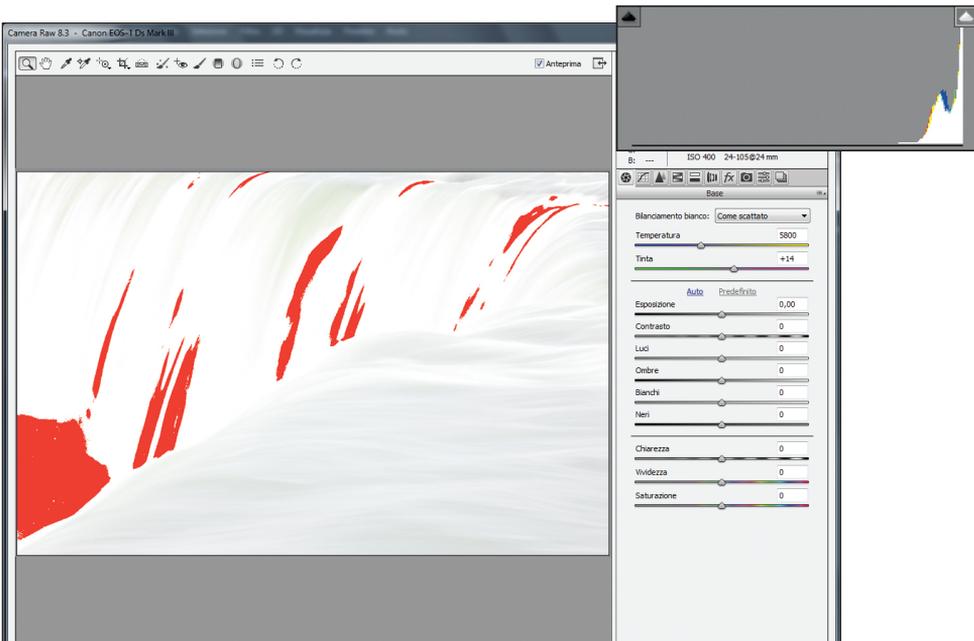


**Figura 1.7** Il display LCD mostra un'immagine apparentemente irrecuperabile, almeno stando alle informazioni fornite dall'istogramma.

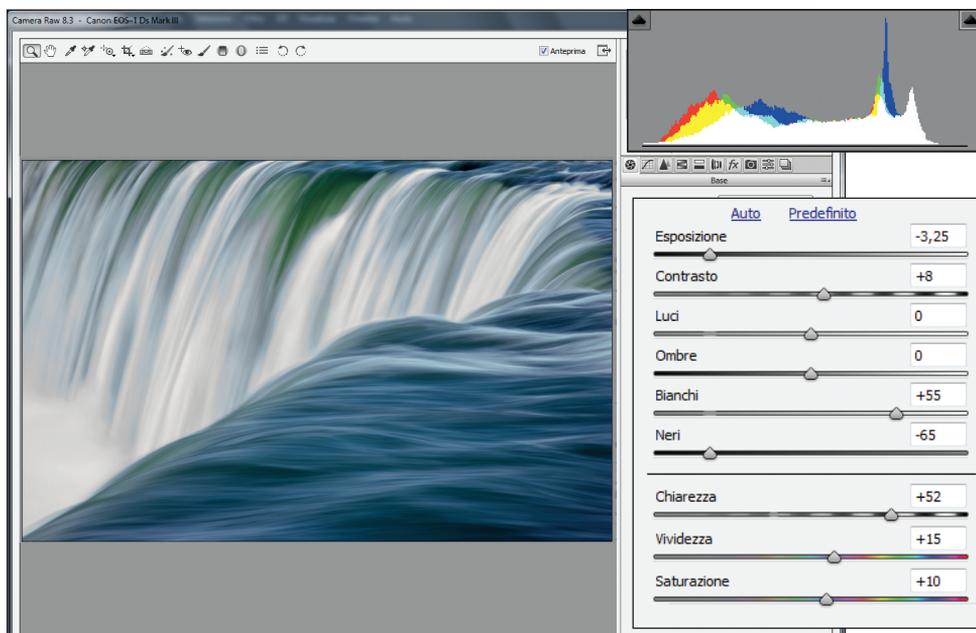
Tornato in studio, ho aperto l'immagine sul computer e ho notato più sfumature, ma non bastava a convincermi di poterla utilizzare. Tuttavia, grazie ad alcuni interventi piuttosto radicali effettuati con l'aiuto degli strumenti **Curva di viraggio** e **Neri**, sono riuscito a produrre un'immagine non solo sfruttabile, ma che corrispondeva a quanto volevo ottenere fin dall'inizio. Le figure che seguono mostrano le tre tappe della correzione in Camera Raw 8.



**Figura 1.8** La stessa immagine, stavolta aperta nella finestra di Camera Raw. È stata esposta per mezzo secondo a f/11. L'istogramma mostra poche informazioni, e tutte a destra del grafico. Attivando l'indicatore di ritaglio della alte luci, le informazioni sovraesposte appaiono sottolineate in rosso nell'immagine. Ho utilizzato la Versione elaborazione 2010, i cui algoritmi di distribuzione delle tonalità corrispondono a quelli usati da Lightroom 3.



**Figura 1.9** La stessa immagine, convertita con la Versione elaborazione 2012, usata da Lightroom 4 e 5. Le informazioni sovraesposte, sottolineate in rosso, sono molto meno numerose e l'immagine presenta più sfumature nelle alte luci. Sebbene la resa non sia ancora accettabile, è un miglioramento importante.



**Figura 1.10** Per produrre questo risultato occorre un'unica regolazione: ho fatto clic su Auto per applicare una correzione automatica delle tonalità. L'immagine risultante è diventata utilizzabile e anche molto bella. Notate l'assenza di ritaglio nelle alte luci e nelle ombre, sia nell'immagine sia nell'istogramma. Il pannello Base mostra le correzioni effettuate da Camera Raw. Ho semplicemente aumentato la chiarezza, la vividezza e la saturazione per rafforzare il contrasto locale e la saturazione.

Da questa esperienza ho imparato una serie di cose.

- Un filtro a densità neutra (ND) può essere utile per abbassare la velocità senza sovraesporre le foto; me ne sono procurato uno che permette di ridurre la luminosità di 3 EV.
- Non si deve mai giudicare l'esposizione basandosi esclusivamente sull'immagine e sull'istogramma sul display; l'indicatore di ritaglio di quest'ultimo pecca spesso di eccesso di prudenza e può indurre in errore.
- Camera Raw e Lightroom possiedono strumenti potenti per recuperare informazioni nei valori estremi.
- Una cattura lineare può comportare la "falsa" sovraesposizione delle informazioni, che possono essere facilmente recuperate a posteriori nel software di editing RAW.

## Esporre a destra

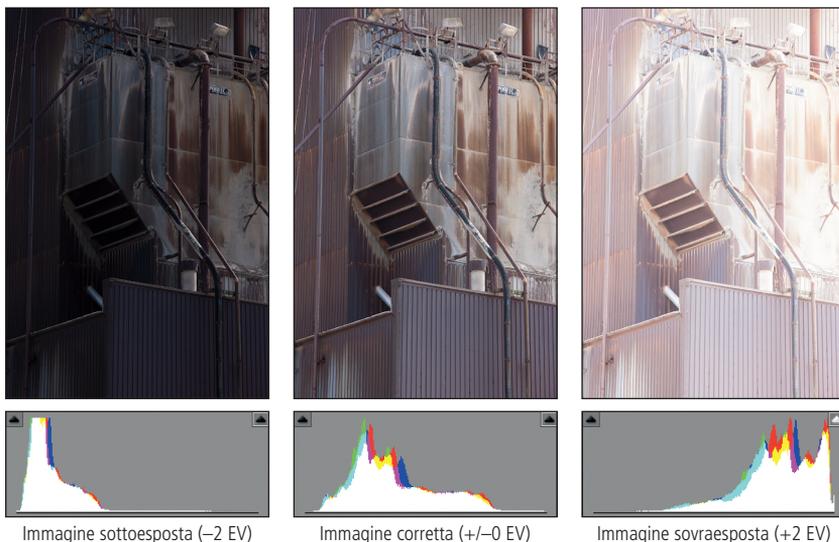
L'espressione *esporre a destra* è apparsa per la prima volta in un articolo di Michael Reichmann pubblicato sul sito Luminous Landscape. Fa riferimento a una conversazione tra lui e Thomas Knoll a proposito dell'esposizione delle immagini digitali. Knoll suggeriva di sovraesporre in modo controllato di quel minimo

sufficiente affinché la gamma di contrasto della scena fosse inferiore alla gamma dinamica del sensore. In questo modo è possibile migliorare il rapporto segnale/disturbo del sensore, che ha molto peso nelle parti più esposte.

L'esposizione a destra non migliora le immagini quando il contrasto della scena è inferiore alla gamma dinamica del sensore. In effetti serve poco aprire il diaframma quando cercate una certa profondità di campo per ottenere un'immagine nitida; d'altra parte, non serve a nulla scegliere una velocità dell'otturatore bassa se poi ottenete un'immagine sfocata.

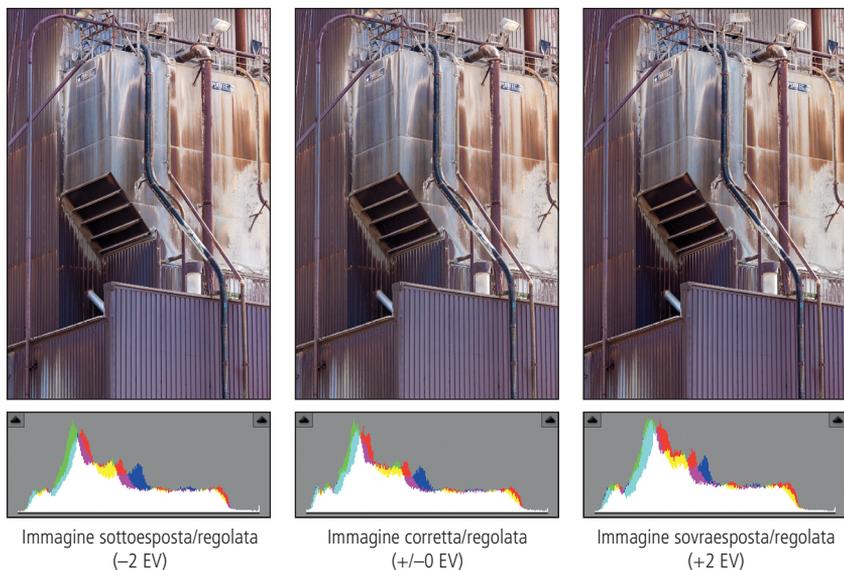
L'esposizione a destra ha senso solo quando si può aumentare l'esposizione (per catturare più fotoni) senza compromettere altri parametri dell'immagine. Non si tratta quindi di sovraesporre le immagini in modo arbitrario. Il consiglio di Thomas Knoll e Michael Reichmann è quello di conoscere la gamma dinamica del proprio apparecchio e di approfittarne, oltre che di valutare la gamma di contrasto del soggetto per regolare l'esposizione della fotocamera nel modo più opportuno. Non è una sovraesposizione, quanto un'esposizione preposta a ottimizzare il rapporto segnale/disturbo del sensore e la qualità delle immagini. Ma l'esposizione a destra è davvero efficace? Non ne sono del tutto convinto.

Per il prossimo esempio, ho utilizzato la funzione di bracketing automatico della mia fotocamera per esporre una serie di cinque scatti, separati tra loro da uno scarto di esposizione di 1 EV, tra  $-2$  e  $+2$  EV. La Figura 1.11 mostra le immagini più sottoesposte e più sovraesposte, oltre all'esposizione suggerita dall'apparecchio.



**Figura 1.11** Una sequenza di tre immagini prima della correzione. L'immagine sottoesposta di 2 EV (a sinistra) è scura, e le sue informazioni occupano solo la parte sinistra dell'istogramma. Nel grafico dell'immagine ben esposta (a centro), le informazioni sono distribuite in modo uniforme, senza ritaglio nelle alte luci né nelle ombre. Le informazioni dell'immagine sottoesposta di 2 EV (a destra) occupano la metà destra dell'istogramma, con alcuni ritagli.

Nonostante le apparenze, è perfettamente possibile recuperare le immagini più sotto e sovraesposte. Grazie agli strumenti di correzione della tonalità di Camera Raw, ho potuto schiarire l'immagine sottoesposta e scurire quella sovraesposta in modo da produrre tre foto la cui resa è simile (Figura 1.12).



**Figura 1.12** Le tre immagini regolate in modo da armonizzare la tonalità e i colori. Le immagini e gli istogrammi si assomigliano. Ho cominciato con il modificare l'immagine esposta correttamente con i seguenti parametri: Esposizione +0,10, Bianchi +43, Neri -26, Contrasto +14. Per le immagini sotto e sovraesposte, ho regolato perlopiù il cursore Esposizione (+2,05 e -1,90). Il ritaglio nelle alte luci delle immagini sovraesposte è stato corretto con l'aiuto di questo parametro.

Se questo esempio dimostra che è possibile correggere in modo soddisfacente le immagini eccessivamente sotto o sovraesposte, non è però questo il nostro obiettivo principale. A ben guardare, la qualità delle tre immagini è piuttosto diversa: ingrandendo quelle corrette ed esaminando il livello di disturbo di ciascuna, si vede chiaramente che è molto meglio riuscire a catturare un maggior numero di fotoni (Figura 1.13).



**Figura 1.13** Ingrandimento al 400% delle tre immagini precedentemente corrette. Si notano subito differenze notevoli in termini di disturbo.

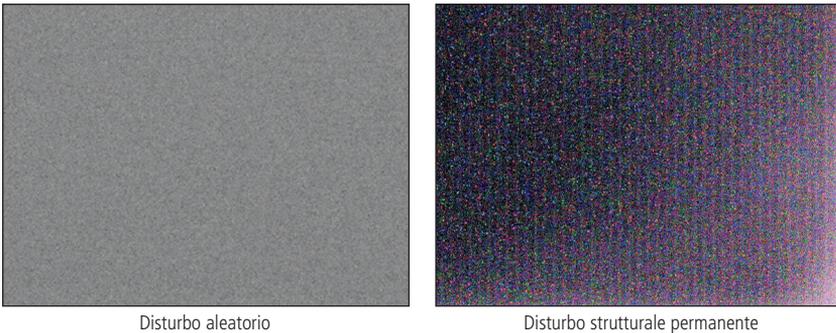
L'esempio prova l'efficacia dell'esposizione a destra per quelle scene in cui il contrasto non supera la gamma dinamica del sensore. La sovraesposizione controllata aumenta il rapporto segnale/disturbo del sensore; questo riceve più fotoni e produce quindi meno disturbo, il che favorisce la qualità dell'immagine.

### Rapporto segnale/disturbo

Il rapporto segnale/disturbo indica la qualità della trasmissione di un'informazione e il rapporto di potenza tra i due. Più il rapporto è alto (e più i fotoni catturati dal sensore sono numerosi), più migliora la qualità delle immagini.

### Disturbo e sensibilità ISO

A seconda del sensore, dell'esposizione e della sensibilità, il disturbo ha effetti diversi, più o meno fastidiosi. Ci sono più fonti di disturbo che producono due tipi di effetti: il *disturbo aleatorio* e quello *strutturale permanente* (Figura 1.14). Il primo dovrebbe chiamarsi più correttamente disturbo pseudoaleatorio, poiché la sua distribuzione segue la legge di Poisson.



**Figura 1.14** Le due categorie di disturbo più comuni.

Laddove è possibile eliminare il disturbo strutturale permanente attraverso il software, quello aleatorio è difficile da rimuovere, per quanto un'applicazione di sfocatura possa contribuire a ridurlo. Il livello di disturbo mostrato nell'esempio può sembrare un po' estremo: si tratta di due immagini scattate con una vecchia Canon EOS 10D che ho conservato per questi usi. (Avrei fatto molta più fatica a produrre degli esempi così significativi con degli apparecchi moderni.)

Per mostrare il disturbo aleatorio, ho scelto una sensibilità di 3200 ISO, mentre per il disturbo strutturale permanente ho impostato 100 ISO con un'esposizione di 30 minuti con il copri-obiettivo al suo posto; si tratta di un'esposizione ovviamente esagerata per questo tipo di sensore, e per questo produce una texture di disturbo strutturale molto evidente.

Sebbene il disturbo si manifesti in due sole forme, le cause che lo provocano possono essere tre.

- Il *disturbo dei fotoni* è la conseguenza della natura stessa della luce, e il suo livello è direttamente proporzionale all'esposizione ed è parte integrante del segnale utile. Preponderante nelle alte luci, è frutto dell'emissione irregolare e imprevedibile dei fotoni; ogni pixel del sensore riceve una quantità diversa di fotoni, e questo anche se il soggetto ha una luminosità omogenea. In linea generale, più la luce ricevuta è forte, più il rapporto segnale/disturbo è elevato; meno il disturbo è importante più il livello di disturbo dei fotoni si riduce. Ricordate che il disturbo dei fotoni non è influenzato dai progressi apportati dai sensori e dai processori incorporati; sarà dunque sempre presente, anche con un sensore perfetto.
- Il *disturbo di lettura* dipende dall'apparecchio utilizzato, e quindi oggi è quasi irrilevante. Al di là di una variazione introdotta per la regolazione della sensibilità, questo tipo di disturbo è indipendente sia dalle regolazioni della fotocamera sia dalle condizioni della ripresa. Spesso è costituito dal disturbo aleatorio e da quello strutturale, che è particolarmente incisivo e si presenta solitamente sotto forma di righe orizzontali e verticali. In genere lo si può correggere attraverso un doppio campionamento correlato che si basa su due misurazioni per ciascun fotorilevatore. La prima ha luogo quando il fotorilevatore viene reinizializzato e la seconda alla fine dell'esposizione; lo scarto tra le due misurazioni viene utilizzato come correzione del segnale nei due passi successivi del trattamento da un amplificatore di guadagno e dal convertitore analogico-digitale.
- Il *disturbo di oscurità* è dovuto al riscaldamento del silicio quando il sensore è sotto tensione. Il numero di interferenze che si crea è proporzionale alla temperatura interna del sensore: più è alta, più il numero dei pixel colorati è elevato. Come il disturbo di lettura, quello di oscurità possiede spesso una struttura tanto aleatoria quanto permanente; quest'ultima è legata ad alcuni componenti elettronici situati nei pressi del sensore, il cui posizionamento può produrre delle interferenze distribuite in modo irregolare nell'immagine. Anche in questo caso è possibile utilizzare le stesse procedure che servono per correggere la componente strutturale del disturbo di lettura. Notate che le fotocamere astronomiche di alta gamma e alcune di medio formato utilizzano dei sistemi di raffreddamento per ridurre o eliminare il disturbo di oscurità.

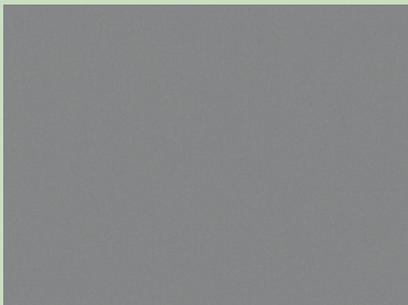
Nell'esempio della Figura 1.14, il disturbo aleatorio è dovuto principalmente a quello dei fotoni, che è indipendente dal valore ISO a cui è impostata la fotocamera (leggete il riquadro "Disturbo e sensibilità ISO elevate" per saperne di più). Nella stessa figura, il disturbo strutturale permanente mescola diversi tipi di disturbo: una texture granulata, delle strisce verticali e del disturbo di oscurità che si manifesta soprattutto nell'angolo inferiore destro e che è stato

provocato da un riscaldamento dei componenti elettronici dell'apparecchio durante l'esposizione di 30 minuti.

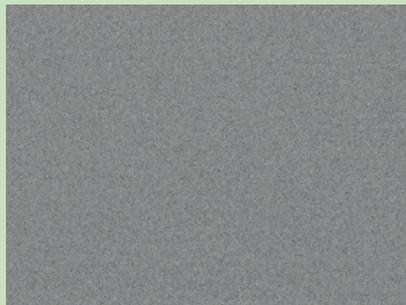
Per la cronaca, ho rinunciato all'estrazione via software di una seconda immagine per mostrare come ridurre il disturbo dovuto alle lunghe esposizioni (tramite una funzione personalizzata nel menu della fotocamera). Da una parte intendevo ottenere un esempio significativo per illustrare il disturbo di oscurità, e dall'altra non avevo semplicemente intenzione di aspettare la fine di un'altra esposizione di 30 minuti!

### Disturbo e sensibilità ISO elevate

L'aumento della sensibilità ISO della fotocamera amplifica il segnale e aumenta il disturbo dei fotoni, quello di lettura e quello di oscurità. Anche gli amplificatori del segnale producono un disturbo e contribuiscono ad accrescere il livello generale del disturbo nell'immagine finale. La scelta di un valore ISO elevato implica quindi sempre un aumento sistematico di questo inconveniente, in particolare nelle ombre, dove il rapporto segnale/disturbo è meno favorevole. Considerato che il disturbo si amplifica quando l'ISO è alto, il segnale del disturbo di un'immagine corrisponde poco o niente a quello di un'altra scattata in base alla sensibilità di base dell'apparecchio: il disturbo è più forte. Confrontate le due immagini della Figura 1.15, scattate a 100 e a 3200 ISO.



Disturbo percepibile a 100 ISO



Disturbo percepibile a 3200 ISO

**Figura 1.15** Segnale del disturbo di una Canon EOS 10D a 100 ISO e a 3200 ISO.

Più il sensore è moderno, più la sua capacità di raccogliere i fotoni conta e migliore sarà la granulosità del disturbo. I produttori hanno compiuto grandi sforzi per perfezionare la sensibilità dei sensori, in particolare riducendo lo spazio tra i fotorilevatori e migliorando l'architettura delle microlenti. Alcuni apparecchi recenti propongono delle sensibilità molto elevate di 25.600 ISO e oltre, che però non sono state ottenute dall'amplificazione del segnale: il guadagno in sensibilità è dovuto a un aumento di quello digitale, che corrisponde a una sottoesposizione di 1,2 o 3 EV, seguita da una correzione dell'esposizione. La sensibilità ISO più elevata di queste fotocamere è dunque più bassa, e si colloca attorno ai 3200 o 6400 ISO, parametro utilizzabile senza problemi nella realtà.

Ricordate che il disturbo sarà sempre presente nelle immagini digitali, a prescindere dai progressi realizzati in questo campo; nondimeno, sarà più significativo a ISO elevati. La sua correzione si riduce quasi sempre nella regolazione della luminanza e della crominanza, anche se i comandi differiscono tra un software e l'altro. Gli algoritmi attuali sono talmente efficaci che dovrete ricorrere raramente a delle applicazioni specializzate.

Camera Raw e Lightroom propongono diversi algoritmi per ridurre il disturbo di crominanza e di luminanza. Tutte le fotocamere i cui sensori sono dotati di una matrice di Bayer producono del disturbo cromatico come effetto secondario dell'interpolazione dei colori. Il disturbo cromatico è indipendente dal valore ISO impostato nell'apparecchio, per quanto sia più visibile alle sensibilità più elevate. Può manifestarsi in tutta l'immagine – cioè nelle alte luci, nei mezzitoni e nelle ombre – ma varia da una fotocamera all'altra. La maggior parte dei software di editing RAW fa un ottimo lavoro nell'eliminare il disturbo cromatico, tanto che in genere basta usare la regolazione di default.

La Figura 1.16 mostra il disturbo cromatico di un file RAW ripreso a 3200 ISO. Anche qui ho utilizzato la mia vecchia Canon 10D per rendere il disturbo ben visibile; le fotocamere digitali più nuove mostrano sempre meno disturbo, e spesso è sufficiente lasciare il cursore per la correzione del disturbo cromatico di Camera Raw e Lightroom al suo valore predefinito (25).



**Figura 1.16** Riduzione del disturbo cromatico e di luminanza in Camera Raw.

Per la valutazione e la correzione del disturbo, è importante sapere se questo dovrà apparire o meno nell'immagine finale. Il campionamento a una dimensione più piccola è una tecnica molto efficace per ridurre il disturbo. Ricordate sempre che la scelta di un rapporto d'ingrandimento uguale o superiore a 1:1 (un punto dello schermo corrisponde a un pixel dell'immagine) non offre una rappresentazione realistica della texture del disturbo. È piuttosto preferibile visualizzare l'immagine al 25% (1:4) o al 50% (1:2) della sua dimensione effettiva in pixel, per quanto si tratti di una risoluzione inferiore a quella della stampante.

Se è vero che alcuni software di editing RAW, e in particolare quelli proposti dai produttori delle fotocamere, tendono a far sparire il disturbo di luminanza tramite il ritaglio delle ombre, rimane sempre utile una correzione in Camera Raw e Lightroom.

### Formato RAW e spazi colore

Se fotografate nel formato RAW, la regolazione dello spazio colore non avrà alcuna influenza sul volume dei colori catturati dalla fotocamera. La scelta dello spazio colore peserà esclusivamente sulla vista del JPEG incorporato nel file RAW e sulla visualizzazione dell'immagine sul display LCD della fotocamera. Una volta che l'immagine viene trasferita sul disco del vostro computer, solo una manciata di metadati ricorderà la vostra scelta dello spazio colore durante lo scatto.

## Interpretazione dei colori

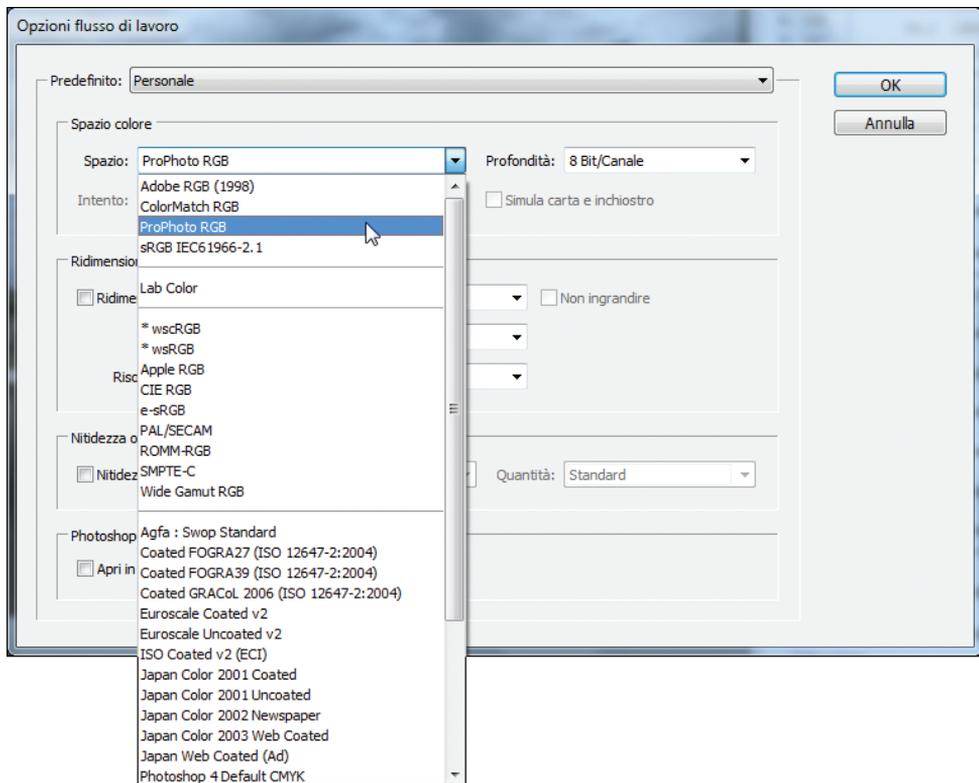
Fotografando in JPEG, potete scegliere tra due spazi colore: sRGB o Adobe RGB (1998). La maggior parte degli apparecchi odierni è in grado di catturare i colori situati al di fuori delle gamme di questi spazi colore, soprattutto nel registro dei gialli e dei ciano saturi, colori ritagliati dalla conversione in sRGB o Adobe RGB. Se lavorate nel formato JPEG, i colori più saturi non appariranno mai nelle vostre immagini.

La capacità dei software di editing RAW di restituire spazi colore diversi varia da un software all'altro. Camera Raw propone quattro destinazioni possibili e Lightroom tre. La Figura 1.17 mostra i menu dedicati alla scelta dello spazio colore in Camera Raw e Lightroom. Tra questi, ProPhoto RGB copre tutti i colori che possono essere registrati dalla fotocamera e gran parte di quelli dello spettro visibile. Se notate un ritaglio di colori importanti in una conversione in ProPhoto RGB, significa che avete registrato qualcos'altro che non è la luce visibile.

Nel Capitolo 2 vedremo nel dettaglio l'uso dei diversi spazi colore e le origini di ProPhoto RGB; per ora analizziamone le differenze in termini di gamma in Camera Raw e Lightroom, differenze che influiscono direttamente sull'elaborazione dei file grezzi e sulla riproduzione dei colori.

### Scelta dello spazio colore in Camera Raw 8 (N.d.T.)

La finestra di dialogo **Opzioni flusso di lavoro** di Camera Raw 8 si arricchisce di alcune funzionalità interessanti: se le versioni precedenti del plug-in avevano solo quattro spazi di lavoro per l'immagine convertita, gli utenti di Photoshop CC possono ora spingersi nel mondo dei profili ICC del sistema per scegliere spazi di lavoro più "esotici" (**CIE RGB**, **Wide Gamut RGB** e così via) e vedere profili di stampa di tipo RGB o CMYK. Ciliegina sulla torta, la scelta del profilo si riflette sull'anteprima e sull'istogramma, permettendo di simulare a video i colori dell'immagine stampata (*soft proofing*).



Scelta dello spazio colore nella finestra di dialogo Opzioni flusso di lavoro di camera Raw



Scelta dello spazio colore nella scheda Modifica esterna di Lightroom

**Figura 1.17** Regolazione dei colori in Camera Raw e Lightroom.

## Spazio sRGB

sRGB è stato creato nel 1996 da Hewlett Packard e Microsoft come spazio colore di riferimento per i monitor e le stampanti. Michael Stokes, ingegnere che in precedenza lavorava in HP per poi passare a Microsoft, è la mente originaria del progetto. Da allora, lo spazio sRGB è diventato quello predefinito dei computer Windows. Negli anni, si è discusso molto sul significato della “s” in sRGB; potrebbe voler dire “standard” o “semplice”, mentre alcuni (me compreso) la interpretano come “satanico”. Tuttavia, che lo si apprezzi o meno, è diventato lo spazio colore di default per la visualizzazione sul Web.

Facendo un'analogia con le unità di misura di volume per i liquidi, lo spazio sRGB (il più piccolo in termini di volume dei colori di Camera Raw e Lightroom) può contenere circa mezzo litro, lo spazio Adobe RGB un litro e ProPhoto RGB quattro. Se la vostra fotocamera è in grado di catturare più colori che con lo spazio Adobe RGB ma meno che con ProPhoto RGB, e se desiderate conservare l'insieme dei colori, dovrete scegliere in Camera Raw o Lightroom lo spazio ProPhoto RGB. Limitando artificialmente il volume dei colori restituiti scegliendo lo spazio sRGB o Adobe RGB, ritaglierete dei colori che il vostro apparecchio è invece in grado di registrare, che il vostro software potrebbe trattare e che la vostra stampante potrebbe restituire. Con lo spazio ProPhoto RGB, potreste d'altra parte mantenere l'insieme dei colori catturati. (Anche altri spazi colore possono farlo, ma non sono installati di default nei software Adobe.)

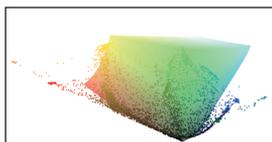
Ci sono delle buone ragioni per voler conservare il più a lungo possibile i colori registrati dalla fotocamera.

- Se utilizzate lo spazio colore ProPhoto RGB, le immagini convertite conserveranno l'insieme dei colori così come sono registrati al momento dello scatto, permettendo di creare dei file di tipo bitmap che potranno essere elaborati successivamente senza perdere le informazioni sul colore.
- Le tecnologie utilizzate per visualizzare e stampare le immagini sono in continua evoluzione. Personalmente lavoro con dei monitor NEC in grado di visualizzare il 98% dei colori nella spazio Adobe RGB (attualmente non ci sono monitor capaci di restituire lo spazio ProPhoto RGB); con lo spazio sRGB, finirei per ritagliare inutilmente i colori visualizzati.
- Nel trattamento delle immagini, la precisione parte dall'inizio: anche se la vostra immagine finale avrà un volume di colori ridotto, occorre partire da un volume più cospicuo. Il principio di Nyquist stabilisce che, per rappresentare correttamente un segnale digitalizzato, la frequenza del ritaglio di un segnale dev'essere uguale o superiore al doppio della frequenza massima contenuta in esso. ProPhoto RGB è il più grande degli spazi colore proposti dai software di editing RAW di Adobe, e quindi soddisfa i requisiti.

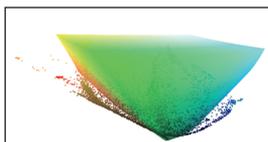
La Figura 1.18 mostra un'immagine con due colori saturi che ho elaborato in Camera Raw con i tre spazi colore sRGB, Adobe RGB e ProPhoto RGB. Un'immagine semplice come questa può contenere colori che si trovano decisamente fuori dalla gamma riproducibile da Adobe RGB e sRGB. Lo scatto in JPEG o la conversione dei colori in uno di questi spazi comporterà una perdita nel resto, poiché ProPhoto RGB è il solo spazio a poter contenere tutti i colori dell'immagine.



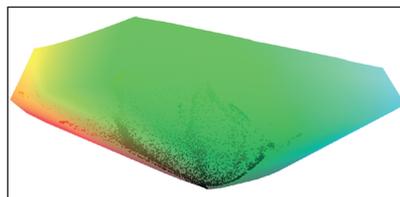
Immagine originale elaborata in Camera Raw con i colori convertiti nello spazio ProPhoto RGB



Colori dell'immagine trasformati in quadratini colorati e confrontati con quelli dello spazio colore sRGB



Colori dell'immagine trasformati in quadratini colorati e confrontati con quelli dello spazio colore Adobe RGB



Colori dell'immagine trasformati in quadratini colorati e confrontati con quelli dello spazio colore ProPhoto RGB

**Figura 1.18** Spazio colore e ritaglio dei colori in base allo spazio di lavoro utilizzato. La rappresentazione grafica degli spazi colorimetrici è stata ottenuta con il software Chromix Color Think nello spazio Lab. I colori dell'immagine sono stati trasformati in quadratini colorati, dentro e fuori gli spazi colore scelti.

### ProPhoto RGB e modalità a 16 bit

Vi consiglio di associare lo spazio ProPhoto RGB a un'immagine codificata a 16 bit per canale per evitare effetti di posterizzazione.

### Uno spazio colore accidentale

Lo spazio di lavoro Adobe RGB (1998) è nato da un errore di copia e incolla. Nel 1998, Photoshop era alla sua quinta versione, la cui novità principale riguardava la gestione dei colori. Per la prima volta, il software distingueva tre tipi di spazi colore: quelli di input, di lavoro e di output. Per quanto questa suddivisione sembrasse logica, molti utenti di Photoshop non erano ancora pronti ad adottarla. Tra gli altri spazi di colore apparsi in contemporanea a Photoshop 5 ce n'era poi uno misterioso: SMTPE-240M. Sembra che un ingegnere impegnato nello sviluppo di Photoshop, Mark Hamburg, avesse fatto una ricerca sul Web per sapere di più sugli spazi colore RGB, e ne avesse

trovato uno, ancora in fase embrionale, sul sito della *Society of Motion Picture and Television Engineers* (SMTPE). Dopo averne copiato i valori RGB e la gamma, creò un profilo ICC e lo chiamò SMTPE240M, ma lo spazio in questione allora non era che una proposta non ratificata dalla SMTPE. Inoltre c'era un piccolo errore di copia e incolla nella specifica di due dei tre colori RGB. La SMTPE chiese ad Adobe di correggere l'errore, perché i due spazi condividevano le stesse caratteristiche per la gamma, il punto di bianco e i valori RGB. Quando la SMPTE pubblicò la sua specifica "SMTPE-240M", Adobe decise di far apparire il proprio spazio di lavoro con il nuovo nome di Adobe RGB (1998) e di rilasciarlo con Photoshop 5.0.1. La gamma dello spazio SMTPE-240M è leggermente più piccola di quello dello spazio Adobe RGB (1998), e il primo viene utilizzato quasi esclusivamente nel campo della televisione e dei video.

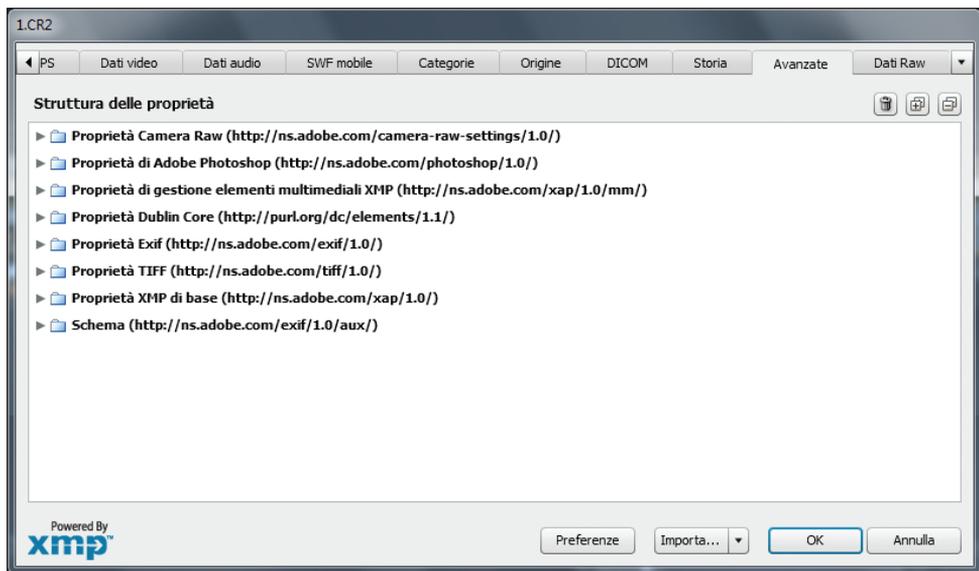
## Metadati

Letteralmente, i metadati sono dei "dati nei dati". I file grezzi possono contenerne di tre tipi.

- I metadati EXIF (*Exchangeable Image File Format*) vengono registrati dalla fotocamera. Creato dalla JEIDA (*Japan Electronic Industries Development Association*), lo standard EXIF è stato presentato nella sua ultima versione 2.3 dalla JEIDA e dalla CIPA (*Camera & Imaging Product Association*), che succede alla JCIA (*Japan Camera Industry Association*). Lo standard EXIF definisce il modo in cui i campi dei metadati vengono incorporati nei file grezzi al momento dello scatto. Alcuni campi sono "classici", per esempio quelli che consentono di registrare la data e l'ora dello scatto, oltre che i parametri della ripresa; altri sono riservati al salvataggio di una descrizione dell'immagine, dei dati di copyright e dell'anteprima. L'architettura EXIF prende in prestito molto da quella dei file TIFF. Ci sono poi dei campi per registrare i dati di posizionamento e GPS. I campi EXIF possono anche contenere dei metadati pubblici e privati. Li trovate nella scheda **Dati fotocamera** della finestra di dialogo con le informazioni sul file di Photoshop e Bridge. Camera Raw e Lightroom li utilizzano per definire i parametri di editing predefiniti.
- I metadati IPTC dello schema IIM (*IPTC Information Interchange Model*) non sono direttamente inseriti nei file RAW, ma possono essere aggiunti in un secondo momento. Sono stati sviluppati dall'IPTC (*International Press Telecommunications Council*) per migliorare lo scambio internazionale delle informazioni. Sono costituiti da una struttura di dati e da un insieme di metadati complessi. Lo standard IIM è stato concepito inizialmente per integrare qualsiasi tipo di medium, compresi i testi, sottocategoria sviluppata per applicare dei metadati alle immagini che è stata rapidamente adottata dai fotografi della carta stampata e della pubblicità. Possono essere utilizzati per inserire manualmente o automaticamente le coordinate dell'immagine, un titolo e/o una legenda.

- Adobe ha fatto molto per promuovere i metadati XMP (*eXtensible Metadata Platform*), specifica aperta ed estendibile del W3C per il salvataggio e lo scambio dei metadati. Il suo carattere estendibile fa sì che sia relativamente semplice aggiornare gli schemi dei metadati per renderli compatibili con XMP. XMP permette di utilizzare schemi particolari che consentono di documentare la cronologia di un file, dalla sua creazione (cattura, digitalizzazione) all'immagine finale, passando per le varie tappe dell'elaborazione in Camera Raw o Lightroom. Lo standard aperto permette a qualsiasi software di aggiungere all'immagine le proprie informazioni, conservate nel corpo del file finale.

Sebbene esistano numerosi standard di metadati, i tre qui presentati sono i più utili per i fotografi.



**Figura 1.19** Differenti schemi di metadati di un'immagine digitale nella finestra di dialogo delle informazioni (Ctrl/Cmd+I) di Bridge.

## File RAW e allegati

Registrazione dei metadati direttamente nell'immagine è senza dubbio il modo migliore per assicurare la portabilità delle immagini tra i diversi software. Se però le fotocamere salvano i metadati EXIF direttamente nel corpo dei file RAW, è sconsigliabile a terze parti di seguire questa via potenzialmente pericolosa, non essendo i formati RAW proprietari documentati. La maggior parte dei software di editing di terze parti salva i metadati IPTC e XMP in un file allegato, sperando che sia sempre presente a fianco di quello grezzo a cui fa riferimento. Per contro, i formati TIFF, JPEG e PSD possono contenere numerose informazioni, esattamente come il formato DNG, che può ospitare un numero pressoché infinito di metadati.

## Profondità di codifica

Nel paragrafo “Cattura lineare” di questo capitolo ho fatto riferimento alla profondità di codifica dei file grezzi. La profondità di codifica è il numero di bit utilizzati per rappresentare i pixel di un'immagine digitale. Gran parte delle reflex digitali codifica l'immagine almeno a 12 bit per canale e per pixel, se non addirittura a 14 bit. Questo corrisponde a 4096 ( $2^{12}$ ) o 16.384 ( $2^{14}$ ) livelli possibili per ciascun canale. Alcuni apparecchi fanno anche di meglio: la Nikon D800 ha una gamma dinamica di 14,4 EV, e la sua profondità di codifica è quindi superiore a 14 bit per canale e per pixel! Alcuni produttori di fotocamere digitali di medio formato parlano di un salvataggio “a 16 bit per canale”, ma in realtà la profondità di codifica supera di poco i 14 bit, poiché occorre tener conto del disturbo nelle ombre.

Fotografando in modalità RAW, per definizione vengono salvate tutte le informazioni che l'apparecchio è riuscito a catturare; avete quindi ampio spazio di manovra per regolare successivamente le tonalità e il contrasto nell'immagine. Il file prodotto potrà reggere molte più modifiche in Photoshop che non un file JPEG o TIFF a 8 bit per canale.

Le correzioni in Photoshop sono distruttive. Strumenti come **Livelli**, **Curve**, **tonalità/Saturazione** o **Bilanciamento colore** modificano a tutti gli effetti il valore dei pixel, e questo implica due tipi di problemi.

- L'estensione di una gamma di tonalità rischia di provocare un fenomeno di posterizzazione: i valori che erano vicini vengono distanziati, per cui, invece di avere una sfumatura graduale con valori che vanno per esempio da 100 a 101, 102, 103, 104 e 105, i nuovi valori possono diventare 98, 101, 103, 105 e 107. Una correzione del genere di per sé non porta a una posterizzazione visibile (ci vorrebbe uno scarto di almeno quattro o cinque incrementi prima di vedere un'interruzione nella sfumatura), ma le correzioni successive possono aumentare il salto tra i vari passaggi e renderla più evidente.
- La compressione di una gamma di tonalità può implicare una perdita dei dettagli; laddove gli incrementi prima erano differenziati, ora sono compresi in un unico valore, e le diversità che rappresentavano potenziali dettagli vanno irrimediabilmente perdute.

### Cos'è un bit?

Il termine *bit* è la contrazione di *binary digit*, ovvero cifra binaria. È un'unità di misura che indica la quantità elementare di un'informazione, rappresentata da una cifra del sistema binario nelle due forme 0 e 1. Un *byte* è un gruppo elementare di 8 bit, mentre un *kilobit* corrisponde a 1024 bit. Quando si parla di profondità di bit, la si intende per canale; per esempio, un file JPEG a 8 bit per canale possiede 24 bit d'informazioni; un file TIFF a 16 bit per canale ne possiede 48.

## Profondità di codifica e gamma dinamica

Alcuni produttori assimilano scorrettamente la profondità di codifica alla gamma dinamica. È una questione di marketing, poiché se è vero che esiste un rapporto tra le due, è anche vero che questo è indiretto.

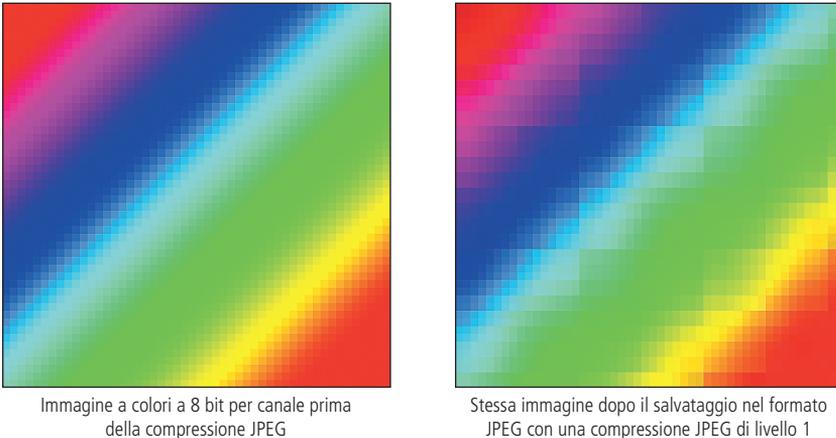
L'estensione della gamma dinamica di una fotocamera digitale è limitata dalle potenzialità analogiche del sensore. La luminosità più forte registrata dall'apparecchio dipende dal punto oltre il quale il segnale generato da un fotorecettore si satura e sborda negli elementi vicini, producendo una macchia bianca sui contorni sfocati e senza dettaglio. La tonalità più scura registrabile da un apparecchio dipende dal punto a partire dal quale il disturbo intrinseco del sistema supera il segnale molto debole generato dai rari fotoni che raggiungono il sensore. Si noti che questo elemento è piuttosto soggettivo: alcuni tollerano un segnale più "disturbante" di altri. Per meglio comprendere la differenza tra profondità di codifica e gamma dinamica, immaginiamo una scala: la gamma dinamica corrisponde all'altezza della scala e la profondità di codifica al numero di gradini. Per mantenere l'illusione di una sfumatura continua delle tonalità (per far sì che i gradini siano facili da salire), occorrono degli incrementi (cioè più gradini, quindi una scala lunga e non una corta). Per descrivere una gamma dinamica estesa ci vogliono più bit che non per una limitata (quindi più gradini ma meno alti), anche se questo non aumenta la sua estensione (l'altezza della scala).

## Fotografare in RAW o in JPEG?

Un file RAW contiene i dati grezzi così come vengono registrati dal sensore della fotocamera. Se un file JPEG è anche il prodotto di un file grezzo, i suoi dati hanno già subito alcune modifiche irreversibili: l'apparecchio ha convertito i dati grezzi in dati RGB e ha compresso le informazioni sul colore in un file a 8 bit per canale. Il trattamento è stato effettuato dal processore interno (DSP), poiché il controllo dell'utente è spesso limitato al bilanciamento del bianco, al contrasto, alla gestione del disturbo e alla scelta dello spazio di output (sRGB o Adobe RGB).

Ogni produttore raccomanda una vista di default per i file JPEG, che non è particolarmente fedele e che spesso è anche troppo contrastata e satura per essere apprezzata dalla maggior parte dei fotografi. L'elaborazione dei file JPEG è poi potenzialmente distruttiva, e spesso è difficile ottenere le tonalità e i colori desiderati con un'immagine che ha già perso numerose informazioni durante la conversione.

La Figura 1.20 mostra le conseguenze del salvataggio di un'immagine in JPEG; si tratta del peggiore scenario possibile, ma è piuttosto efficace per mostrare i limiti del flusso di lavoro JPEG.



**Figura 1.20** Risultato della conversione di un'immagine a 8 bit per canale utilizzando una compressione JPEG di livello 1.

JPEG, acronimo di *Joint Photographic Experts Group*, è una specifica per la codifica e la compressione distruttiva delle immagini digitali. La compressione delle informazioni non è una cattiva idea di per sé (senza compressione non sarebbe possibile visualizzare velocemente le immagini su una pagina web); tuttavia non si presta come punto di partenza per un'immagine destinata a subire una serie di modifiche durante l'elaborazione. La compressione JPEG punta a conservare le informazioni della luminanza comprimendo il più impossibile quelle dei colori. Parte quindi dalla constatazione che l'occhio umano è più sensibile alle informazioni della luminanza che a quelle della cromaticità. Per esempio, la Figura 1.20 mostra che la perdita dei colori può provocare una degradazione significativa. Se comprimate un file che è stato codificato a 8 bit per canale, il file risultante nel formato JPEG avrà perso una parte dei suoi bit.

Il vero problema con i file JPEG è però che la correzione di gamma è stata effettuata dalla fotocamera, ed è irreversibile. Laddove il file RAW offre un buon margine di manovra per regolare tonalità e colori, il file JPEG ha perso tutta la flessibilità. La foto della cascata nella Figura 1.10 avrebbe perso tutto il suo potenziale se fosse stata scattata in JPEG.

Ho scattato la foto nella Figura 1.21 con una Canon EOS 1Ds Mark III nei due formati JPEG e RAW (si tratta dunque di due viste della stessa immagine). La misurazione dell'esposizione non era evidente, poiché lo sfondo era molto luminoso e il soggetto principale in ombra. Abbiamo visto (e lo vedremo ancora) che il formato RAW gode di una grande flessibilità in post-produzione, permettendo di recuperare in Camera Raw e Lightroom un gran numero di informazioni nelle alte luci e nelle ombre. Per ottenere le immagini della Figura 1.22, ho aperto i due file in Camera Raw, poi ho corretto il file RAW in modo da ottenere valori tonali soddisfacenti. A seguire, ho selezionato le due immagini per sincronizzarne i parametri di elaborazione.



**Figura 1.21** Confronto tra file RAW e file JPEG della stessa scena.



**Figura 1.22** Confronto tra file RAW e file JPEG corretti.

Il confronto tra le due immagini corrette rivela alcune differenze.

- Il file JPEG ha perso numerose informazioni, in particolare nelle alte luci dello sfondo, essendoci poco spazio di intervento per la modifica delle tonalità.
- Anche se dalla figura può non risultare chiaro, i toni in ombra dell'immagine JPEG non hanno reagito molto bene alla regolazione che mirava a schiarire il piumaggio dell'uccellino. La sfumatura dei colori e delle tonalità non è graduale come nell'immagine RAW e i toni più scuri mancano di dettaglio. Volendo avrei potuto sovraesporre leggermente le immagini per migliorare le ombre, ma il file JPEG non avrebbe tratto un grande vantaggio dall'esposizione a destra, considerato che le alte luci erano già state parzialmente ritagliate.

È fondamentale ricordare che il formato JPEG consente uno spazio di intervento di post-produzione ridottissimo; la modalità RAW garantisce invece la massima flessibilità nella correzione delle tonalità e dei colori.

## Parametri di scatto

Finora mi sono limitato a presentarvi i diversi aspetti tecnici di un negativo digitale. Ora è venuto il momento di affrontare alcuni risvolti legati alla produzione delle immagini. A prescindere dalla vostra esperienza nell'elaborazione dei file RAW, non vi sarà sempre possibile compensare gli errori prodotti al momento dello scatto.

Quando si tratta della qualità di un'immagine, il principio secondo cui a dati inesatti corrispondono risultati sbagliati è sempre attuale. Certo, l'editing delle immagini serve per correggere una serie di difetti, ma è comunque preferibile partire da un'immagine tecnicamente riuscita.

## Velocità dell'otturatore

Perché l'immagine possa essere colta dal sensore, l'otturatore deve aprirsi per un lasso di tempo più o meno breve. La scelta della velocità dell'otturatore è cruciale. Comprendere la relazione tra la focale dell'obiettivo e la velocità dell'otturatore per poter fissare il movimento della fotocamera o quello del soggetto è fondamentale. La sensibilità ISO è un terzo parametro da considerare: non bisogna mai temere di aumentarlo per ottenere delle immagini più definite.

La Figura 1.23 mostra due foto scattate con una Panasonic Lumix GH2 e un obiettivo di 14-140 mm dotato di un dispositivo di stabilizzazione dell'immagine: la prima è mosso, la seconda è perfettamente nitida.



Immagine scattata senza treppiede; 1/200 s a 160 ISO



Immagine scattata senza treppiede; 1/400 s a 320 ISO



Ingrandimento (100%) dell'immagine scattata a 1/200 s e 160 ISO



Ingrandimento (100%) dell'immagine scattata a 1/400 s e 320 ISO

**Figura 1.23** Scelta di un valore ISO più elevato per aumentare la velocità dell'otturatore.

Dopo aver scattato la prima immagine, l'ho esaminata sul display: l'effetto mosso era visibile anche senza un ingrandimento. Per rimediare, ho portato la sensibilità a 320 ISO e la velocità dell'otturatore a 1/400 secondo. L'obiettivo aveva uno stabilizzatore d'immagine, ma in questo caso non è stato molto utile.

Avevo infatti scelto la focale più lunga, equivalente a 280 mm nel formato  $24 \times 36$ , e una velocità dell'otturatore non abbastanza alta. La seconda immagine ha più disturbo della prima, facile da correggere in Lightroom regolando il cursore dedicato al disturbo di luminanza. Per concludere, la velocità dell'otturatore più alta è stata molto utile per aumentare la definizione dell'immagine e il valore ISO più elevato ha dato il suo contributo.

In linea generale, vi consiglio l'uso di un treppiede. Se non è possibile, è preferibile alzare l'ISO piuttosto che abbassarlo. Ridurre il disturbo è infatti più semplice che non compensare una sfocatura dovuta a una velocità dell'otturatore troppo bassa.

**NOTA**

Per ottimizzare la qualità delle vostre immagini, fissate la fotocamera su un treppiede solido. Personalmente mi sono portato dietro il mio treppiede ovunque nel mondo, e so che non c'è niente più frustrante di averlo a disposizione e non poterlo utilizzare. Se però lo lasciate a casa fin da subito, avrete di che pentirvi.

## Apertura del diaframma

La scelta dell'apertura influisce direttamente sulla nitidezza delle immagini digitali. Più è ridotta, più la profondità di campo assume importanza.

La profondità di campo è la zona dello spazio in cui deve trovarsi un soggetto perché sia possibile ottenere un'immagine percepita come nitida dall'occhio umano. È delimitata da due punti estremi, e la sua estensione dipende dai parametri di scatto, in particolare dalla focale dell'obiettivo, dalla distanza che separa il fotografo dal soggetto e dalle dimensioni del sensore

Quando il diaframma dell'obiettivo è chiuso, la profondità di campo cresce e la nitidezza apparente dell'immagine migliora. Tuttavia, quando il diametro del diaframma diminuisce, si ottiene una diffrazione: solitamente la luce attraversa l'aria in linea retta, ma quando passa da un foro piccolo come quello del diaframma di un obiettivo si disperde. La perdita di nitidezza è impercettibile quando il diaframma è aperto, ma è molto più visibile quando è chiuso.

Le due immagini della Figura 1.24 sono state scattate con un obiettivo macro di 100 mm. L'immagine scattata a  $f/8$  è molto più nitida, e mostra molti più dettagli di quella scattata a  $f/32$ , in cui l'apertura è più piccola.

Tutti gli obiettivi hanno un'apertura ottimale che permette di raggiungere i risultati migliori. In genere si colloca a due o quattro valori del diaframma al di sotto dell'apertura massima. Un obiettivo luminoso con un'apertura grande come  $f/1,4$  darà quindi il meglio di sé quando il diaframma è chiuso a un valore tra  $f/2,8$  e  $f/5,6$ . Se lo chiudete a  $f/8$  o  $f/11$ , l'abbassamento di qualità sarà impercettibile; se lo chiudete ancora di più, gli effetti della diffrazione si faranno sentire. È quindi fondamentale scegliere l'apertura con cognizione di causa.



Immagine scattata a f/8

Immagine scattata a f/32

**Figura 1.24** Impatto della diffrazione sulla nitidezza.

Alcune tecniche che implicano più immagini con regolazioni diverse della messa a fuoco permettono di estendere la profondità di campo. Ne parleremo nel Capitolo 5.

## Difetti ottici

Quando si progetta un obiettivo fotografico entrano in gioco molti fattori, tra i quali la qualità e il tipo di lente, il numero di elementi, l'ottica e l'angolazione dell'obiettivo. Un grandangolo, per esempio, deve tenere conto di parametri diversi da quelli di un teleobiettivo, e la produzione di un obiettivo a focale variabile (zoom) è particolarmente complessa.

Avendo un budget illimitato, ci si potrebbe procurare un obiettivo che compensi in maniera efficace i difetti ottici, ma sarebbe molto caro e piuttosto ingombrante. Un obiettivo è il frutto di alcuni compromessi: ci si dovrà dunque arrendere a inquadrare accettando alcune aberrazioni ottiche, che in parte potranno poi essere corrette in fase di editing. Ci sono due tipi di aberrazioni: quelle monocromatiche e quelle del colore (in genere solo di alcuni colori).

### Provate il vostro nuovo obiettivo

Per essere certi che il vostro nuovo obiettivo risponda a tutte le vostre attese in termini qualità ottica, vi consiglio di fare una serie di scatti; non importa che siano foto belle, ma che permettano di individuare alcuni difetti.

In genere io parto con il diaframma tutto aperto, dopodiché lo chiudo di una tacca man mano che scatto una nuova foto, collocando l'apparecchio su un treppiede per evitare l'effetto mosso. Moltiplico le prove a distanze diverse di messa a fuoco e fotografo dei muri in mattoni per giudicare la distorsione.

Un'altra serie di test mi permette di valutare la precisione del dispositivo di messa a fuoco e la presenza di un difetto di *front focus* o *back focus* (anche se alcuni apparecchi permettono di calibrare l'AF per correggere il difetto). Se un obiettivo non riesce a mettere a fuoco o a produrre foto nitide a tutte le aperture, non esitate a riportarlo

al negoziante e a farvelo sostituire. Mi è capitato di riconsegnare due o tre obiettivi prima di trovare un esemplare ben fatto. Se avete un obiettivo da qualche anno e non siete soddisfatti delle sue prestazioni, inviatelo al servizio di assistenza per una revisione generale. Personalmente provo spesso i miei obiettivi prima della fine del periodo di garanzia per farli riparare se è necessario.

## Aberrazioni monocromatiche

Montare un obiettivo di qualità mediocre su una reflex digitale ad alta risoluzione è un crimine di lesa maestà. Un buon obiettivo a focale fissa ha in genere una qualità ottica migliore di uno a focale variabile, anche se di gamma molto alta. Nondimeno, gli obiettivi non hanno tutti le stesse prestazioni ottiche, anche se dello stesso modello. È quindi sempre consigliabile provarli per determinarne la qualità; se le performance vi sembrano scadenti, non esitate a restituirlo, e fatelo il prima possibile.

La qualità di un obiettivo dipende dal modo in cui il produttore compensa i vari difetti e le aberrazioni ottiche. Quelle qui elencate sono tutte monocromatiche, quindi influiscono su tutti i colori dell'immagine. Si tratta di tre difetti ottici che incidono sulla nitidezza delle immagini: l'aberrazione sferica, l'astigmatismo e la curvatura di campo.

- L'*aberrazione sferica* si ha quando un obiettivo non riesce a concentrare le radiazioni luminose su uno stesso punto. Le radiazioni che si trovano ai bordi della lente (dette *marginali*) puntano in una direzione leggermente diversa da quelle che si trovano al centro (dette *parassiali*), con un conseguente spostamento del punto focale all'esterno della chiusura del diaframma. Alcuni obiettivi usano degli elementi asferici per correggere questo difetto alle aperture maggiori.
- L'*astigmatismo* è dovuto all'incapacità di un obiettivo di concentrare le linee orizzontali o verticali su uno stesso piano. Una linea orizzontale sembra così più chiara o più scura di una verticale che ha la stessa luminosità. L'astigmatismo può essere ridotto o eliminato chiudendo il diaframma.
- La *curvatura di campo* si ha quando un obiettivo non riesce a concentrare tutti i punti del campo su uno stesso piano, e i punti di messa a fuoco formano una superficie curva. Se mettete a fuoco al centro, quindi, i bordi dell'immagine risulteranno sfocati e in negativo. Se la chiusura progressiva del diaframma permette di migliorare la nitidezza globale, la curvatura di campo è impossibile da correggere.

Laddove l'aberrazione sferica influisce su tutta la superficie dell'immagine, l'astigmatismo e la curvatura di campo degradano perlopiù le zone ai margini. In genere, più le aberrazioni monocromatiche sono ridotte, migliore è la qualità dell'ottica. Purtroppo questi difetti non possono essere corretti con l'editing;

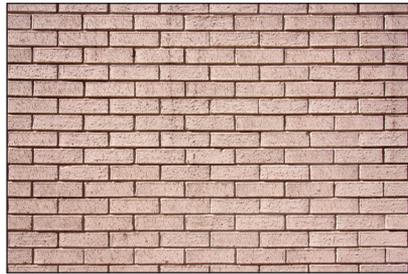
ricordate che solo un obiettivo di qualità elevata produrrà sempre un negativo digitale altrettanto buono.

C'è poi un altro difetto ottico che riguarda la curvatura delle linee diritte del soggetto fotografato: la distorsione. Gli obiettivi a focale variabile presentano spesso una forte distorsione, che varia a seconda della distanza. Le due distorsioni principali sono quella *a barile* e quella *a cuscinetto*.

Correggere la distorsione in Camera Raw e Lightroom è molto facile grazie agli strumenti del pannello **Correzioni lente**. Nondimeno, la modifica tramite software implica spesso la perdita di parti dell'immagine; inoltre, l'interpolazione delle informazioni dell'immagine, necessaria per effettuare le correzioni, a volte riduce la nitidezza.



Distorsione a barile prima della correzione



Distorsione corretta selezionando l'opzione Attiva correzioni profilo lente nella scheda Profilo del pannello Correzioni lente di Camera Raw

**Figura 1.25** Distorsione prima e dopo la correzione in Camera Raw.

## Aberrazioni cromatiche

L'aberrazione cromatica si ha quando un'ottica non riesce a concentrare tutte le radiazioni luminose (e quindi tutte le lunghezze d'onda) su uno stesso piano focale e quindi su un unico punto focale. Ce ne sono di due tipi.

- L'*aberrazione cromatica laterale* è provocata dalle variazioni del punto di messa a fuoco di un obiettivo a lunghezze d'onda diverse, e produce dei margini colorati rossi o blu la cui ampiezza non cambia chiudendo il diaframma.
- L'*aberrazione cromatica longitudinale* è provocata dalle variazioni del piano focale di un obiettivo a lunghezze d'onda diverse, e produce in genere dei colori sfocati davanti e dietro la zona della messa a fuoco. Anche in questo caso il difetto non si può correggere chiudendo il diaframma. Questo tipo di aberrazione si manifesta spesso con i teleobiettivi di bassa qualità. Può essere ridotta utilizzando delle lenti in vetro speciale a dispersione debole (LD, ED, AD e lenti in fluorite).

Fortunatamente Camera Raw e Lightroom riescono a correggere in modo molto efficace le aberrazioni cromatiche laterali e longitudinali (Figura 1.26).



**Figura 1.26** Correzione delle aberrazioni cromatiche.

## Risoluzione del sensore

In senso stretto, un'immagine digitale non ha una risoluzione, ma una dimensione in pixel. Acquisisce l'attributo di risoluzione solo quando le si dà una forma fisica e quando si materializza su un supporto, cartaceo o a video.

Prendiamo l'esempio di due immagini scattate rispettivamente con un iPhone 4 (8 megapixel, 200 euro) e una digitale Phase One IQ180 (80 megapixel, oltre 40.000 euro). Guardate la Figura 1.27; qual è la migliore?



**Figura 1.27** Confronto tra due fotocamere.

Contrariamente a quanto si pensa, non è poi così facile indovinare quale foto è stata scattata con quale dispositivo. Qui ho cercato di rendere il gioco più difficile: ho aperto le due immagini (il file JPEG di iPhone e il file RAW della digitale) in Camera Raw per armonizzare la resa globale (tonalità e colori). Considerato che le dimensioni delle immagini in questo libro sono piuttosto

piccole, si ottengono due foto dalla resa molto simile. Questo è lo scopo del gioco: dimostrare che la risoluzione dell'immagine originale dipende direttamente dalle dimensioni di quella finale. Se vi servono solo immagini di piccole dimensioni per una pubblicazione o un sito web, una digitale di medio formato è un investimento inutile, mentre diventa la scelta privilegiata se si tratta di produrre immagini molto grandi. Guardate la Figura 1.28 per convincervi!



Immagine proveniente da iPhone 4, interpolate per far corrispondere le sue dimensioni a quelle dell'immagine proveniente dalla IQ180

Immagine proveniente dalla digitale Phase One IQ180, visualizzata in Photoshop con i pixel alle dimensioni reali (100%)

**Figura 1.28** Confronto tra immagini scattate con un iPhone 4 e una fotocamera Phase One IQ180.

In Photoshop è molto facile distinguere le due immagini. Per ottenere una visualizzazione equivalente, cioè per far sì che le sue dimensioni corrispondano a quelle dell'immagine che proviene dalla fotocamera digitale, è stato necessario interpolare l'immagine scattata con iPhone al 320%. La risoluzione della Phase One è decisamente superiore a quella di iPhone quando si tratta di stampare in grande. Le dimensioni dell'immagine scattata con iPhone sono di  $2448 \times 3264$  pixel, il che permette di produrre stampe di  $17,3 \times 22,9$  cm a 360 ppp (*pixel per pollice*); quelle dell'immagine della IQ180 sono di  $7760 \times 10.328$  pixel, che corrispondono a un output di  $54,6 \times 72,9$  cm a 360 ppp.

È così venuto il momento di darvi la risposta alla domanda rimasta in sospeso nella Figura 1.27: la fotocamera A era l' IQ180, mentre la B era l'iPhone. Sono rimasto piacevolmente sorpreso dalla qualità dell'immagine dello smartphone, decisamente superiore a quella che mi sarei aspettato dalla fotocamera di un cellulare.

INTERNATIONAL

MADE IN U.S.A.

