

Di Marco Martinelli

MUSICA

liquida

**IL PIACERE
DELLA COMODITÀ**



La dematerializzazione rappresenta una svolta epocale
che cambia il modo di fruizione della musica, svincolandolo
dai tradizionali supporti in favore del digitale puro.

MUSICA *liquida*

Con il neologismo “musica liquida”, in uso tra appassionati e audiofili da ormai una decina d’anni, si identifica generalmente un metodo di memorizzazione e riproduzione dell’audio, una migrazione dall’analogico al digitale che rappresenta una pietra miliare e che ha posto le basi presenti e future del mercato musicale. La diffusione dei computer, dei riproduttori digitali portatili e di periferiche espressamente concepite per essere collegate al tradizionale impianto Hi-Fi domestico e trattare file digitali ha aperto nuovi orizzonti in campo audio, influenzando in maniera determinante la modalità d’ascolto tanto in termini di versatilità quanto nel merito della resa sonora. Un passaggio certamente non immediato e segnato da tappe significative, una lunga trasformazione che possiamo ripercorrere sinteticamente ricordando per sommi capi gli elementi chiave della storia dell’Hi-Fi, iniziata nel lontano 1948 con l’introduzione del Long-Playing, meglio noto semplicemente come LP.

Prodotto in vinile nero – ma talvolta anche colorato per esigenze di marketing – l’LP è un disco contenente suoni registrati sotto forma di ondulazioni delle pareti di un solco unico inciso a spirale partendo dal bordo esterno verso il centro, che viene riprodotto alla velocità di rotazione di 33 giri e 1/3 e letto da un gruppo puntina/testina che segue la traccia. Un sistema apparentemente semplice, che tuttavia ha rappresentato – e rappresenta tutt’ora per gli audiofili puristi – il sistema d’eccellenza per la riproduzione audio di qualità.

Di pari passo con lo sviluppo dell’LP, anche i nastri magnetici fanno la loro comparsa sul mercato a partire dallo stesso anno, principalmente sotto forma di bobine: sarà però necessario attendere il 1963 per ottenerne una reale diffusione di massa come supporto audio, grazie al brevetto Philips delle *Compact Cassette* che rappresentò di fatto anche il



Un mix tra vecchio e nuovo: giradischi analogico con sistema di lettura laser. Per pochi fortunati, a partire da 15.900 euro.

CD: ESTRAZIONE E CONVERSIONE

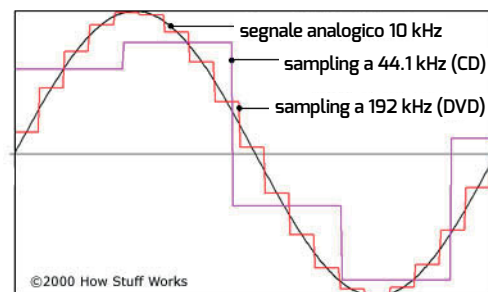
The Beatles - Sgt. Pepper's Lonely Hearts Club Band

Parlophone CDP 7464422

Tracce: 13

Durata Totale: 39:52

	TEMPO PER LA REGISTR. (MM:SS)	DIMENSIONI TOTALI (MB)
FORMATI NON COMPRESSI		
Aiff	2:02	402
Wave	2:04	402
FORMATI COMPRESSI LOSSLESS		
Alac	2:09	233
Flac qualità 5	2:09	229
Monkey's Audio	2:09	221
WavPack	2:05	234
FORMATI COMPRESSI LOSSY		
Aac Cbr 192 kbps	1:45	55,7
Aac Vbr 192 kbps	1:47	62,6
Aac Cbr 320 kbps	1:43	92,3
Aac Vbr 320 kbps	1:41	92,3
Mp3 Cbr 192 kbps	2:05	54,7
Mp3 Vbr livello 2 (circa 190 kbps)	2:06	54,8
Mp3 Vbr livello 0 (circa 245 kbps)	2:09	71,5
Mp3 Cbr 320 kbps	2:03	91,2
Ogg Vorbis Vbr Qualità 4	2:05	36,5
Ogg Vorbis Cbr 192 kbps	3:15	55,3
Ogg Vorbis Cbr 320 kbps	3:38	92,2
Wma Cbr 192 kbps	2:10	55,2
Wma Vbr Q90	2:05	55,1



Il grafico sopra evidenzia il confronto di un segnale audio analogico con il campionamento (sampling) in qualità standard Cd e Dvd audio.

primo vero esempio di audio portatile, gettando le basi per lo sviluppo dei futuri player portatili, a partire dai mitici Walkman di Sony.

Dischi e nastri dominano la riproduzione analogica per molti anni, precisamente fino a quel 1979 che può essere preso come riferimento per la svolta più eclatante, con la presentazione sul mercato del disco ottico (e quindi digitale) che grazie a Philips e Sony diventerà nel 1982 il *Compact Disc* o Cd Audio, ovvero un nuovo standard de facto tutt'ora in voga. Il passaggio dal "vinile" – sinonimo di disco tra appassionati e addetti ai lavori – al Cd è senz'altro da ritenersi rivoluzionario, fantastico sotto molti aspetti ma, purtroppo, ancora lungi dal raggiungere la perfezione. Sul piano pratico il Cd è immediatamente risultato eccellente sotto tutti i punti di vista, soprattutto perché maggiormente resistente all'usura, ai graffi e alle ditate rispetto all'Lp (peraltro inevitabilmente soggetto a degradarsi, seppur marginalmente, durante la lettura) compatto, capiente e meglio gestibile in riproduzione grazie ai player infinitamente più versatili di un giradischi.

A livello tecnico, già all'esordio il Cd offriva inoltre una gamma dinamica più ampia, un rapporto segnale/rumore migliore e una risposta in frequenza più estesa e lineare: in poche parole, una resa sonora migliore, almeno sulla carta. Purtroppo, in campo audio misure e ascolto non vanno sempre d'accordo e presto ci si rese conto che sul piano della pura resa sonora il Cd risultava tutt'altro che perfetto. La tecnica di digitalizzazione e riconversione utilizzata nelle prime registrazioni digitali mostrava dei limiti che si esternavano in maniera più o



Il lettore a cassette è l'icona dell'audio portatile dagli anni '80 in avanti.



I FORMATI DELL'AUDIO DIGITALE

Tre macrocategorie differenziano il modo di gestire e ascoltare la musica liquida. Ecco in dettaglio.

L'audio digitale può essere identificato in base al tipo di formato utilizzato per la memorizzazione. Esistono più formati, che possono essere raggruppati in tre categorie fondamentali: **non compressi**, **compressi senza perdita di informazione (lossless)**, e **compressi con perdita di informazione (lossy)**. La differenza è fondamentale, perché mentre le prime due si diversificano essenzialmente per lo spazio fisico di memorizzazione occupato, la terza prevede l'impiego di tecnologie che impattano sensibilmente anche sulla qualità della resa sonora finale.

I FORMATI NON COMPRESSI

Primi in ordine temporale – siamo intorno al 1990 – a essere utilizzati, i formati **non compressi** sono quelli che, come dice il nome, non prevedono alcuna tecnica atta a ridurre le dimensioni dei file audio: proprio per questa ragione sono anche i più facili da riprodurre sia a livello di compatibilità sia per le minime richieste di potenza di calcolo, ma di contro consumano maggior spazio di archiviazione, grossomodo almeno 10 megabyte per minuto di audio. Gli standard si riducono di fatto a due tipi, Aiff e Wav.

meno evidente durante l'ascolto critico su apparecchi Hi-Fi di qualità: il suono spesso risultava "artefatto", "freddo", "troppo analitico" o "affaticante", giusto per citare le critiche più ricorrenti espresse dagli ascoltatori evoluti che continuavano a preferire l'Lp per le capacità sonore.

Una situazione destinata a migliorare negli anni 1999 e 2000 con l'avvento rispettivamente del *Super Audio Cd* (SACD) e del *Dvd Audio*, evoluzioni digitali del Cd concepiti proprio per aggirare i limiti e i difetti del primo dischetto ottico attraverso l'utilizzo di frequenze di campionamento e profondità di bit superiori. In sintesi, le specifiche di produzione del Cd audio, espresse nel Philips Red Book, prevedono la codifica in Pcm (*pulse code modulation*) alla frequenza di campionamento di 44,1 KHz e con una profondità di 16 bit, per una risposta in frequenza estesa da 20 Hz a 20 KHz e gamma dinamica di 96 decibel (dB).

31 anni di vita

Il primo Walkman a nastro nasce nel 1979, la produzione cesserà nel 2010

(*direct stream digital*) alla frequenza di 2,8224 MHz con gamma dinamica di 120 dB.

Purtroppo, quello che in teoria doveva rappresentare il futuro della riproduzione audio digitale, non si è concretizzato come da aspettativa, perché entrambi questi nuovi formati non sono riusciti a imporsi in maniera efficace sul Cd, per motivi di natura prevalentemente commerciale (in parte preponderante imputabile all'alto costo dei lettori di prima generazione). In realtà, mentre il Dvd Audio è andato rapidamente in declino, il SACD si è invece ritagliato una fetta di mercato di nicchia ma relativamente interessante e, soprattutto, ha attirato l'attenzione sulla codifica

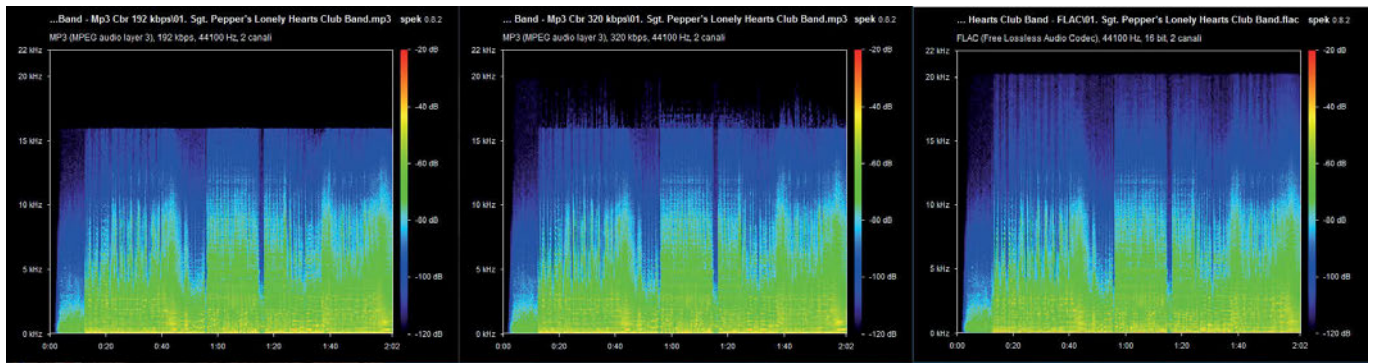
Dsd – scelta ai tempi come strumento preferenziale per la digitalizzazione dell'archivio musicale analogico di Sony/Cbs – sfruttabile anche indipendentemente dal supporto fisico ottico sotto forma, appunto, di musica liquida.

La validità del formato Dsd sotto il puro profilo della resa sonora è argomento attuale e controverso nelle comunità tecniche e audiofile, con entusiasti e detrattori da ambo le parti: un aneddoto spesso citato al riguardo risale alla conferenza Aes (*Audio Engineering Society*) del 2001, nella quale furono presentati due interessanti e ben motivati articoli tecnici che assumevano tesi diametralmente opposte, intitolati "Why 1-Bit Sigma-Delta Conversion Is Unsuitable For High-Quality Application" (*perché la conversione a 1-Bit Sigma-Delta è inadatta per applicazioni di alta qualità*) e "Why Direct Stream Digital is the best choice as a digital audio format" (*perché il digital stream direct è la scelta migliore come formato audio digitale*).

Valori più che sufficienti per assicurare, in teoria, un'ottima resa audio; ma che non è stata tale, in pratica, a causa dell'insorgere di fenomeni di distorsione indotte dall'aliasing, sufficienti a determinare scadimenti qualitativi rilevabili all'interno della soglia udibile; Super Audio Cd e Dvd Audio aggirano questo problema utilizzando sistemi di campionamento e bit rate più elevati proprio per spostare la distorsione da aliasing oltre il limite percepibile dall'orecchio umano. Il Dvd Audio, per esempio, utilizza un campionamento Pcm alla frequenza di 192 kHz e profondità di 24 bit, corrispondenti a una gamma dinamica di ben 144 dB, mentre il Super Audio Cd sfrutta una codifica a singolo flusso di bit denominata Dsd



Il Micro iDSD è uno tra i Dac più abbordabili e versatili sul mercato.



Da sinistra: spettrogramma di un file memorizzato in Mp3 a 192 khz, a 320 kbps e in Flac. La compressione distruttiva effettuata dalle prime due modalità lossy è evidente, e alla prova d'ascolto la differenza tra i tre file, ovviamente riprodotti con sistemi audio adeguati, sarà distinguibile.

AIFF (AUDIO INTERCHANGE FILE FORMAT)

Sviluppato da Apple nel 1988 sulla base dell'Iff (*Interchange File Format*, creato da Electronic Arts nel 1985) e pertanto diffuso nel mondo Macintosh a livello amatoriale e professionale, è un formato costituito da blocchi distinti (*chunk*) per dati e informazioni accessorie e supporta l'audio stereo e multicanale (fino al 5.1) con risoluzione massima di 32 bit. Tra le caratteristiche essenziali, oltre naturalmente il fatto di mantenere intatta la qualità della registrazione, rientra la capacità di includere le informazioni accessorie, i cosiddetti tag o metadata. L'Aiff supporta sia metadata nativi – quali il titolo, l'autore, i commenti, le annotazioni e il copyright – sia i tag ID3v2, lo standard dell'Mp3.

WAVE

Contrazione del termine *Waveform Audio File Format*, questo formato sviluppato da Microsoft e IBM è dal 1991 lo standard dei file audio non compressi in ambiente Windows e di conseguenza il più diffuso, anche a livello professionale. La sua struttura è modulare e basata sul formato generico Riff (*Resource Interchange File Format*), con i dati organizzati in blocchi la cui dimensione complessiva non può superare i 4 GB. Il Wave è un formato molto versatile poiché permette l'incapsulamento di flussi audio codificati con differenti codec a seconda delle esigenze e gestisce una frequenza di campionamento massimo di 4,3 GHz a 32 bit e flussi audio fino a 65536 canali. Contrariamente a quanto spesso riportato, i file .wav posso essere taggati, ma purtroppo non in maniera perfettamente standard, con il risultato che molti editor e player non li riconoscono correttamente o solo in parte. Un problema tutt'altro

che secondario quando si ha a che fare con librerie consistenti poiché, come vedremo più avanti, l'uso dei metadata è indispensabile e fondamentale per assicurare una corretta archiviazione e una ricerca efficace ed efficiente.

I FORMATI COMPRESSI LOSSLESS

La seconda macrocategoria relativa al formato dei file audio comprende quelli compressi senza perdita di informazione, o *lossless*, comparsi sul mercato qualche anno dopo i non compressi: per le comunità di audiofili, ma anche per l'industria discografica, rappresentano una soluzione ottimale sotto molti punti di vista sul piano pratico e sonoro. Un file lossless viene creato ricercando ed eliminando le sequenze di dati identiche dal file di origine, lasciando pertanto una sola volta i bit ripetitivi nel file compresso insieme alle informazioni necessarie per la ricostruzione precisa dell'originale.

Si tratta di una tecnica non estremamente efficace sul piano della riduzione delle dimensioni dei file – soprattutto in campo audio – ma che garantisce in compenso la certezza della conservazione di tutti gli elementi iniziali. Se da un lato il problema dello storage è attualmente meno vincolante rispetto al passato, con la disponibilità di memorie di massa di grandi dimensioni a prezzi ragionevoli, è pur vero che nel campo dei grandi numeri anche moderate riduzioni di ingombro dei file possono fare la differenza, soprattutto nel caso di archiviazione di grandi quantità di dati, e sotto questo profilo quindi le codifiche a compressione lossless possono fare la differenza.

Di contro, i file di questo tipo richiedono maggiori risorse hardware ai player, poiché devono essere decompressi in tempo reale: nella realtà si

tratta comunque di un aspetto secondario e sostanzialmente irrilevante, dal momento che la potenza di calcolo di computer e periferiche audio dedicate attuali è di gran lunga superiore a qualsiasi esigenza in tal senso. Vediamo ora quali sono i principali codec lossless disponibili, in ordine alfabetico.

ALAC (APPLE LOSSLESS AUDIO CODEC)

Sviluppato da Apple e immesso sul mercato a partire dal 2004 (dal 2011 il codice è disponibile con licenza open source) è ovviamente il formato compresso senza perdita di informazioni preferito dagli utenti dei dispositivi portatili iPod, iPhone e iPad e del software iTunes. Il flusso audio è inglobato nel container Mp4 (estensione .m4a), lo stesso del codec lossy Aac; Alac sfrutta la codifica a predizione lineare (*linear predictive coding*) usata anche nel formato *lossless* Flac, supporta l'audio multicanale fino a 24 bit e tag conformi alle specifiche QuickTime e, secondo Apple, mediamente consente di dimezzare lo spazio occupato rispetto a un codec non compresso.

FLAC (FREE LOSSLESS AUDIO CODEC)

Il top dei codec lossless a livello di mercato, il più gradito e utilizzato per la versatilità e l'ottimo rapporto tra efficienza e resa complessiva. Reso pubblico nel 2000, è il formato *open source* per eccellenza in campo audio amatoriale e professionale, praticamente uno standard supportato da tutti i player software disponibili per vari sistemi operativi, supportato dalla maggioranza degli apparecchi riproduttori multimediali sia di livello consumer sia Hi-End. Diverse etichette discografiche e artisti indipendenti hanno adottato

I PROBLEMI DEL CAMPIONAMENTO

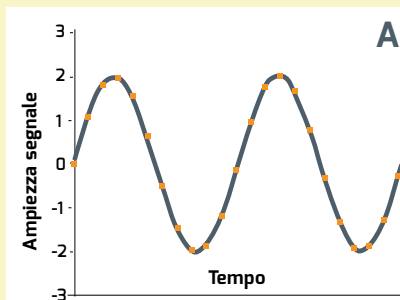
I parametri fondamentali da considerare quando si trasforma un segnale analogico in digitale sono la *frequenza di campionamento* e i *bit utilizzati* per memorizzare ciascun campione (ovvero la profondità di bit). La scelta della frequenza di campionamento deve tener presente un teorema fondamentale della teoria dei segnali: il teorema di Nyquist-Shannon, secondo cui, in sostanza, è possibile ricostruire correttamente un segnale analogico se il campionamento è effettuato con una frequenza pari o superiore al doppio della frequenza massima del segnale stesso. La scelta del secondo parametro definisce la gamma dinamica che il sistema di conversione è capace di gestire. Con 16 bit a disposizione si possono rappresentare 65.536 livelli diversi ($2^{16} = 65.536$), con una corrispondente gamma dinamica di 96 dB. Con 24 bit (16.777.216 valori distinti) si ottiene invece una gamma dinamica di ben 144 dB. Nel caso dei Cd audio è stata scelta una frequenza di campionamento di 44,1 kHz e una profondità di 16 bit. A prima vista sono valori adeguati: la frequenza di campionamento è ben superiore al doppio della massima frequenza percepibile dall'orecchio umano e la profondità di bit assicura una gamma dinamica assai più ampia di quella dei nastri magnetici o dei dischi in vinile.

Purtroppo le cose non sono così semplici. Il segnale analogico in ingresso, infatti, contiene tipicamente frequenze superiori ai 20 kHz e questo comporta la generazione di distorsioni (dovute a un fenomeno detto *aliasing*) al momento della riconversione da digitale ad analogico. Può venire spontaneo pensare di elaborare il segnale originale in modo da eliminare le frequenze superiori alla metà della frequenza di campionamento, utilizzando un filtro. In effetti è quello che si fa in pratica, ma l'operazione non è priva di effetti collaterali. Un filtro perfetto eliminerebbe completamente le frequenze superiori alla frequenza massima che si desidera mantenere (la cosiddetta *frequenza di taglio*), e non avrebbe alcun effetto sulle frequenze inferiori. I filtri costruibili in pratica

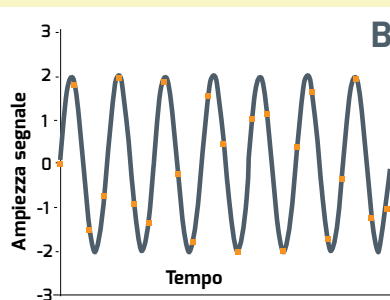
costringono invece ad accettare un compromesso: più la pendenza di taglio è ripida, più modificano il segnale originale introducendo variazioni di fase. Per quanto riguarda la profondità di bit, il numero non illimitato di bit disponibili per rappresentare in forma numerica il valore analogico in ingresso comporta un errore (*errore di quantizzazione*) dovuto all'arrotondamento dei valori in input ai valori discreti consentiti dalla profondità di bit adottata. Questo errore somiglia molto a un rumore casuale: il suo valore medio è pari a zero (oscilla tra $\pm 0,5$ bit) ed è caratterizzato da un insieme di frequenze molto elevate. Per ridurre l'errore di quantizzazione naturalmente è necessario aumentare la profondità di bit.

Dopo la riconversione in analogico si utilizza poi un filtro passa basso (che fa passare le sole frequenze inferiori a quella di taglio) per eliminare il più possibile l'effetto dell'errore di quantizzazione. Anche in questo caso non esiste un filtro ideale: l'effetto di un filtro reale sul segnale in ingresso non si limita mai alla sola eliminazione delle frequenze indesiderate. In base alle considerazioni appena fatte, non sorprende quindi che negli studi professionali di registrazione si impieghino da tempo sistemi di campionamento con frequenze ben più elevate di quelle previste per il Cd audio, in modo che l'effetto dell'aliasing risieda oltre la soglia di udibilità e sia possibile usare filtri dalla curva di taglio non troppo ripida, molto più rispettosi dell'integrità del segnale in ingresso. Il segnale digitale viene poi ricondotto (con un'operazione detta *decimazione*) entro i parametri standard dell'audio digitale memorizzabile su Cd audio, che prevede appunto un segnale Pcm campionato a 44,1 kHz a 16 bit di profondità. In alternativa, il segnale digitale è registrato direttamente in file ad alta definizione oppure su Dvd Audio (Pcm a 192 kHz / 24 bit) o su Sacd (Dsd a 1 bit e 2,8224 MHz).

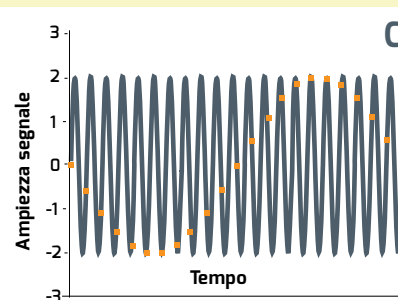
Nicola Martello



FREQUENZA SEGNALE ANALOGICO
9% DELLA FREQ. DI CAMPIONAMENTO



FREQUENZA SEGNALE ANALOGICO
31% DELLA FREQ. DI CAMPIONAMENTO



FREQUENZA SEGNALE ANALOGICO
95% DELLA FREQ. DI CAMPIONAMENTO

Per poter ricostruire perfettamente un segnale analogico è necessario utilizzare, secondo il teorema di Nyquist-Shannon, una frequenza di campionamento pari o superiore al doppio della sua frequenza massima. Nelle figure A ed B i campioni (i quadratini neri) hanno una densità tale da permettere una corretta ricomposizione del segnale originale. In figura C, invece, la frequenza di campionamento non è sufficiente: come si vede a colpo d'occhio, i campioni daranno origine, nella fase di ricostruzione del segnale analogico, a un segnale estraneo di frequenza nettamente inferiore. Questo fenomeno di distorsione è chiamato *aliasing*.



UN NEMICO SUBDOLO: IL JITTER

il Flac quale formato di distribuzione delle loro opere.

Il codec è asimmetrico e particolarmente veloce in fase di decompressione; anche per tale motivo, Flac è compatibile con la maggioranza di riproduttori standalone di musica liquida domestica e professionale. Per i *tag*, Flac ha adottato Vorbis Comments, il meccanismo sviluppato per il codec *lossy* Vorbis. Il Flac supporta una frequenza di campionamento fino a 655,35 kHz con profondità di 32 bit e gestisce fino a 8 canali distinti.

MONKEY'S AUDIO

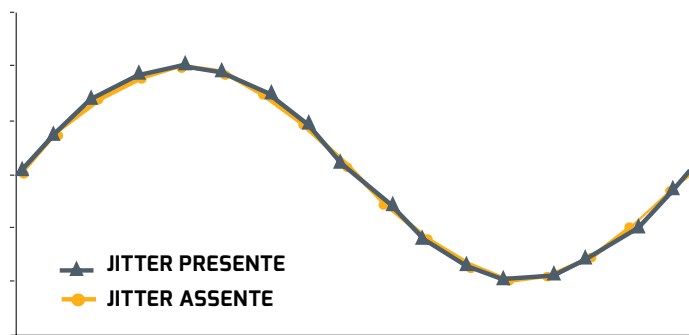
Noto per brevità anche come Ape (dall'estensione del nome dei file generati) questo codec è diffuso soprattutto all'ambiente Windows ma è supportato anche da Linux e OS X attraverso i player più completi tipo Jriver Media Center. Risale al 2000 e vanta la peculiarità principale d'offrire un ottimo livello di compressione, appena inferiore al 50% e pertanto leggermente migliore di quella raggiunta dal Flac e dal WavPack.

Si tratta di un codec di tipo simmetrico, che richiede la medesima potenza di calcolo per compressione e decompressione in tempo reale, quindi non sempre adatto a tutti i player hardware, soprattutto quelli più datati e quindi meno performanti. Monkey's Audio supporta l'audio a due canali, i *tag* proprietari e quelli id3.

WAVPACK

WavPack è un codec open source pubblicato nel 1998 che lavora in modalità simmetrica e asimmetrica, consentendo di scegliere in base alle esigenze il rapporto tra efficacia di compressione e potenza di calcolo richiesta nella decompressione. L'algoritmo di compressione è piuttosto efficiente, poiché arriva a sfiorare il 42%.

Caratteristica interessante è la capacità di operare in modalità ibrida, *lossless* e *lossy*, mediante la creazione di due file distinti, uno con estensione .wv (*lossy* di buona qualità) e l'altro con estensione .wvc contenente tutte le informazioni necessarie per ripristinare il file originale. In riproduzione si può quindi scegliere se utilizzare solo la parte *lossy* o entrambe per ottenere la massima qualità *lossless*. Wavpack supporta più canali fino alla frequenza di campionamento di 192 kHz a 32 bit di profondità e i tag iD2 e Ape.



L'arrivo della tecnologia digitale ha introdotto problematiche nuove nel settore dell'audio. Ad esempio il jitter: un termine inglese (letteralmente significa "tremarella") che in campo elettronico indica la variazione di una o più caratteristiche di un segnale, come la frequenza o l'ampiezza. In questo caso il jitter si riferisce all'errore di accuratezza del clock in un segnale digitale, errore che in fase di ascolto si manifesta sotto forma di lievi variazioni timbriche alle frequenze più elevate e con livelli sonori sostenuti (di solito è percepibile solo da ascoltatori molto attenti dotati di impianti di buon livello). Vediamo di che cosa si tratta. In teoria, i bit che compongono un flusso di dati digitali si susseguono con una cadenza assolutamente regolare, fissata dall'oscillatore al quarzo (clock) che scandisce il funzionamento di un circuito elettronico digitale. Ma nella realtà non c'è nulla di perfetto, e anche gli orologi più precisi sono soggetti a irregolarità e instabilità di funzionamento: è proprio questa irregolarità che dà origine al jitter. Da notare che finché si rimane in ambito digitale la presenza del jitter non disturba il funzionamento dell'elettronica né i segnali stessi, perché la deriva temporale di questi ultimi è comunque sempre assai piccola, molto al di sotto della durata di un singolo bit. Per dare un'idea delle grandezze in gioco, il jitter si misura in pochi decimi di nanosecondo (ns); un nanosecondo corrisponde a un milionesimo di secondo, mentre la durata di un bit in un flusso a 192 kHz è di qualche migliaio di ns. Il problema sorge quando si passa dal digitale all'analogico, operazione compiuta dal Dac (*Digital-to-Analog Converter*). In questa trasformazione, gli errori di cadenza temporale dei bit si traducono in irregolarità della forma d'onda del segnale ricreato, che quindi non sarà più perfettamente uguale a quella del segnale originale (nella figura si può vedere l'effetto – volutamente amplificato per renderlo ben evidente – su un semplice segnale sinusoidale).

L'errore che produce il jitter può essere di tipo sistematico, come accade quando il clock scandisce il tempo con una frequenza diversa da quella nominale, o puramente casuale; in questo caso il jitter si manifesta come una sorta di rumore digitale. Esiste anche la possibilità che il jitter sia correlato a un disturbo esterno, come la frequenza a 50 Hz della tensione di rete, quindi il segnale audio risulterà modulato di conseguenza. Il jitter può apparire già al momento della registrazione, quando avviene la trasformazione del segnale audio da analogico a digitale per opera dell'Adc (*Analog to Digital Converter*): eventuali errori di clock si ripercuotono infatti sul processo di digitalizzazione. In questa fase però di solito il problema non ha grande rilevanza, per due motivi. Innanzitutto gli studi professionali di registrazione usano (o dovrebbero usare) Adc e clock di elevatissima qualità. In secondo luogo, una volta che il danno è fatto non

► esistono rimedi possibili. Anche in campo analogico può accadere un inconveniente simile, quando le fluttuazioni di velocità del tornio incisore influiscono sulle ondulazioni scavate nel master che verrà usato per creare i dischi in vinile. Un'altra fonte di jitter sono i disturbi generati dal cavo di collegamento tra l'unità di lettura ottica e il Dac esterno. Il cavo può infatti captare i disturbi elettromagnetici esterni (nel caso di connessione elettrica) ed essere affetto da riflessioni di segnale interne. Infine, il jitter può manifestarsi anche all'interno dell'elettronica stessa dell'apparecchio digitale, sia per l'instabilità del clock sia per i disturbi nelle linee di comunicazione interne. Per combattere il jitter prodotto da cause interne all'apparecchio bisogna lavorare su più fronti e la lotta – per niente facile – comincia fin dalle prime fasi di progettazione del dispositivo. I circuiti elettrici devono essere disegnati per ridurre al minimo le interferenze (per esempio quelle causate dall'alimentatore) e la componentistica deve essere di qualità elevata (quindi costosa), a cominciare dall'oscillatore al quarzo usato per il clock. Nel caso il segnale di input arrivi già inquinato dal jitter, come accade con un Dac esterno, è necessario impiegare una memoria tampone che immagazzini i bit in input e li rilasci in accordo con la temporizzazione del clock interno all'apparecchio (questa procedura è chiamata *reclocking*), che ovviamente deve essere di ottima qualità. Nei Dac esterni più economici, invece, l'oscillatore al quarzo è asservito al segnale temporale che arriva con i dati di input in formato SPDif, tramite un circuito PLL (Phase Locked Loop, anello ad aggancio di fase). Questa architettura è poco costosa ma nulla può contro il jitter che arriva dalla linea di ingresso.

Nicola Martello

I Creative Muvo sono stati tra i primi e più compatti Mp3 player della storia.

I FORMATI COMPRESSI LOSSY

Terza e ultima categoria, di enorme successo e tanto apprezzata dal grande pubblico quanto osteggiata dagli audiofili e dai puristi del suono, la tipologia di formati compressi con perdita di informazioni o **lossy**, cui appartiene il più famoso – o famigerato, secondo i punti di vista – Mp3.

Nella creazione di file *lossy* si impiegano specifici algoritmi di compressione in grado di generare contenuti estremamente compatti ma di qualità inferiore – in misura ampiamente variabile – rispetto all'originale, poiché il risultato viene ottenuto scartando le informazioni ritenute ridondanti o comunque poco influenti. Di conseguenza, l'utente può scegliere il rapporto tra dimensioni dei file e qualità finale, in base alle proprie esigenze, aspettative e condizioni di riproduzione: tanti brani a medio/bassa qualità su player portatili con poca memoria per un ascolto molto disimpegnato, oppure meno materiale audio ma con resa migliore per essere riprodotto da dispositivi più performanti e ascoltato con cuffie o diffusori di maggior qualità. In pratica, è sufficiente impostare il *bit rate* (espresso in kbps), ovvero sul numero di bit per secondo utilizzati per il flusso audio, per far sì che gli

algoritmi di compressione *lossy* possano eliminare l'informazione sonora ritenuta meno percepibile dall'ascoltatore basandosi su modelli psicoacustici di riferimento e generare un file di ridotte dimensioni rispetto all'originale ma sempre di livello qualitativo più che dignitoso. L'intervallo del *bit rate* può essere molto ampio: per molto tempo negli anni passati il valore di riferimento è stato di 128 kbps, giudicato allora come compromesso accettabile, ma decisamente insufficiente per gli standard attuali.

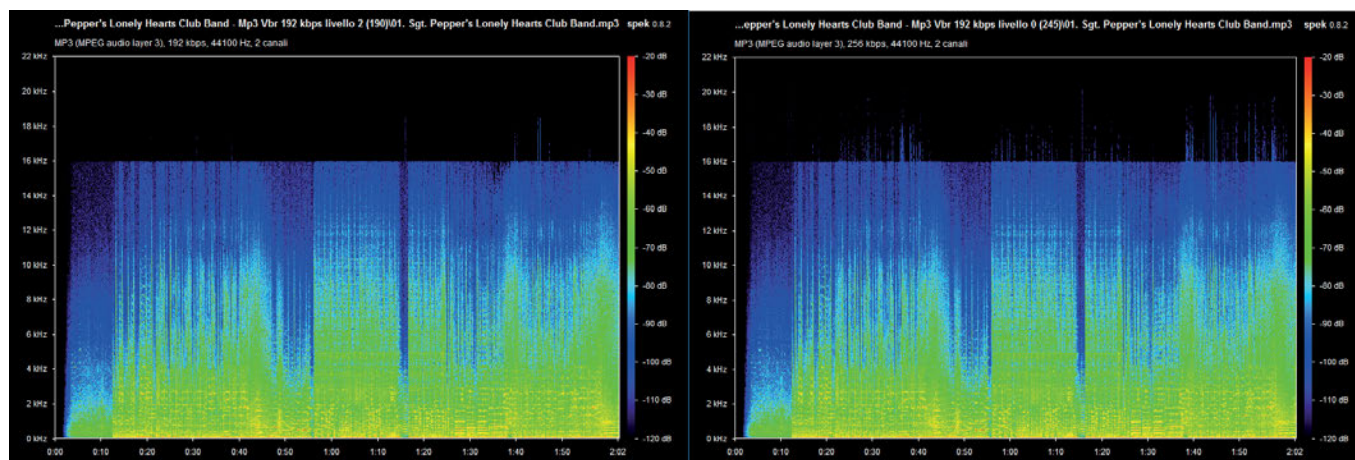
Dal momento che storage e spazio di archiviazione non sono più vincolanti come in precedenza – qualsiasi smartphone attuale, per esempio, ha un quantitativo di memoria più che sufficiente per molte ore di musica – è preferibile impostare un rateo di compressione di almeno 192 o 256 kbps, se non addirittura il valore massimo di 320 kbps. Un aspetto interessante da tenere in debita considerazione riguarda la modalità con la quale gli algoritmi *lossy* effettuano la conversione, ovvero applicando al flusso dei dati un *bit rate* costante (*Cbr, constant bit rate*) o variabile (*Vbr, variable bit rate*), parametri anch'essi impostabili dall'utente. Con il Vbr si ottiene un rapporto compressione/qualità più efficiente poiché la procedura è ottimizzata in funzione delle caratteristiche sonore di ciascun brano.

Naturalmente il risultato dipende sempre e comunque dal valore dell'algoritmo, poiché non tutti hanno la medesima efficienza o eguale capacità: alcuni sono stati realizzati per assicurare la massima performance in velocità e rateo di compressione, altri invece puntano di più alla qualità sonora. Nel caso del codec Mp3, per esempio, la maggior parte di appassionati concorda nel ritenere il Lame (<http://lame.sourceforge.net>) quale miglior encoder per *bit rate* medio/alti in modalità variabile.

AAC (ADVANCED AUDIO CODING)

L'Aac è lo standard del mondo Apple, utilizzato da iTunes e da tutti i dispositivi hardware della casa di Cupertino ma anche da molte altre periferiche audio e multimediali. Risale al 1997 ed è stato ratificato come standard





Analisi di file compressi in Mp3 in modalità a bit rate variabile (Vbr) impostato a 192 kbps (a sinistra) e 256 kbps (a destra). Quale dei due metodi (Cbr oppure Vbr) "suoni" meglio è materia controversa, ma di certo il Vbr è più efficiente nell'ottimizzare le dimensioni dei file.

dall'Iso/Iec e inserito nelle specifiche Mpeg-2 e Mpeg-4. Il principale vantaggio dell'Aac consiste nel fornire una migliore qualità sonora rispetto all'Mp3 a parità di frequenza di campionamento, caratteristica evidente soprattutto con *bit rate* medio/bassi: indicativamente, un file audio AAC a 128 kbps offre una resa sonora comparabile con quella di un Mp3 Vbr a 175 kbps o Cbr a 160 kbps. L'Aac gestisce fino a 48 canali 96 kHz e supporta i metadati iD3.

MP3 (MPEG-1 O MPEG-2 AUDIO LAYER III)

È il formato *lossy* più famoso, divenuto di fatto sinonimo di audio digitale compresso, al quale va senz'altro il merito di aver consentito una reale diffusione di massa della musica liquida soprattutto a livello portatile. Il codec è protetto da numerosi brevetti, detenuti dal *Fraunhofer Institute* e da Thomson/Technicolor, che ne hanno pubblicato le specifiche nel 1993.

Nella prima versione l'Mp3 supportava solo musica stereo a due canali campionata alla frequenza massima di 48 kHz: nel 2001 Thomson ha sviluppato l'Mp3 Pro (che migliorava la resa delle alte frequenze), purtroppo abbandonato in breve tempo soprattutto per la mancata compatibilità con i dispositivi portatili. Nel 2004 è stata aggiunta la compatibilità con l'audio multicanale 5.1 (*Mp3Surround*) e nel 2009 è stata la volta di una variante *lossless* denominata *Mp3HD*. L'Mp3

supporta qualsiasi versione di iD tag ed è estremamente versatile sia per la compatibilità pressoché totale con dispositivi hardware portatili, desktop e multimediali in genere sia per le prestazioni in fase di compressione e decompressione, ottenute con minime richieste di potenza di calcolo.

MUSEPACK

Sviluppato da Andree Buschmann nel 1997 come MPEGplus, Mpeg+ o Mp+, il codec open source Musepack incorpora algoritmi di modellazione adattiva del rumore e impiega un modello psicoacustico basato su *Mpeg Iso Model 2*. Il codec è finalizzato alla creazione di file *lossy* di qualità superiore, a parità di bitrate, di quelli in Mp3, e lavora al meglio con frequenze di campionamento non inferiori a 175 - 185 kbps. Musepack supporta i tag Ape ed è compatibile con l'audio multicanale con profondità massima di 32 bit e frequenza di campionamento fino a 48 kHz. Nonostante le ottime referenze e prestazioni, è un poco in disuso e non viene più aggiornato dal 2011.

VORBIS

Sviluppato nel 1998 e pubblicato nel 2002, questo codec open source di Xiph.Org Foundation sfrutta principi di psicoacustica simili a quelli impiegati dall'Mp3, tuttavia impiega un

algoritmo di compressione un po' più efficiente a parità di qualità sonora. Nel linguaggio corrente si parla di Ogg Vorbis perché il file compresso Vorbis è inserito in un container Ogg. Vorbis lavora al meglio in modalità Vbr e offre risultati apprezzabili già a 128 kbps, migliori dell'Mp3 soprattutto sulle alte frequenze; tuttavia, è più avido di risorse di calcolo in fase di *decoding*. Il codec supporta fino a 255 canali audio e un campionamento massimo di 192 kHz alla profondità di 24 bit. Il formato proprietario usato per i tag si chiama Vorbis Comments.

Lp. lunga vita

In controtendenza, il giradischi e il disco in vinile stanno tornando di moda

WMA

Dal 1999 è il formato *lossy* proprietario di Microsoft, adottato come standard dal media player di Windows, che promette una qualità audio superiore a quella di Mp3 a parità di bit rate. La versione originale di Wma gestisce solo l'audio a due canali con campionamento massimo di 48 kHz, mentre le successive realizzazioni incorporano nuovi codec (incompatibili tra loro) che ne aumentano le capacità. Wma Pro, il più avanzato, è ottimizzato per i *bit rate* elevati e supporta fino a 8 canali audio con risoluzione di 96 kHz. Esiste anche una versione Wma *lossless*, che gestisce un massimo di 6 canali e comprime l'audio in maniera conservativa campionando fino a 96 kHz a 24 bit.



COME OTTENERE MUSICA LIQUIDA

L'acquisto online è la via più veloce, ma anche conversione della propria libreria audio è fattibile senza troppa fatica, a patto di armarsi di pazienza e dei software adeguati.

Internet lascia solo l'imbarazzo della scelta per l'acquisto di musica liquida, anche se sotto alcuni aspetti la situazione attuale è ben lungi dall'essere completa e perfetta. In estrema sintesi, l'offerta è pienamente soddisfacente per il grande pubblico, ma perfettibile per gli audiofili, soprattutto se si entra nel campo dell'alta risoluzione. Il mercato è storicamente dominato dalla presenza di formati lossy, che rappresentano la scelta primaria operata dalla maggior parte degli utenti, sia per ragioni economiche (i file Mp3, per esempio, costano meno delle controparti Flac) sia per la praticità d'utilizzo e la compatibilità totale con tutti i player software e hardware esistenti. Amazon Cloud Player, Apple iTunes o Google Play Music, giusto per citare in rigoroso ordine alfabetico i servizi più noti, a cui si aggiungono ovviamente le major discografiche che propongono titoli acquistabili direttamente sui rispettivi siti o portali Web, offrono cataloghi immensi di titoli a prezzi concorrenziali rispetto al classico Cd, pronti da scaricare e ascoltare in qualsiasi momento. Tuttavia, chi ricerca materiale sonoro lossless a elevata qualità e in alta risoluzione rimane spesso deluso dall'assenza di questa alternativa. E si deve accontentare oppure rivolgersi verso siti specializzati la cui offerta è, purtroppo, inferiore rispetto a quella più prettamente consumer e maggiormente orientata alla musica classica, con selezioni piuttosto limitate per i generi moderni.

Alcuni siti offrono servizi interessanti: il famoso **Find HD Music** (www.findhdmusic.com), per esempio, consente di effettuare la ricerca di un titolo contemporaneamente su più store online specializzati, anche utilizzando filtri relativi al tipo di codifica e al sample

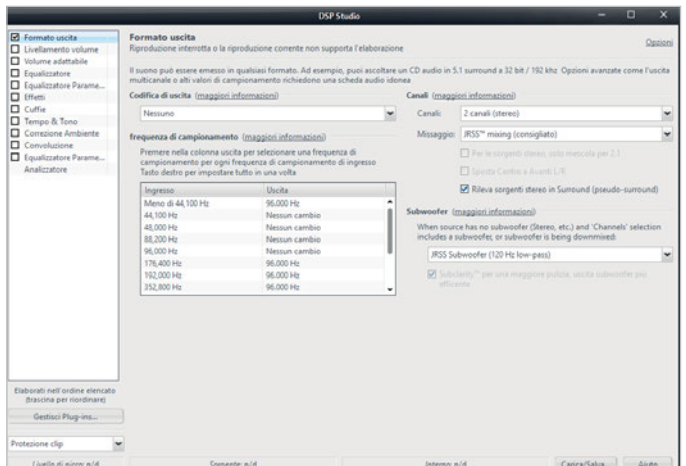
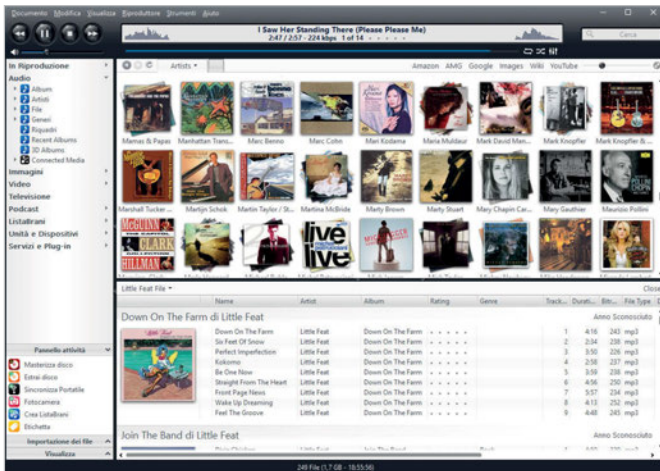
rate. Un servizio eccellente ma, purtroppo, utilizzabile per puro scopo informativo poiché per questioni inerenti ai diritti d'autore e distribuzione internazionale il materiale elencato e disponibile presso siti stranieri ha delle limitazioni territoriali e il più delle volte l'Italia non compare tra i paesi dai quali è possibile effettuare acquisti.

Per fortuna, alcuni servizi non impongono restrizioni territoriali: tra i più noti che offrono musica liquida in alta risoluzione – quasi esclusivamente classica – vale la pena di citare

il norvegese **2L** (www.2l.no), lo svedese **eClassical** (www.eclassical.com) o gli inglesi **Gimell Records** (www.gimell.com), **Naim** (www.naimrecords.com), **Presto Classical** (www.prestoclassical.co.uk), **The Classical Shop** dell'etichetta Chandos (www.chandos.net) e **Hyperion** (www.hyperion-records.co.uk).

Trasformiamo i Cd in musica liquida
Convertire la propria libreria fisica di Cd in file audio è un'operazione relativamente semplice e alla portata di tutti, poiché non si richiede hardware particolare e i software si trovano

I file in HD sono meno diffusi delle controparti standard e la maggior parte dei siti specializzati – almeno quelli accessibili dall'Italia – offre perlopiù musica classica.

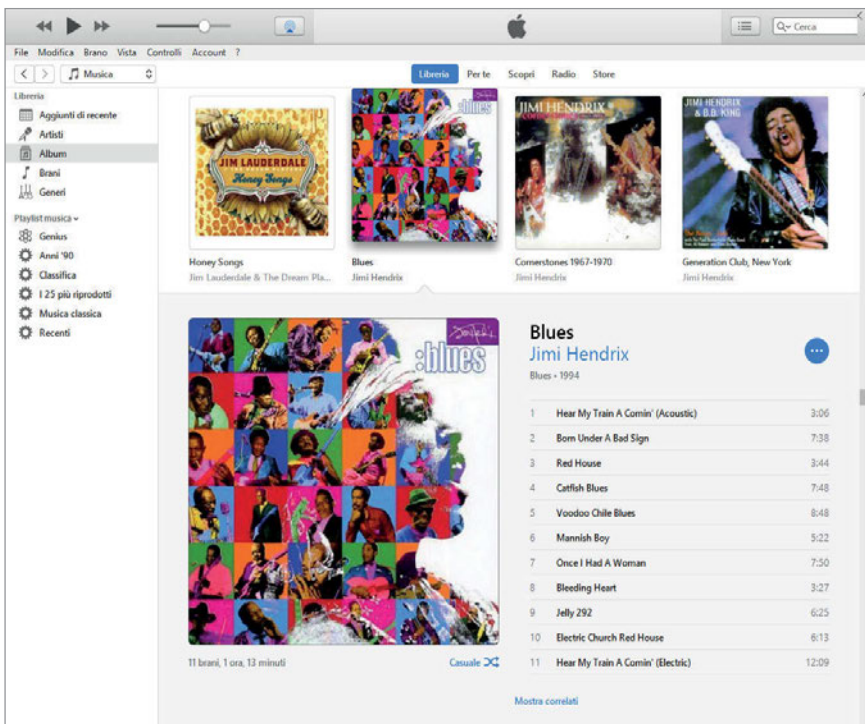


Jriver Media Center è al top dei software integrati per la gestione a tutto campo della musica liquida, dalla fase di estrazione fino alla riproduzione.

facilmente in rete sia in forma gratuita sia a pagamento. La procedura può essere distinta in tre fasi essenziali costituite dall'estrazione delle tracce audio o *ripping*, dall'assegnazione di tag e, infine, dal salvataggio/archiviazione nel formato desiderato. A seconda dei programmi utilizzati, i passaggi possono avvenire in fasi distinte oppure anche in un'unica soluzione, in molti

casi completamente automatizzata. Partiamo da una delle scelte migliori – gratuita – per quanto riguarda la semplicità d'uso e sfruttabile da utenti Windows e Mac: **iTunes**, il notissimo software targato Apple. Il programma della casa di Cupertino può rappresentare la preferenza ideale per chi si avvicina alla musica liquida e non vuole crearsi troppi problemi, poiché

offre sia l'opzione di *ripping* con output nei formati lossless e non (Aac, Aiff, Apple Lossless, Mp3 e Wav) sia la sezione di player e libreria, peraltro con un'eccellente interfaccia grafica. Di contro, iTunes pecca nelle opzioni avanzate richieste dagli utenti più esperti, come per esempio la possibilità di scegliere un'uscita audio differente da quella dei settaggi di Windows; lo scoglio principale per molti è tuttavia rappresentato dal mancato supporto al formato Flac, lo standard più consolidato nella musica liquida lossless. Sul versante opposto, ma sempre rimanendo nell'ambito di una soluzione integrata, la palma d'onore del miglior software in assoluto in questo contesto va senza ombra di dubbio a Media Center della statunitense **Jriver** (www.jriver.com). Il programma multipiattaforma (Windows, OS X e Linux) dell'azienda di Minneapolis ha l'unico "difetto" di non essere gratuito (la demo completamente funzionale dura comunque un mese), ma a nostro giudizio vale tutti i 49,99 dollari richiesti per la licenza, poiché rappresenta una scelta definitiva che non fa rimpiangere nessun'altra opzione quanto a versatilità, potenza, compatibilità e interfaccia grafica. Citare tutte le caratteristiche e le funzioni del Jriver Media Center (ottimo per trattare anche immagini e video) va oltre lo spazio concesso e il solo approfondimento della sezione audio richiederebbe un articolo dedicato, che vi proporremo comunque in un prossimo numero della rivista. In questo contesto ci basta sapere che il programma (giunto alla versione



Apple iTunes ha una bella grafica ed è adatto a gestire anche librerie di grandi dimensioni, ma non supporta il Flac e offre solo le opzioni essenziali per il *ripping* dei Cd.

22.0.77) supporta tutte le codifiche (Dsd inclusi), consente di reindirizzare il flusso audio verso qualsiasi scheda installata indipendentemente dai settaggi del sistema operativo, effettua il ripping ed è in grado di gestire librerie di grandi dimensioni con estrema efficienza grazie alle opzioni multiple di

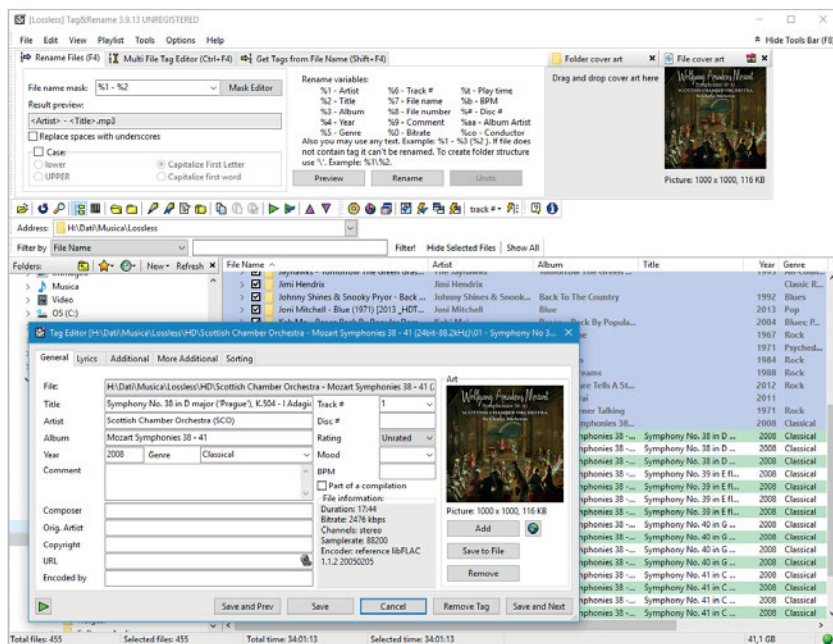
ricerca. Le possibilità di personalizzazione sono eccellenti tanto nell'ambito della riproduzione audio quanto nella visualizzazione; di particolare interesse è la sezione Dsp studio, che consente di intervenire rapidamente su tutti i formati d'uscita e relativi parametri e offre inoltre opzioni particolarmente

utili quali, per esempio, il controllo della spazializzazione in cuffia, la doppia equalizzazione (grafica e parametrica) oppure gli effetti di correzione ambientale. Interessante, tra le novità dell'ultima versione, il test d'ascolto (*Listening Test*): è sufficiente indicare un brano di riferimento dalla libreria perché il programma generi in automatico più file temporanei in differenti formati (Mp3 da 32 a 256 kbps, Flac e Dsd) e li riproduca "anonimamente" per consentire all'utente di ascoltarli e scoprire le proprie capacità di valutazione.

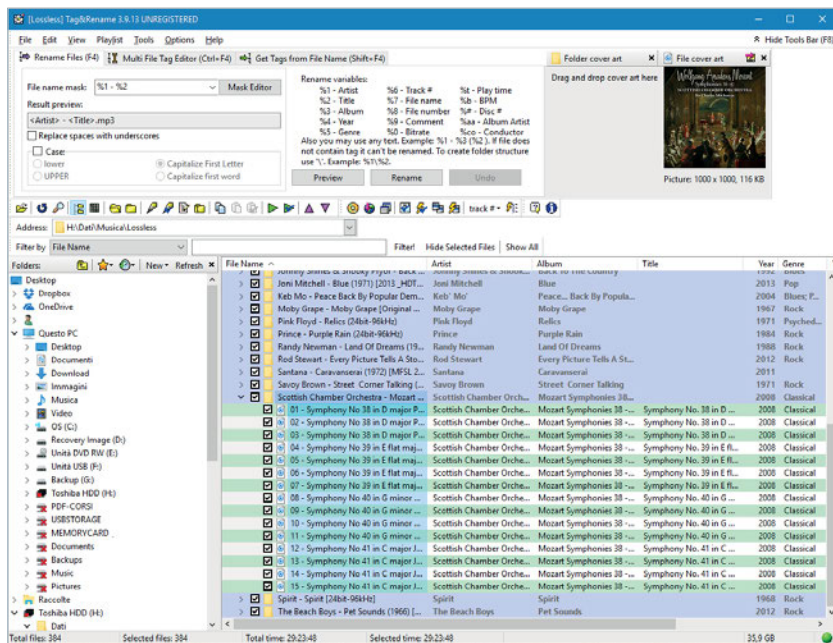
Chi desidera invece seguire un percorso meno immediato o intuitivo, ma in grado di assicurare un controllo assoluto sulla creazione di musica liquida, può rivolgersi a più programmi specializzati. Per quanto riguarda la fase di ripping, la scelta degli esperti va senza dubbio a **Exact Audio Copy** o **EAC** (scaricabile gratuitamente dal sito www.exactaudiocopy.de), il top dei software in tema di accuratezza nella fase di estrazione: per i dettagli vi rimandiamo al box relativo. EAC gestisce anche tag e copertine degli album in maniera adeguata per la maggior parte delle necessità, ma quando capita di dover intervenire per mettere ordine o aggiungere dati mancanti a librerie digitali già esistenti serve un software dedicato.

In questo caso il migliore in assoluto rimane **Tag&Rename** (www.softpointer.com): è un po' costoso (29,95 dollari al termine della demo di 30 giorni) ma supporta in modalità nativa ogni genere di metadati ed è ineguagliabile quanto a versatilità ed efficienza nella gestione dei file.

Il passo successivo e conclusivo alla creazione della propria collezione di musica liquida consiste nell'adottare un player adatto a gestire i formati utilizzati, *lossless* o *lossy*; non si tratta di una scelta banale poiché – al di là della compatibilità con codec – non sempre tutti i programmi riescono a gestire il flusso audio in maniera totalmente trasparente dal sistema operativo assicurando la massima pulizia del suono oppure consentono di sfruttare adeguatamente eventuali Dac esterni al computer. Sotto questo profilo, il posto d'onore quale alternativa gratuita a JRiver Media Center spetta di diritto a **Foobar 2000**, riservato agli utenti Windows ma disponibile anche in versione



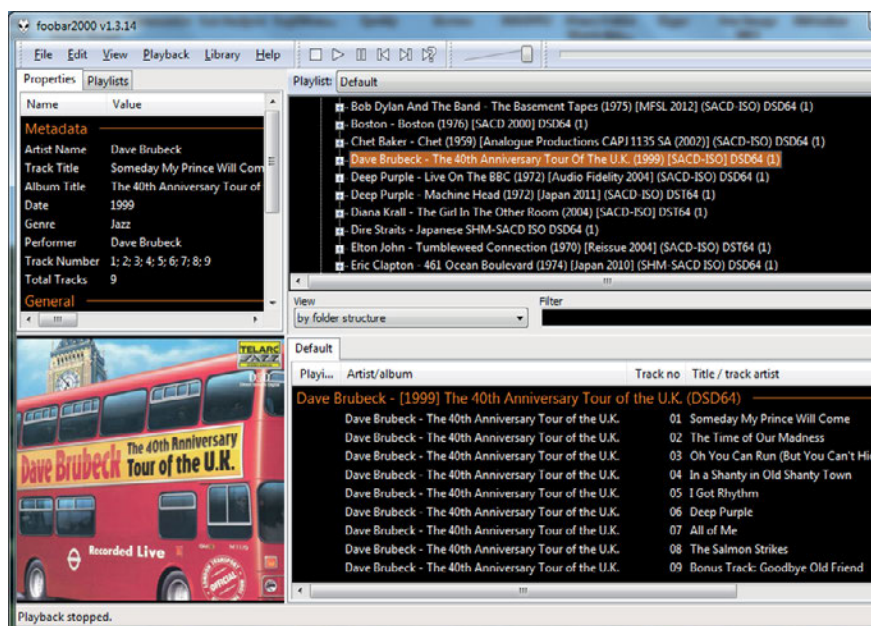
Tag&Rename è al vertice della classifica dei programmi per la gestione dei tag audio. Insostituibile se dovete inserire o modificare metadati su una gran quantità di file.



L'interfaccia grafica di Tag&Rename sembra caotica a causa delle tante opzioni, ma una volta presa confidenza si apprezzano funzionalità ed efficienza del programma.

mobile per Android, iOS e Windows Phone 10. Scaricabile dal sito www.foobar2000.org, Foobar 2000 è il programma di riferimento per la riproduzione in alta fedeltà: in sintesi, seppur meno appariscente sul piano grafico rispetto molti concorrenti, conserva la capacità di catalogare e gestire anche grandi librerie musicali e riprodurre l'audio utilizzando tecnologie quali *Wasapi* e *Asio* per bypassare la gestione del sistema operativo assicurando una riproduzione precisa bit a bit (*Bit Perfect*). Benché la configurazione iniziale sia relativamente semplice e intuitiva nonostante l'interfaccia utente un po' spartana, il setup ottimale di Foobar 2000 richiede un minimo di impegno necessario per effettuare il download e l'installazione di *plug-in* (componenti aggiuntivi utili o indispensabili) e l'impostazione dei principali parametri audio.

Ma una volta ottimizzato il tutto, il risultato garantirà un'eccellente riproduzione audio.



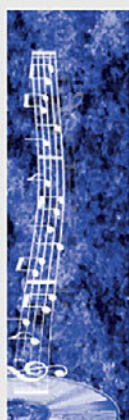
Foobar 2000 è considerato tra i migliori player in ambiente Windows. A fronte di un'interfaccia grafica essenziale, offre eccellenti opzioni di configurazione e un output di elevata qualità.

EXACT AUDIO COPY, MASSIMA PRECISIONE

La dote di spicco di EAC consiste nella massima accuratezza di estrazione possibile, ottenuta utilizzando la tecnica delle letture multiple e la tecnologia *AccurateRip* che consentono ottimi risultati, ben oltre le capacità della maggior parte dei software concorrenti. In sostanza, all'insorgere di errori di lettura dovuti a graffi o usura superficiale del Cd, EAC ripete il passaggio riducendo la velocità fino al conseguimento di un risultato

perfetto oppure, in caso di fallimento, avvisa l'utente ed eventualmente interrompe il processo di estrazione o scarta il brano imperfetto. EAC non presenta particolari difficoltà d'installazione o utilizzo: vediamo brevemente quali sono i passaggi fondamentali per impostare ed avviare un processo di estrazione sicura. In fase di setup il programma mostra l'elenco dei componenti da installare, che include il codec *Flac* e i plugin di masterizzazione e accesso ad alcuni database

Preferenze di Estrazione



EAC configurerà ora l'unità CD seguente:

hp DVD-RAM GH82N

A seconda delle tue preferenze, EAC è in grado di proporre varie modalità. Potresti preferire un'estrazione sicura, più lenta, o una più rapida ma potenzialmente a rischio di errori. Soltanto la prima modalità, lettura accurata, ti assicurerà un feedback sulla rilevazione e correzione di errori al fine di prevenire disturbi ed artifici come 'pop' e 'click'.

Quali sono le tue preferenze per l'unità corrente?

- ☒ Preferisco una lettura accurata dei dati
☐ Velocità senza compromessi

1

Seleziona Encoder



Come descritto nella pagina precedente, sei ora in grado di scegliere tra i quattro più utilizzati schemi di compressione. Per gli utenti che vogliono solo trasferire i propri CD nei lettori portatili, la scelta del formato MP3 è spesso la più corretta. Se invece si vogliono archiviare i CD, in modo da poter masterizzare una copia esatta su di un CD-R ogni volta che è necessario, probabilmente bisognerebbe selezionare il formato *FLAC*.

Oltre alla possibilità di estrazione non compressa, vorrei essere in grado di comprimere i miei file

con perdite marginali di qualità (e.g. per lettori portatili)

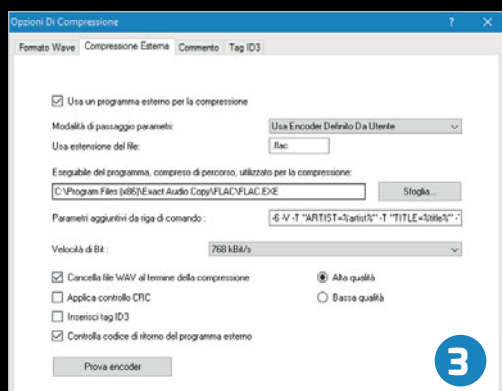
- ☒ File MP3 (circa 1.5 MB/minuto)
☐ WMA (circa 1.5 MB/minuto)

per scopi di archiviazione

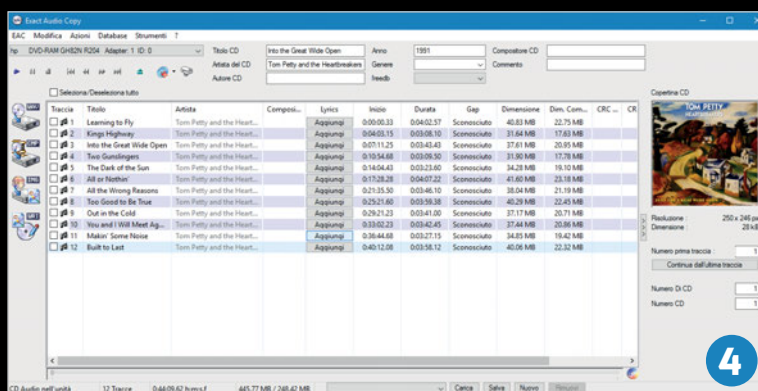
- ☐ FLAC (circa 6 MB/minuto)
☐ WMA Lossless (circa 6 MB/minuto)

☐ per ora niente, farò più tardi la configurazione manuale

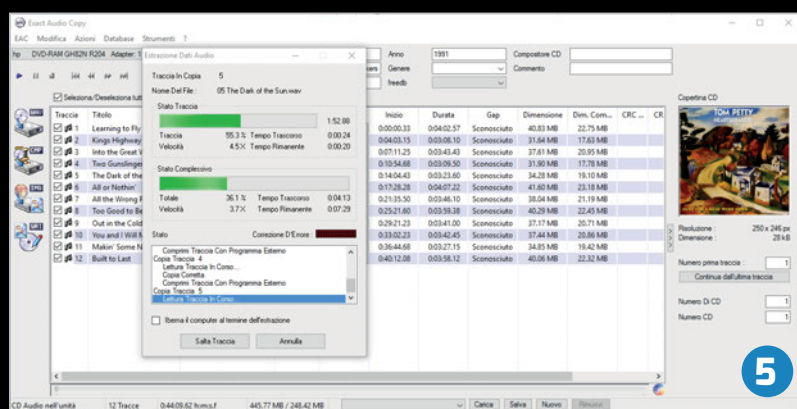
2



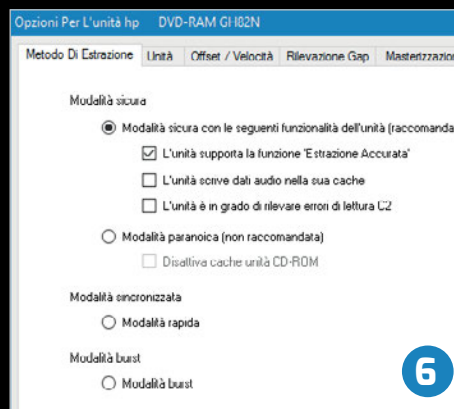
3



4



5



6

online per la ricerca dei metatag. Conviene installarli tutti, scartando al limite il solo plugin GD3 Metadata poiché accede ad un servizio commerciale che consente l'identificazione di tag testuali e grafici per soli 10 Cd in maniera gratuita, dopodiché costa 7,99 dollari.

Al primo avvio, un wizard provvede alla configurazione automatica (o manuale se richiesta) del lettore Cd e, successivamente, di eventuali codec esterni, come il Lame per l'Mp3; la prima fase consiste nell'indicare le preferenze per l'unità di lettura indicata (figura 1), ovvero accuratezza o velocità. Scegliamo naturalmente la prima opzione, che avvia il test di controllo della durata di qualche minuto; superato questo passaggio, sarà necessario scegliere il formato di output desiderato (figura 2) tra i 4 predefiniti, due lossy (Mp3 e Wma) e due lossless (Flac e Wma Lossless). Poiché il codec Flac è già presente (figura 3), scegliendo questo formato siamo già pronti per il ripping, mentre in caso contrario sarà necessario seguire le istruzioni fornite per scaricare e aggiungere gli altri codec non presenti nell'installazione di base.

Ultima opzione, la scelta del formato per i nomi da assegnare ai file estratti: un menu a tendina ne propone un ampio ventaglio, ma è comunque possibile crearne

uno ex novo personalizzato accedendo all'apposita sezione nelle opzioni del programma. A questo punto è sufficiente inserire un Cd Audio e avviare la procedura (figura 4), che inizia con la ricerca online di testi e copertina e prosegue con l'estrazione; una finestra di stato (figura 5) informa sullo stato d'avanzamento e, soprattutto, visualizza l'eventuale rilevamento e correzione di errori. Quando è impostato nella cosiddetta Modalità Sicura (figura 6), opzione standard scegliendo la lettura accurata nel wizard iniziale, EAC legge ogni settore del Cd (5.352 byte) per due volte, e in caso di errori lo rilegge fino a ottenere almeno otto risultati identici.

Nel caso di supporti ottici in cattive condizioni, la sequenza di 16 letture può essere ripetuta per cinque volte, allungando notevolmente i tempi di estrazione ma a vantaggio della precisione. Ovviamente, è necessario che il lettore Cd non esegua il caching dei dati, per evitare che passi più volte al programma il contenuto in memoria invece di riposizionare ripetutamente il raggio laser per la rilettura; per scongiurare questo pericolo Eac prevede l'opzione di forzare lo svuotamento della cache resettando la memoria dell'unità.