

# M2

► Di Michele Braga

Tutto quello che c'è da sapere sullo standard multifunzione nato con lo scopo di unificare i sistemi di connessione all'interno dei computer portatili e di quelli desktop.







**Se avete le idee poco chiare quando si parla di M.2 non siete i soli**, anzi, fate parte di un nutrito gruppo di persone all'interno del quale sono presenti anche molti professionisti che, sebbene operino da anni nel settore informatico, sono ancora confusi sulle caratteristiche di questo standard. I motivi di tutto ciò sono molteplici e in parte risiedono all'interno delle stesse specifiche M.2; altri derivano, invece, dall'utilizzo della sigla M.2 in modo improprio, non completo, o spesso che sottintende alcune caratteristiche in funzione del dispositivo del quale si tratta. Le specifiche tecniche, infatti, coprono nel loro insieme una vastissima gamma di possibili utilizzi e, nel caso di una singola tipologia di dispositivi, offrono varianti adatte a componenti con differenti dimensioni e caratteristiche di velocità.

Lo standard M.2 è stato codificato dal Pci-Sig (*Peripheral Component Interconnect Specialist Interest Group*), ovvero il consorzio di industrie che dal 1992 opera con il fine di sviluppare gli standard per i bus di sistema Pci, Pci X e Pci Express. Questo standard, in origine denominato Ngff (*Next Generation Form Factor*), è nato con lo scopo di fornire ai produttori e al mercato una soluzione pressoché universale per uniformare i sistemi di connessione meccanici ed elettrici per componenti informatici destinati a impieghi molto diversi tra loro. In questo modo sarebbe possibile realizzare e supportare un intero parco di dispositivi dalle funzioni più disparate con pochi e ben definiti connettori allacciati ai controller di sistema.

Volendo stilare un elenco possiamo identificare due macro famiglie di componenti e applicazioni che lo standard M.2 supporta a partire dalla prima versione delle specifiche: quella

dedicata alle applicazioni wireless e quella delle interfacce di collegamento a bus di trasmissione.

Nel primo caso troviamo controller e periferiche Wi-Fi, Wwan (*Wireless Wide Area Network* con tecnologia 2G, 3G, 4G), Bluetooth, WiGig (*Wireless Gigabit Alliance*), Gps (*Global Positioning System*), Gnss (*Global Navigation Satellite System*), Nfc (*Near Field Communication*) e Hdr (*Hybrid Digital Radio*).

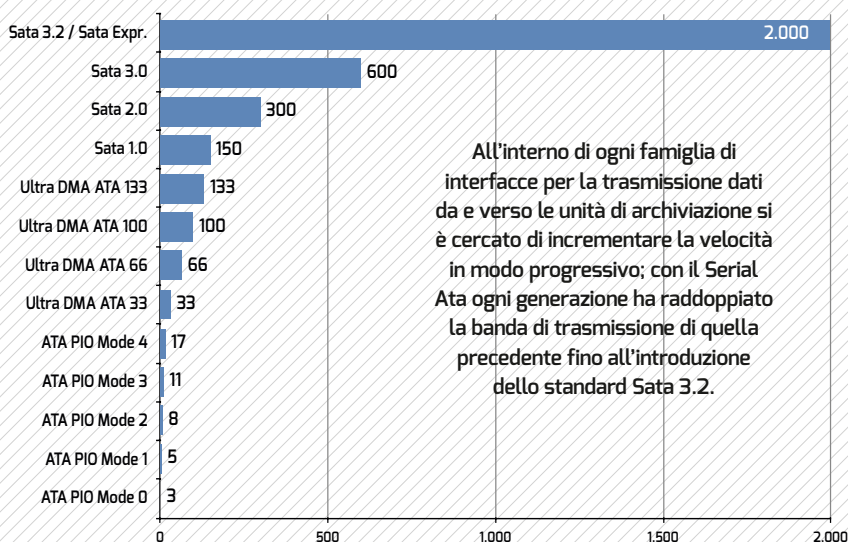
Nel secondo caso tra le interfacce supportate dallo standard M.2 figurano il Pci Express, Ssic, Usb (2.0, HS, 3.0), Sdio (*Secure Digital Input Output*), Uart,

Pcm/I2S, I2C, Serial Ata, Displayport e le varianti di queste stesse interfacce che saranno introdotte o addirittura progettate ex novo nel corso dei prossimi anni.

Si tratta di un traguardo ambizioso da raggiungere in quanto è molto difficile indurre cambiamenti così radicali all'interno di un mercato dove esistono molteplici soluzioni che si sono consolidate nel tempo e, infatti, al momento il risultato è stato ottenuto solo in piccola parte. Questo è un altro dei principali motivi che alimentano la confusione attorno allo standard M.2

“  
L'adozione dello standard M.2 ridurrebbe il numero di tipologie di dispositivi in commercio, semplificando la vita all'utente finale.”

## LE VELOCITÀ DELLE INTERFACCE





Un disco Ssd in formato da 2,5 pollici a confronto con un modello mSata (sinistra) e un moderno disco allo stato solido in formato M.2 (destra).

che rischia di mancare l'obiettivo di diventare "lo standard" e di restare "uno standard" in più senza che il mercato lo sposi in modo univoco.

In questo articolo cerchiamo di fare chiarezza sul formato M.2 spiegando di cosa si tratta, dei vantaggi potenziali, ma anche degli ostacoli imposti dal mercato sempre più veloce e dinamico non solo nello sviluppo dei prodotti, ma anche nel rendere obsolete soluzioni di connessione pensate per durare a lungo.

Lo sviluppo di tecnologie da adottare su larga scala e a livello industriale richiede tempo e non è raro assistere al varo di specifiche che, dopo una lunga incubazione, risultano insufficienti ad assolvere il loro compito a causa di nuove necessità e di cambiamenti indotti dall'evoluzione nei campi della tecnologia produttiva.

In queste pagine ci concentreremo in modo principale sull'utilizzo dello standard M.2 nell'ambito dei sistemi di archiviazione – con un parallelo a quello Sata Express – mentre non scenderemo nel dettaglio della gamma di dispositivi wireless e navigazione.

## L'ESIGENZA DI SUPERARE LO STANDARD SATA 6 GBPS

La maggior parte dei dischi allo stato solido immessi sul mercato nel corso degli ultimi 18 mesi sono caratterizzati da velocità di trasferimento dati in grado di saturare la capacità del bus Serial Ata di terza generazione. Le

specifiche Sata 6 Gbps sono state sviluppate e finalizzate quando i dischi magnetici rappresentavano ancora la soluzione di archiviazione più diffusa in campo consumer e lo stato dell'arte in termini di capacità e di durata delle prestazioni nel tempo; i dischi allo stato solido erano soluzioni che in pochi potevano permettersi, offrivano spazio limitato – o elevatissimi costi al Gbyte – e velocità di trasferimento dati inferiori a quelle odierne e soggette a un forte effetto digradante nel corso del tempo.

L'evoluzione della tecnologia flash impiegata nel campo dei dischi allo stato solido e dei controller per la lettura e scrittura dei dati in questo tipo di memoria sono stati molto rapidi; nel corso di pochi anni il costo al Gbyte è crollato, mentre sono cresciute l'affidabilità e la velocità.

In questo lasso di tempo sono stati sviluppati due standard per incrementare la capacità di trasferimento dati da e verso le moderne unità di archiviazione e superare così i limiti caratteristici dell'interfaccia Sata 3.0 capace di trasferire fino a 6 Gbps: il primo standard è quello Sata Express, mentre il secondo corrisponde a una sezione dello standard M.2.

In entrambi i casi è l'approccio è il medesimo e consiste nell'utilizzo del bus Pci Express come supporto per la trasmissione dati; tuttavia le implementazioni di queste due soluzioni è molto diverso.

## LA STORIA

### ATA PIO MODE

Con questa terminologia si identificano le versioni dell'interfaccia per i dischi rigidi (successivamente anche per le unità con supporti rimovibili come le quelle ottiche) introdotte a partire dal 1986 e superate nel 1994 da quelle Ultra Dma Ata. L'acronimo Pio sta per Programmed Input/Output (Input/Output programmato) che identifica un metodo di trasferimento dati tra la memoria di un computer e una periferica attraverso l'intervento diretto della Cpu. Durante tutta l'operazione di trasferimento dati in modalità Pio, il processore gestisce moltissime operazioni di interrupt che possono impegnare gran parte delle risorse di elaborazione, soprattutto su hardware di potenza limitata.

### ULTRA DMA ATA

Nel 1994 viene introdotta la modalità Dma (Direct Memory Access) che permette alle periferiche di accedere alla memoria di sistema in modo diretto, senza la necessità di coinvolgere l'unità di controllo per ogni byte trasferito tramite l'usuale meccanismo dell'interrupt e la successiva richiesta dell'operazione desiderata, ma generando un singolo interrupt per blocco trasferito. La Cpu si limita a dare avvio al trasferimento rilasciando il bus dati, mentre il trasferimento vero e proprio è svolto dal controller Dma.

### SERIAL ATA

Il Serial Ata è l'evoluzione dell'Ata (anche conosciuto come Ide), rinominato Parallel Ata (Pata) in seguito alla nascita del Serial Ata in modo da evitare fraintendimenti, rispetto al quale il Serial Ata presenta tre principali vantaggi: maggiore velocità, cavi meno ingombranti e possibilità di hot swap. La prima versione del Serial Ata introdotta nel 2002 supporta una velocità di trasmissione dei dati pari a 1,5 Gbit/s al secondo. Il controller Sata di seconda generazione del 2005 ha una velocità di 3 Gbit/s, mentre quello di terza generazione presente dal 2009 permette trasferimenti fino a 6 Gbit/s.

# SATA 3.2

Come abbiamo accennato in apertura, nell'era dei dischi magnetici l'incremento di prestazioni conseguito via via dalle unità di nuova generazione è sempre stato moderato a causa dei limiti imposti dalla densità delle informazioni che era possibile immagazzinare sui piatti e dalla velocità di rotazione di questi ultimi. Poiché l'incremento della velocità di rotazione non è mai stata una soluzione efficace a causa dell'aumento di potenza richiesta e del rumore generato dai dischi, i produttori hanno lavorato sullo sviluppo di tecniche di scrittura che permettessero di incrementare la densità dei dati sui piatti.

Gli incrementi di prestazioni ottenuti in questo modo sono stati progressivi e senza repentini balzi in avanti, tanto che assicurare la disponibilità della corretta banda di trasmissione dati non è mai stato un problema. Nello specifico, ogni nuova versione delle specifiche Sata è stata sviluppata raddoppiando la banda di trasmissione dati rispetto a quella precedente.

Con l'avvento della tecnologia allo stato solido le prestazioni delle nuove unità sono state svincolate dalle leggi della meccanica e in pochissimo tempo i dischi Ssd hanno portato al limite l'interfaccia Serial Ata e alla necessità di creare un'interfaccia capace di veicolare una maggiore quantità di dati. Sviluppare una ipotetica interfaccia Sata 4.0 capace di una velocità di 12

Gbps avrebbe richiesto ingenti risorse e anche la necessità di incrementare il consumo energetico. Il Sata-IO (*Serial ATA International Organization*) ha quindi optato per un cambio di rotta e invece di aspirare a raddoppiare le caratteristiche del Sata 3.0 ha preferito cercare una soluzione alternativa sfruttando le potenzialità dell'interfaccia Pci Express.

Quest'ultima, infatti, è già presente in tutti i sistemi di produzione recente ed è facilmente scalabile: basta incrementare il numero delle linee Pci Express impiegate per aumentare in modo lineare la banda di trasferimento dati a disposizione.

## SATA EXPRESS



L'interfaccia Sata Express – da non confondere con quello eSata che sta per External Sata – è parte integrante dello standard Sata 3.2 e consiste in un collegamento e di un connettore in grado di supportare sia dispositivi di archiviazione Serial Ata standard sia quelli Pci Express.

Il connettore Sata Express utilizzato per il collegamento alla scheda madre è compatibile con quelli previsti dalle precedenti specifiche Sata, ma è in grado di fornire anche linee Pci Express e una connessione corrispondente al

## AHCI E NVME

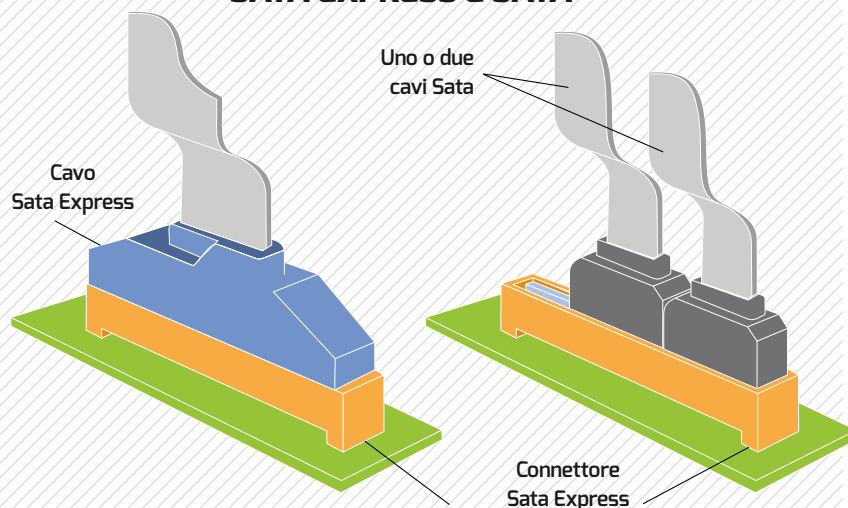
Quando si cerca di migliorare le prestazioni non è sufficiente operare solo l'hardware, perché questo è solo una parte del dispositivo e il software rappresenta una componente altrettanto importante. Tutto ciò vale per ogni componente hardware e quindi anche per i dischi allo stato solido. Per sfruttare appieno le potenzialità di celle Nand, molto velocità e una banda di trasferimento dati molto rapida, è necessaria un'interfaccia software ottimizzata allo scopo.

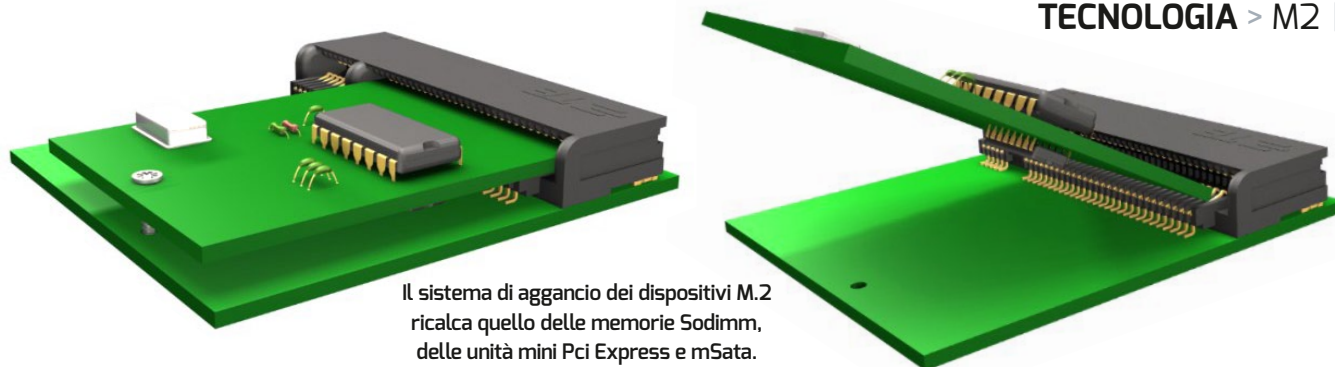
Quella Ahci (*Advanced Host Controller Interface*) risale al 2004 ed è stata pensata per i dischi con tecnologia magnetica che sono caratterizzati da un elevato tempo di latenza medio dovuto alla presenza dei piatti rotanti. L'Ahci non permette di sfruttare in modo efficiente le potenzialità dei dischi Ssd, caratterizzati invece da tempi di latenza molto bassi, e per questo motivo è stato necessario pensare a una nuova interfaccia software. L'Nvme (*Non Volatile Memory Express*) è stata sviluppata da un consorzio composto da più di 80 aziende e diretto da Cisco, Dell, Emc, Hgst, Intel, Micron, Microsoft, NetApp, Oracle, Pmc-Sierra, Samsung, SanDisk e Seagate. Le specifiche Nvme sono state progettate per sfruttare al massimo le potenzialità delle attuali e future unità allo stato solido che utilizzano l'interfaccia Pci Express.

Il connettore Sata Express è compatibile con i cavi Sata delle precedenti generazioni, mentre il cavo Sata Express impiega due porte Sata e una porta con linee Pci Express dedicate alla trasmissione dati.



## SATA EXPRESS E SATA





Il sistema di aggancio dei dispositivi M.2 ricalca quello delle memorie Sodimm, delle unità mini Pci Express e mSata.

dispositivo di archiviazione. In pratica il cavo è collegato a due porte Sata e a una porta dedicata a due o quattro linee Pci Express.

A differenza dell'interfaccia Pci Express standard, quella Sata Express non fornisce alimentazione al dispositivo collegato. Per questo motivo il

connettore da collegare a un disco Sata Express dispone di un ingresso specifico per prelevare l'alimentazione dall'alimentatore di sistema.

Lo standard Sata Express avrà un futuro? Sebbene fornisca una banda di trasmissione dati in grado di supportare le unità Ssd delle prossime

generazioni, l'utilità dell'interfaccia Sata Express è tutt'altro che scontata. Poiché esistono anche dischi Pci Express che possono essere installati nei normali slot di espansione, ci sembra più pratico e logico preferire questa soluzione. Non è un caso che al momento sul mercato non siano disponibili dischi con interfaccia Sata Express, mentre si diffonde l'utilizzo dell'interfaccia Pci Express per le unità Ssd attraverso l'impiego dello standard M.2.

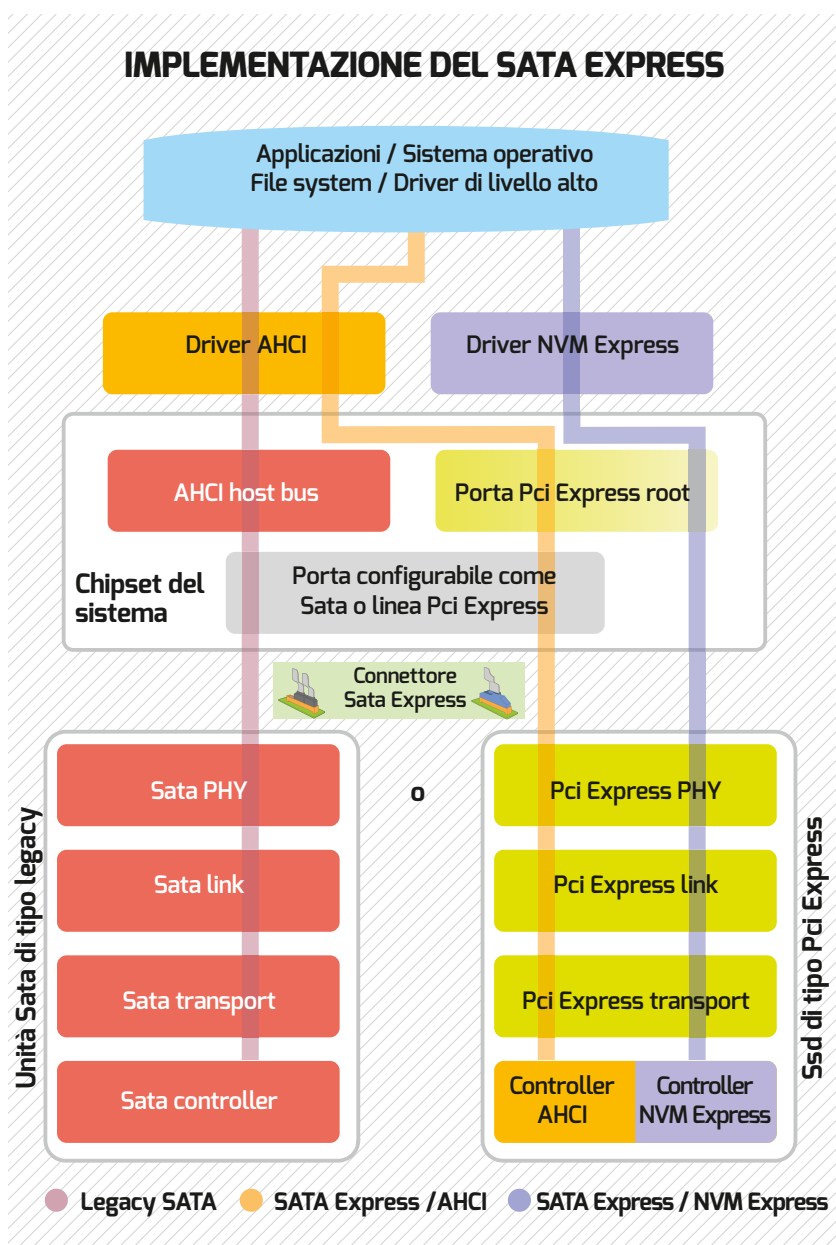
#### LO STANDARD M.2



Veniamo quindi allo standard M.2 che in origine è stato identificato con l'acronimo Ngff (*Next Generation Form Factor*). Questi standard è nato con l'intento di sostituire le numerose soluzioni più o meno proprietarie che i produttori di hardware hanno introdotto nel corso del tempo per una moltitudine di dispositivi.

Da un lato è stato progettato per permettere di incrementare la velocità dei sistemi di archiviazione attraverso l'utilizzo delle linee Pci Express – come per la soluzione Sata Express – e, allo stesso tempo, per offrire supporto a un'ampia gamma di altri bus di comunicazione. L'idea originale era, infatti, di rimpiazzare gli standard mSata e mini Pci Express, nati entrambi per miniaturizzare all'interno dei notebook le soluzioni di archiviazione e le schede con i controller per le comunicazioni senza fili.

All'interno delle specifiche Sata 3.2 lo standard M.2 è identificato come soluzione compatta dell'interfaccia Sata Express, ma in realtà è più di questo. Nelle tabelle e negli schemi presenti in queste pagine sono riassunte le caratteristiche tecniche, i formati costruttivi e gli utilizzi previsti per le diverse soluzioni M.2. Vediamo quindi quali sono le caratteristiche dello standard





## Type xx xx - xx - x - x

LARGHEZZA (MM)	LUNGHEZZA (MM)	ALTEZZA MASSIMA COMPONENTI (MM)		ID CHIAVE	PIN	INTERFACCIA
			T max			
12	16			A	8-15	2x Pci Express X1 / Usb 2.0 / I2C / Displayport x4
16	26	S1	1,2	B	12-19	Pci Express X2 / Sata / Usb 2.0 / Usb 3.0 / Hsic / Ssic / audio / Uim / I2C
22	30	S2	1,35	C	16-23	riservato per utilizzi futuri
30	42	S3	1,5	D	20-27	riservato per utilizzi futuri
	60	D1	1,2	E	24-31	2x Pci Express X1 / Usb 2.0 / I2C / Sdio / Uart / Pcm
	80	D2	1,35	F	28-35	FMI (Future Memory Interface)
	110	D3	1,5	G	39-46	Generico (non utilizzato per M.2)
		D4	1,5	H	43-50	riservato per utilizzi futuri
		D5	1,5	J	47-54	riservato per utilizzi futuri
				K	51-58	riservato per utilizzi futuri
				L	55-62	riservato per utilizzi futuri
				M	59-66	Pci Express X4 / Sata

Qui è riportato il sistema con il quale è generata la nomenclatura per i dispositivi M.2 in funzione della dimensione, dell'interfaccia supportata e del tipo di utilizzo.

M.2, del connettore fisico impiegato e di ciò che è possibile collegare. Poiché l'idea è quella di offrire una connessione per diverse tipologie di bus sono stati sviluppati diversi tipi di connettori, più interfacce e più di un tipo di schede che possono essere installate.

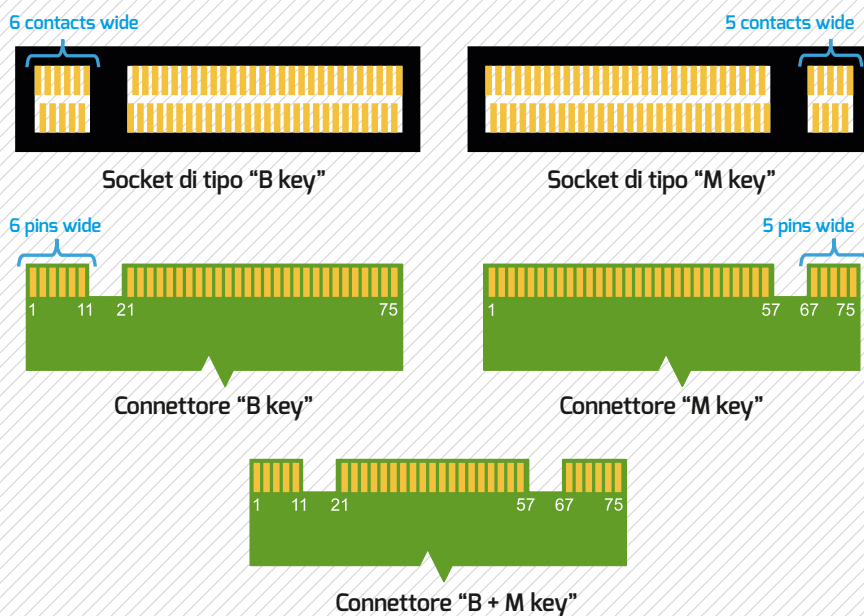
Il connettore M.2 presente sulla scheda madre è di tipo "femmina" e utilizza delle "chiavi" o "registri" per determinare il verso e il tipo di scheda M.2 che può essere inserita nel connettore. Ad ogni chiave corrispondono caratteristiche e impieghi differenti: nel caso delle unità Ssd in standard M.2 i registri utilizzati sono B, M e B+M.

Il registro B identifica il supporto a due linee Pci Express, al Sata, al bus Usb e ad altre tipologie di interfacce. Il registro M identifica invece il supporto a quattro linee Pci Express e all'interfaccia Sata. Infine il registro B+M permette

l'installazione di entrambe le tipologie di dispositivi, ma è bene ricordare che bisogna sempre verificare cosa il produttore ha deciso di supportare attraverso il connettore M.2: è infatti possibile che un produttore scelga un

connettore con registro B+M solo per questioni di comodità, ma senza supportarne tutte le funzioni previste; ad esempio si potrebbe avere un connettore B+M con supporto limitato solo a unità Pci Express e non Sata.

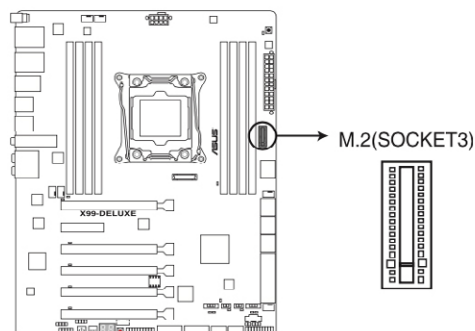
### GLI SCHEMI DEI CONNETTORI M.2 PER I DISCHI



Lo standard ammette due tipi di socket: B oppure M, mentre sono ammessi connettori B, M oppure l'ibrido B+M.

**13. M.2 socket 3**

This socket allows you to install an M.2 (NGFF) SSD module.



**X99-DELUXE M.2(SOCKET3)**

- This socket supports M Key and type 2242/2260/2280 storage devices.
- The M.2 Socket 3 shares bandwidth with PCIe x16\_5 slot. Refer to section **3.6.3 PCH Storage Configuration** of this user guide for more details.

The M.2 (NGFF) SSD module is purchased separately.

Controllate il manuale del vostro sistema per sapere quali unità M.2 sono supportate. Come vedete specificato qui sotto la Asus X99 accetta solo unità Pci Express.

- 1 x M.2 socket 3 with vertical M Key design, type 2242/2260/2280 storage devices support (PCIe mode only)

Per quanto riguarda la banda di trasmissione dati, le specifiche M.2 non definiscono il tipo di linee Pci Express che devono essere impiegate; la scelta spetta al costruttore in funzione delle caratteristiche hardware della scheda

madre e di ciò che vuole offrire all'utente finale. Con due linee Pci Express 2.0 si raggiunge una velocità di circa 1.000 Mbyte/s, mentre se si utilizzano linee Pci Express 3.0 la capacità di trasferimento dati è pressoché doppia.

**I MODULI M.2 IN COMMERCIO**

ID CHIAVE	TIPO DI MODULO	APPLICAZIONE
A	1630, 2230, 3030	Dispositivi wireless
B	3042, 2230, 2242, 2260, 2280, 22110	WWAN+GNSS / SSD
E	1630, 2230, 3030	Dispositivi wireless
M	2242, 2260, 2280, 22110	SSD

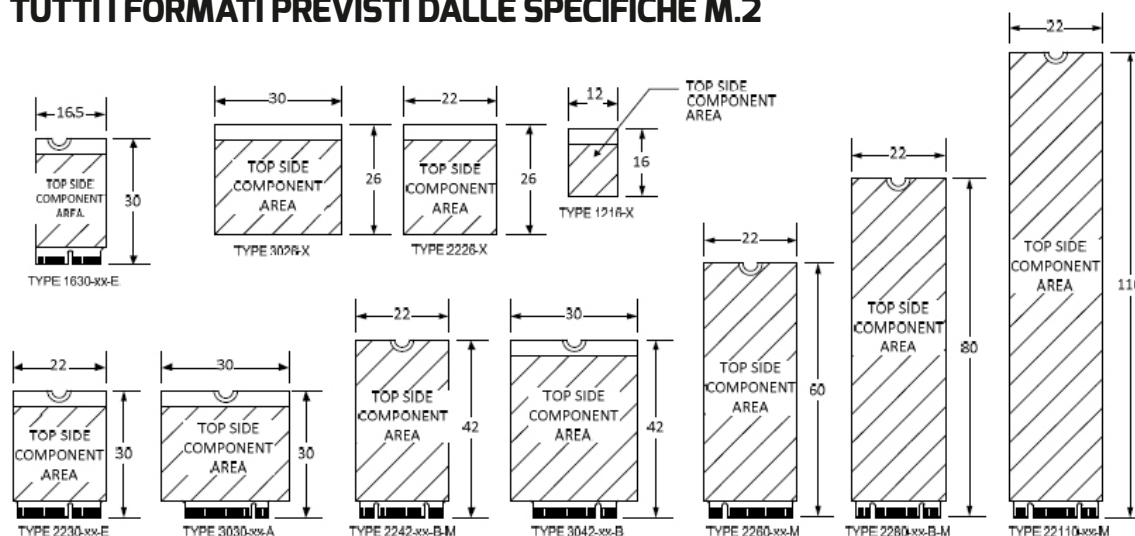
Lo stesso discorso vale per le connessioni che impiegano quattro linee Pci Express: con lo standard 2.0 si ottiene una velocità di circa 2.000 Mbyte/s, mentre quattro linee Pci Express 3.0 offrono una velocità di trasferimento di circa 4.000 Mbyte/s.

**DISCHI M.2 SATA E PCI EXPRESS**

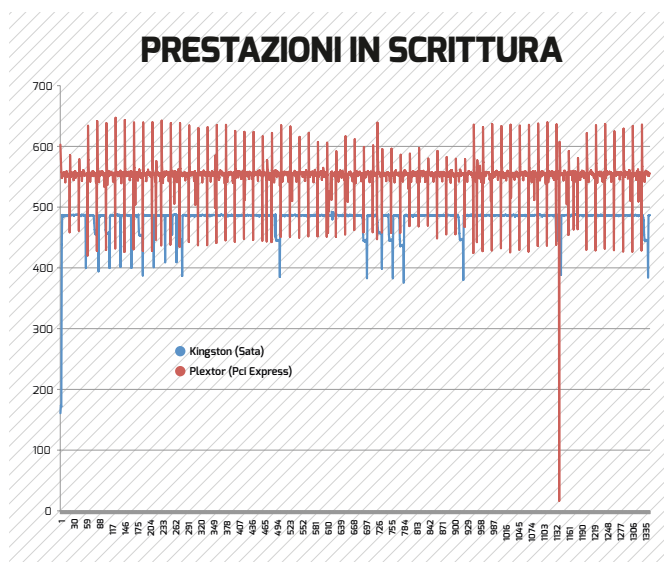
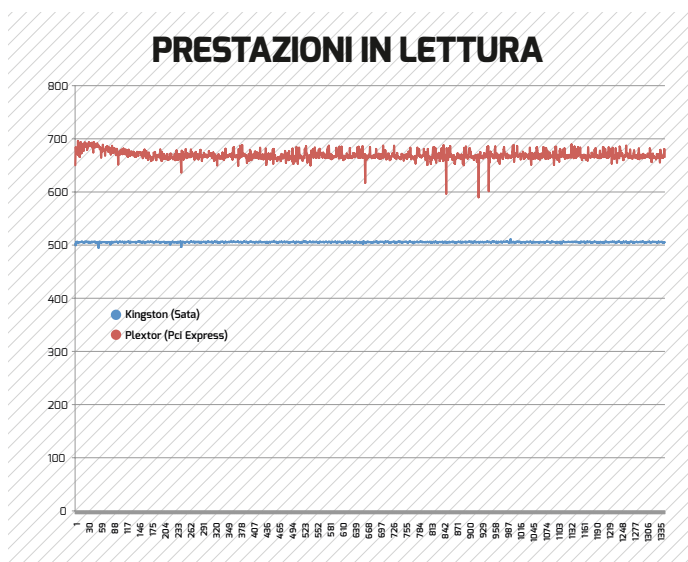
Alla luce di quanto abbiamo esposto è chiaro sono molte le informazioni necessarie per capire che tipo di disco possiamo collegare a un connettore M.2 presente sulla scheda madre e quali prestazioni possiamo ottenere.

Un disco in formato M.2 potrebbe essere un'unità Serial Ata oppure Pci Express e questa informazione non dice nulla sulla velocità del disco se non identificare il limite massimo delle due interfacce di connessione.

Quando si considerano dischi M.2 è quindi necessario fare riferimento alle

**TUTTI I FORMATI PREVISTI DALLE SPECIFICHE M.2**





Nei grafici sono riportati i risultati ottenuti con Aja System Test utilizzando un disco M.2 Pci Express (Plextor) e uno Sata (Kingston).

specifiche fornite dal produttore; queste ultime riportano le caratteristiche del controller e il tipo di interfaccia: per esempio Pci Express 2.0 X2. Queste informazioni permettono di scegliere la scheda madre adatta o, attraverso un processo inverso di selezionare le unità compatibili con la propria scheda madre. Sul manuale di quest'ultima il produttore riporta le caratteristiche dell'interfaccia M.2 integrata: supporto esclusivo del Pci Express, del Serial Ata oppure di supporto per entrambi; generazione delle linee Pci Express impiegate che possono essere 2.0 oppure 3.0. Queste informazioni sono sufficienti per ricavare la velocità massima offerta dalla scheda madre sul canale di trasmissione dati; in questo modo sarà possibile scegliere l'unità che meglio si adatta al proprio sistema.

A dimostrazione di quanto possa essere complesso accoppiare un disco Ssd M.2 e una scheda madre, riportiamo un esempio pratico che è capitato nel nostro laboratorio: due schede madri dello stesso produttore dotate di slot M.2 e due dischi in formato M.2 in prova.

La prima scheda madre è una Asus X99 Deluxe, il cui connettore M.2 è collegato solo al controller Pci Express – quattro linee Pci Express 3.0 – e per questo motivo non supporta i dischi Ssd M.2 di tipo Serial Ata. La seconda scheda madre, una Asus Z97 Deluxe, dispone anch'essa di un connettore M.2, ma in questo caso il connettore utilizza le stesse risorse di quello Sata Express e quindi accetta dischi sia Pci Express sia di tipo Serial Ata. I dischi in prova sono un Plextor PX-G256M6e e un Kingston M.2 Sata; entrambi dispongono di un registro

B+M, ma il primo utilizza un controller Marvell 88SS9183 con interfaccia a due linee Pci Express 2.0, mentre il secondo utilizza un controller Phison 3108-S8 con interfaccia Sata 3.0.

Il disco Kingston ha funzionato solo sulla scheda madre Asus Z97 Deluxe, mentre quello Plextor ha funzionato su entrambe le soluzioni. In questo secondo caso non abbiamo rilevato differenti prestazioni del disco Plextor perché in nessuno dei due casi era presente un collo di bottiglia; ovviamente la velocità massima è stata quella del disco anche sulla piattaforma X99 Deluxe, sebbene questa offra una banda di trasmissione dati ben superiore – grazie all'impiego di quattro linee Pci Express 3.0 contro le due linee 2.0 – a quella di cui è capace il disco Plextor. Cosa cambia in termini di prestazioni?

Lo standard M.2, così come quello Sata Express e gli altri che li hanno preceduti sono soluzioni di collegamento che forniscono una determinata banda di trasmissione dati tra due punti – unità e host – in funzione delle loro caratteristiche tecniche. Detto ciò l'interfaccia meccanica ed elettrica non ha influenze specifiche sulle prestazioni a meno che l'unità collegata sia in grado di raggiungere velocità superiori a quelle offerte dal bus di connessione.

Un disco Ssd in grado di trasferire fino a 800 Mbyte al secondo collegato a un'interfaccia Serial Ata 6 Gbps non raggiungerà mai la velocità massima dichiarata, ma nel caso migliore arriverà a 600 Mbyte al secondo, ovvero la velocità di saturazione del bus Serial Ata di terza generazione. •



Il fattore di forma delle unità Kingston e Plextor è il medesimo (2280), ma il primo utilizza l'interfaccia Sata, mentre il secondo quella Pci Express con due linee 2.0.

