

DDR5

DDR4

La Memoria RAM

Parámetros Fundamentales

Análisis de características técnicas y rendimiento en memorias modernas



Introducción: ¿Qué es la memoria RAM?

RAM (Random Access Memory) - Memoria de acceso aleatorio que se inserta en la placa base

🔧 **Almacén temporal** de datos que el procesador necesita acceder con rapidez

📌 Componente **crítico** para el rendimiento del sistema

⚙️ La elección adecuada de RAM es **fundamental** para optimizar el sistema

MEMORIA DDR4

✓ AMPLIA DISPONIBILIDAD

✓ COMPATIBILIDAD CON PLATAFORMAS EXISTENTES

✓ PRECIO MÁS ACCESIBLE

✓ RENDIMIENTO SÓLIDO

✓ AMPLIA COMPATIBILIDAD

MEMORIA DDR5

✓ MAYOR VELOCIDAD DE TRANSFERENCIA

✓ MENOR CONSUMO DE ENERGÍA

✓ MAYOR DENSIDAD DE MEMORIA

✓ TECNOLOGÍA DE CORRECCIÓN DE ERRORES MEJORADA

✓ COMPATIBILIDAD CON NUEVAS PLATAFORMAS



Velocidad de Acceso

Tiempo que tarda la memoria en responder a una solicitud del procesador



Medida en nanosegundos (ns)



Menor tiempo = mayor velocidad



Impacto directo en el rendimiento del sistema

Tecnología	Velocidad de Acceso
DDR3	0.8-1.2 ns
DDR4	1.0-1.5 ns
DDR5	1.2-1.8 ns

Latencia de RAM en la 4ª palabra															
CL \ MT/s	1600	1866	2133	2400	2666	2800	3000	3200	3333	3400	3466	3600	3733	3866	4000
8	11,88	10,18	8,91	7,92	7,13	6,79	6,33	5,94	5,70	5,59	5,48	5,28	5,09	4,91	4,75
9	13,13	11,25	9,85	8,75	7,88	7,50	7,00	6,56	6,30	6,18	6,06	5,83	5,63	5,43	5,25
10	14,38	12,33	10,78	9,58	8,63	8,21	7,67	7,19	6,90	6,76	6,64	6,39	6,16	5,95	5,75
11	15,63	13,40	11,72	10,42	9,38	8,93	8,33	7,81	7,50	7,35	7,21	6,94	6,70	6,47	6,25
12	16,88	14,47	12,66	11,25	10,13	9,64	9,00	8,44	8,10	7,94	7,79	7,50	7,23	6,98	6,75
13	18,13	15,54	13,60	12,08	10,88	10,36	9,67	9,06	8,70	8,53	8,37	8,06	7,77	7,50	7,25
14	19,38	16,61	14,53	12,92	11,63	11,07	10,33	9,69	9,30	9,12	8,94	8,61	8,30	8,02	7,75
15	20,63	17,68	15,47	13,75	12,38	11,79	11,00	10,31	9,90	9,71	9,52	9,17	8,84	8,54	8,25
16	21,88	18,76	16,41	14,58	13,13	12,50	11,67	10,94	10,50	10,29	10,10	9,72	9,38	9,05	8,75
17	23,13	19,83	17,35	15,42	13,88	13,21	12,33	11,56	11,10	10,88	10,68	10,28	9,91	9,57	9,25
18	24,38	20,90	18,28	16,25	14,63	13,93	13,00	12,19	11,70	11,47	11,25	10,83	10,45	10,09	9,75
19	25,63	21,97	19,22	17,08	15,38	14,64	13,67	12,81	12,30	12,06	11,83	11,39	10,98	10,61	10,25
20	26,88	23,04	20,16	17,92	16,13	15,36	14,33	13,44	12,90	12,65	12,41	11,94	11,52	11,12	10,75

Latencia de RAM en ns / profesionalreview.com

Velocidad de Reloj

Frecuencia a la que opera la memoria, medida en MHz

🔗 Parámetro **más destacado** en especificaciones

↔ Mayor velocidad = **mejor rendimiento**

🏷️ **DDR3-1600 vs PC3-12800**

Generación	Velocidad Base	Máxima Estándar	Máxima Overclock
DDR3	800-1066 MHz	2133 MHz	3200+ MHz
DDR4	2133 MHz	3200 MHz	5333+ MHz
DDR5	4800 MHz	6400 MHz	8400+ MHz

	DDR3	DDR4	DDR5
Voltage	1.3 / 1.5V	1.2V	1.1V
Max Data Rate	1.6 GB/s	3.2 GB/s	6.4 GB/s
Bandwidth	17 GB/s	25.6 GB/s	32 GB/s
Max Die Density	4 GB	16 GB	64 GB
Max DIMM Size	8 GB	32 GB	128 GB
Channels	1	1	2
Burst Length	BL8	BL8	BL16

Ancho de Banda Teórico

Máxima capacidad de transferencia del bus de memoria

↔ Determina la **cantidad de datos** transferidos por segundo

 Directamente proporcional a la **velocidad de reloj**

Σ Fórmula: $(\text{Velocidad de reloj} \times 8) / 1000 = \text{GB/s}$

Generación	Módulo	Ancho de Banda	Dual Channel
DDR3-1600	PC3-12800	12.8 GB/s	25.6 GB/s
DDR4-3200	PC4-25600	25.6 GB/s	51.2 GB/s
DDR5-4800	PC5-38400	38.4 GB/s	76.8 GB/s
DDR5-6400	PC5-51200	51.2 GB/s	102.4 GB/s

	DDR Frequency (MHz)																					
CL	2133	2400	2666	2800	3000	3200	3333	3400	3466	3600	3733	3866	4000	4133	4200	4266	4600	4800	5000	5133	5200	5600
7	6.56	5.83	5.25	5.00	4.67	4.38	4.20	4.12	4.04	3.89	3.75	3.62	3.50	3.39	3.33	3.28	3.04	2.92	2.80	2.73	2.69	2.50
8	7.50	6.67	6.00	5.71	5.33	5.00	4.80	4.71	4.62	4.44	4.29	4.14	4.00	3.87	3.81	3.75	3.48	3.33	3.20	3.12	3.08	2.86
9	8.44	7.50	6.75	6.43	6.00	5.63	5.40	5.29	5.19	5.00	4.82	4.66	4.50	4.36	4.29	4.22	3.91	3.75	3.60	3.51	3.46	3.21
10	9.38	8.33	7.50	7.14	6.67	6.25	6.00	5.88	5.77	5.56	5.36	5.17	5.00	4.84	4.76	4.69	4.35	4.17	4.00	3.90	3.85	3.57
11	10.31	9.17	8.25	7.86	7.33	6.88	6.60	6.47	6.35	6.11	5.89	5.69	5.50	5.32	5.24	5.16	4.78	4.58	4.40	4.29	4.23	3.93
12	11.25	10.00	9.00	8.57	8.00	7.50	7.20	7.06	6.92	6.67	6.43	6.21	6.00	5.81	5.71	5.63	5.22	5.00	4.80	4.68	4.62	4.29
13	12.19	10.83	9.75	9.29	8.67	8.13	7.80	7.65	7.50	7.22	6.96	6.73	6.50	6.29	6.19	6.09	5.65	5.42	5.20	5.07	5.00	4.64
14	13.13	11.67	10.50	10.00	9.33	8.75	8.40	8.24	8.08	7.78	7.50	7.24	7.00	6.77	6.67	6.56	6.09	5.83	5.60	5.45	5.38	5.00
15	14.06	12.50	11.25	10.71	10.00	9.38	9.00	8.82	8.66	8.33	8.04	7.76	7.50	7.26	7.14	7.03	6.52	6.25	6.00	5.84	5.77	5.36
16	15.00	13.33	12.00	11.43	10.67	10.00	9.60	9.41	9.23	8.89	8.57	8.28	8.00	7.74	7.62	7.50	6.96	6.67	6.40	6.23	6.15	5.71
17	15.94	14.17	12.75	12.14	11.33	10.63	10.20	10.00	9.81	9.44	9.11	8.79	8.50	8.23	8.10	7.97	7.39	7.08	6.80	6.62	6.54	6.07
18	16.88	15.00	13.50	12.86	12.00	11.25	10.80	10.59	10.39	10.00	9.64	9.31	9.00	8.71	8.57	8.44	7.83	7.50	7.20	7.01	6.92	6.43
19	17.82	15.83	14.25	13.57	12.67	11.88	11.40	11.18	10.96	10.56	10.18	9.83	9.50	9.19	9.05	8.91	8.26	7.92	7.60	7.40	7.31	6.79
20	18.75	16.67	15.00	14.29	13.33	12.50	12.00	11.76	11.54	11.11	10.72	10.35	10.00	9.68	9.52	9.38	8.70	8.33	8.00	7.79	7.69	7.14
21	19.69	17.50	15.75	15.00	14.00	13.13	12.60	12.35	12.12	11.67	11.25	10.86	10.50	10.16	10.00	9.85	9.13	8.75	8.40	8.18	8.08	7.50
22	20.63	18.33	16.50	15.71	14.67	13.75	13.20	12.94	12.69	12.22	11.79	11.38	11.00	10.65	10.48	10.31	9.57	9.17	8.80	8.57	8.46	7.86
23	21.57	19.17	17.25	16.43	15.33	14.38	13.80	13.53	13.27	12.78	12.32	11.90	11.50	11.13	10.95	10.78	10.00	9.58	9.20	8.96	8.85	8.21
24	22.50	20.00	18.00	17.14	16.00	15.00	14.40	14.12	13.85	13.33	12.86	12.42	12.00	11.61	11.43	11.25	10.43	10.00	9.60	9.35	9.23	8.57

RATE: Memory clock frequency in MHz

CL: CAS Latency - It tells us how many clock cycles the memory will delay to return requested data.


First Word (ns) How much nanoseconds takes to return data after data request


Example: DDR3200C14 returns data in 8.75ns, which is faster than DDR3600C16 (8.89ns)

Full explanation on the calculation: https://en.wikipedia.org/wiki/CAS_latency

Latencias y CAS

CAS (Column Access Strobe) - Tiempo de acceso a la columna

 Retardos que tienen las memorias al acceder a ellas

 **Menor CAS = menor latencia = mayor rendimiento**

 Ejemplo: **16-18-18-36** (CL es el primer valor)

Generación	Velocidad	CL Típico	Latencia Real
DDR3-1600	1600 MHz	CL9-CL11	11.25-13.75 ns
DDR4-3200	3200 MHz	CL14-CL16	8.75-10.00 ns
DDR5-4800	4800 MHz	CL40-CL42	8.33-8.75 ns
DDR5-6400	6400 MHz	CL32-CL36	5.00-5.63 ns

MT/s \ CL		1600	1866	2133	2400	2666	2800	3000	3200	3333	3400	3466	3600	3733	3866	4000
8		10,00	8,57	7,50	6,67	6,00	5,71	5,33	5,00	4,80	4,71	4,62	4,44	4,29	4,14	4,00
9		11,25	9,65	8,44	7,50	6,75	6,43	6,00	5,63	5,40	5,29	5,19	5,00	4,82	4,66	4,50
10		12,50	10,72	9,38	8,33	7,50	7,14	6,67	6,25	6,00	5,88	5,77	5,56	5,36	5,17	5,00
11		13,75	11,79	10,31	9,17	8,25	7,86	7,33	6,88	6,60	6,47	6,35	6,11	5,89	5,69	5,50
12		15,00	12,86	11,25	10,00	9,00	8,57	8,00	7,50	7,20	7,06	6,92	6,67	6,43	6,21	6,00
13		16,25	13,93	12,19	10,83	9,75	9,29	8,67	8,13	7,80	7,65	7,50	7,22	6,96	6,73	6,50
14		17,50	15,01	13,13	11,67	10,50	10,00	9,33	8,75	8,40	8,24	8,08	7,78	7,50	7,24	7,00
15		18,75	16,08	14,06	12,50	11,25	10,71	10,00	9,38	9,00	8,82	8,66	8,33	8,04	7,76	7,50
16		20,00	17,15	15,00	13,33	12,00	11,43	10,67	10,00	9,60	9,41	9,23	8,89	8,57	8,28	8,00
17		21,25	18,22	15,94	14,17	12,75	12,14	11,33	10,63	10,20	10,00	9,81	9,44	9,11	8,79	8,50
18		22,50	19,29	16,88	15,00	13,50	12,86	12,00	11,25	10,80	10,59	10,39	10,00	9,64	9,31	9,00
19		23,75	20,36	17,82	15,83	14,25	13,57	12,67	11,88	11,40	11,18	10,96	10,56	10,18	9,83	9,50
20		25,00	21,44	18,75	16,67	15,00	14,29	13,33	12,50	12,00	11,76	11,54	11,11	10,72	10,35	10,00

Latencia de RAM en ns / profesionalreview.com

Dual Channel y Quad Channel

Técnica que permite múltiples canales de comunicación simultáneos entre CPU y RAM

→ **Aumenta el ancho de banda** efectivo de la memoria

🔧 Mejora significativa del **rendimiento** del sistema

Single Channel

1 canal
Base

Dual Channel

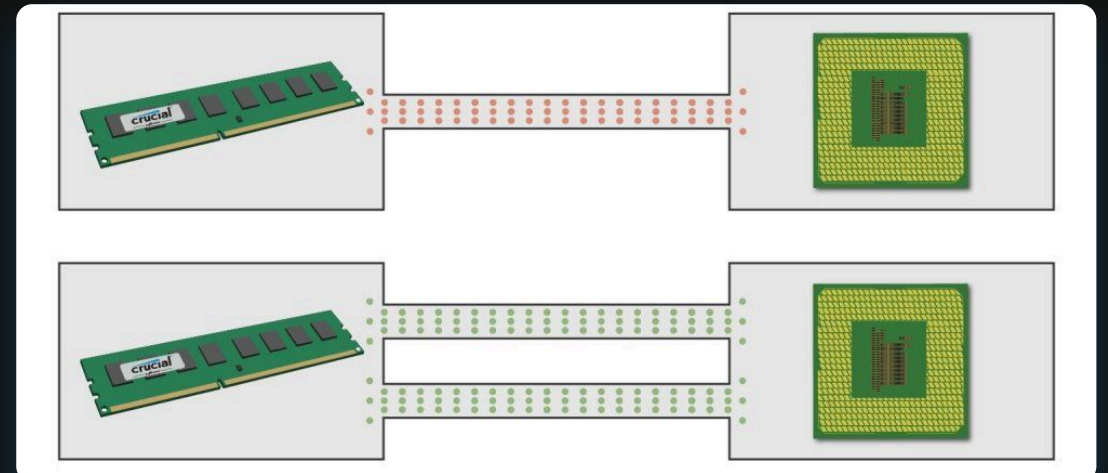
2 canales
Doble ancho de
banda

Quad Channel

4 canales
Cuádruple ancho
de banda

⚠️ Requisitos

- Módulos idénticos (capacidad, velocidad, latencias)
- Instalación en slots correctos según manual
- Soporte de placa base y procesador



Voltaje

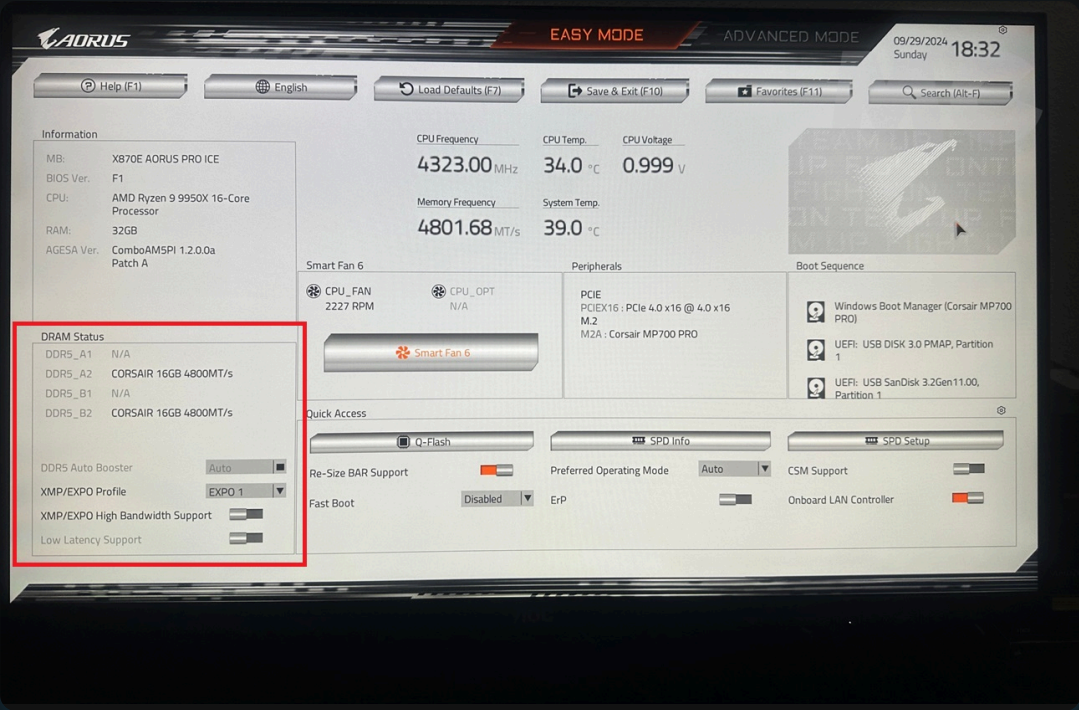
Energía eléctrica requerida para el funcionamiento de la memoria RAM

- ⚡ Determinado por **tipo de memoria** y tecnología
- ↘ **Menor voltaje = menor consumo** y temperatura



Voltaje más alto: mejor rendimiento pero mayor calor y consumo

Generación	Voltaje Estándar	Voltaje Overclock	Ahorro vs. Anterior
DDR	2.5 V	2.6-2.9 V	-
DDR2	1.8 V	1.9-2.2 V	28%
DDR3	1.5 V	1.65-1.8 V	17%
DDR4	1.2 V	1.35-1.4 V	20%
DDR5	1.1 V	1.25-1.35 V	8%



Memoria ECC

ECC (Error Checking and Correction) - Tecnología para detectar y corregir errores

Protege contra **cambios inesperados** en los bits de memoria

Detecta y corrige errores de un bit, detecta errores de múltiples bits

Características

- Añade bits adicionales para detección de errores
- Ligero overhead de rendimiento (2-5%)
- Esencial en sistemas críticos

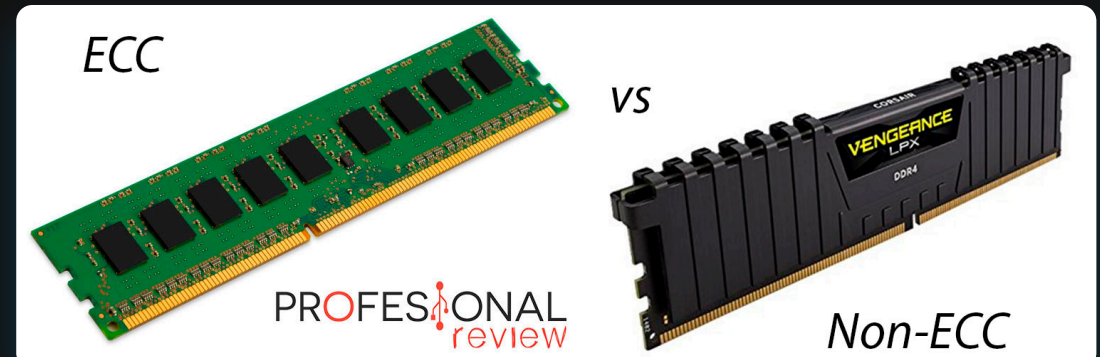
Evolución

ECC Tradicional

Servidores
Estaciones de trabajo
Sistemas críticos

On-Die ECC (DDR5)

Corrección a nivel de chip
Disponible en todos los módulos
Mejora fiabilidad general



Perfiles de Overclocking (XMP/EXPO)

Perfiles preconfigurados para optimizar el rendimiento de la memoria RAM

XMP Intel

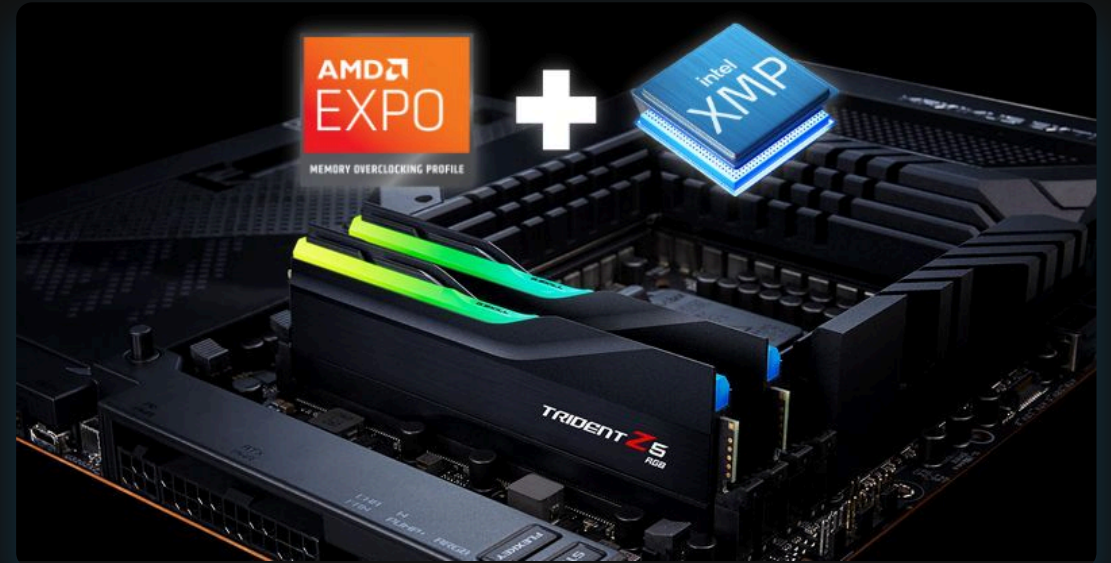
- Extreme Memory Profile
- Perfiles preconfigurados
- Versión 3.0 en DDR5
- Múltiples perfiles

EXPO AMD


- Extended Profiles for Overclocking
- Optimizado para Ryzen
- Mejor integración con CPU
- Perfiles más agresivos

Ventajas

- | | |
|--|--|
|  Facilita overclocking |  Garantiza estabilidad |
|  Accesible para no expertos |  Aprovecha máximo potencial |




Tendencias Actuales (2024)




Transición a DDR5

- Estableciéndose como estándar
- Precios cercanos a DDR4 gama alta
- Mejor compatibilidad con EXPO/XMP 3.0






Aumento de Capacidades

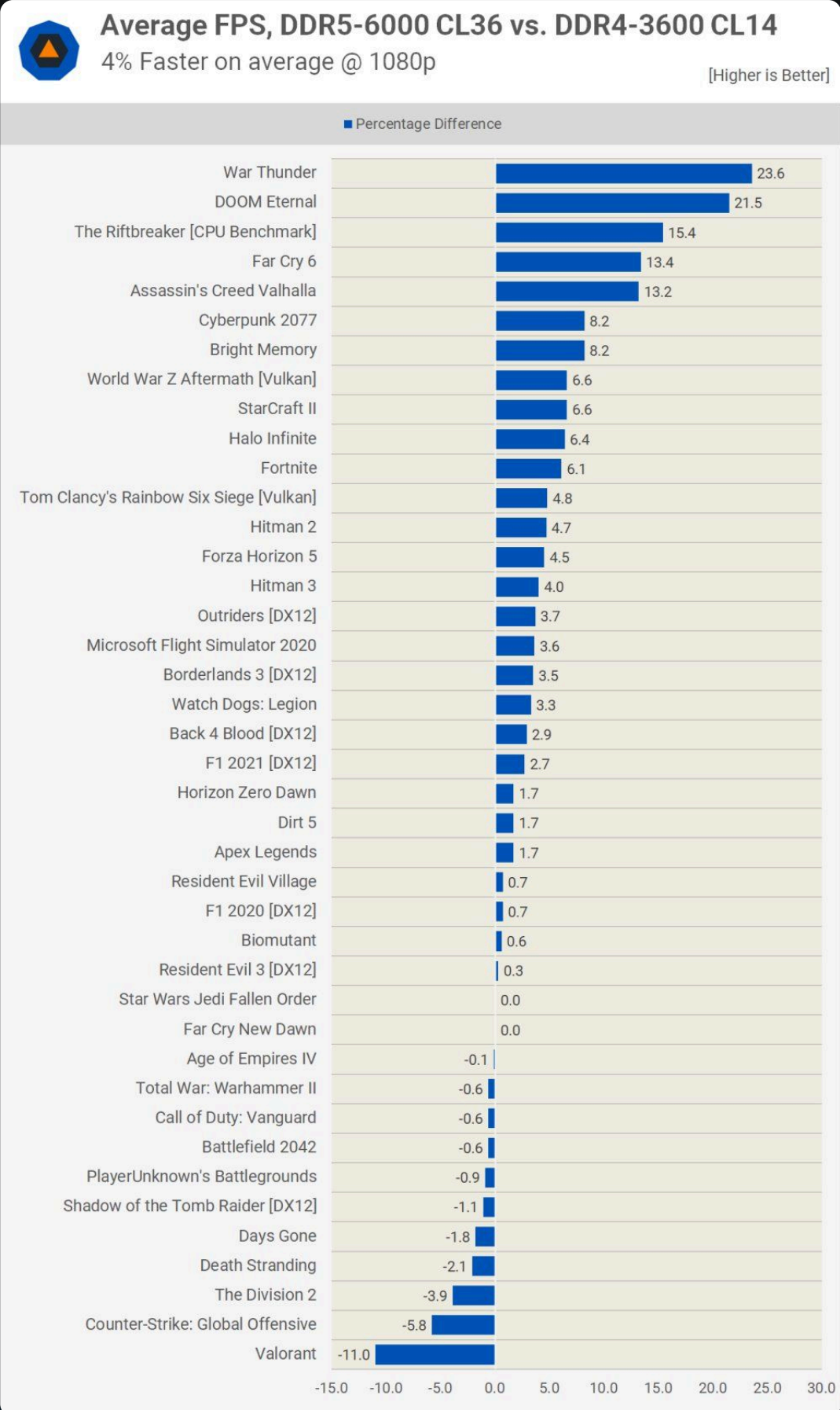
- Módulos de 32GB estándar
- Módulos de 64GB para entusiastas
- Kits de 128GB (4x32GB) comunes



Innovaciones Técnicas

- DDR5X: >10,000 MHz
- Memoria 3D: apilado vertical
- CXL: memoria compartida

-  **DDR5** ofrece mayor ancho de banda, mejor eficiencia y capacidades superiores
-  Velocidades de **6400-8400 MHz** cada vez más comunes
-  **1.1V** estándar: menor consumo y temperatura



Consideraciones para la Elección



Compatibilidad

- Socket del procesador
- Soporte de placa base
- Tipo de memoria (DDR4/DDR5)



Rendimiento vs. Precio

- Relación velocidad-latencia
- Capacidad de overclocking
- Presupuesto disponible



Aplicación Específica

- Gaming: velocidad y latencia
- Productividad: capacidad
- Sistemas SFF: tamaño

⚠ Recomendación

Coloca el **mismo tipo de memoria** en todos los módulos. Si mezclas diferentes tipos, funcionarán todos a la velocidad de la **más lenta**.



8GB



32GB



16GB



64GB