



Universidad de San Andrés
Escuela de Administración y Negocios
Magister en Finanzas
Trabajo de Graduación:
Valuación de Micron Technology Inc.
Autor: Nicolas Vallejos
DNI: 40127617
Director de tesis: Ignacio Warnes
Buenos Aires, el 11 de mayo 2021

Contenido

Micron Technology	4
1. La industria de semiconductores:	8
1.1 El plan “made in China.”	9
2. Mercado de DRAM y NAND:	11
2.1 DRAM:	13
2.1.1. El mercado DRAM	13
2.1.2. Una Consolidación del mercado	16
2.1.3 Clases de DRAM:	19
2.2 NAND:	20
2.2.1. El mercado NAND	21
2.2.2. Una Consolidación del mercado	23
2.2.3. Tipos de NAND:	24
3. Análisis macroeconómico:	25
3.1 Estados Unidos:	25
3.2 Europa:	26
3.3 China:	28
4. Análisis financiero	28
4.1 Ratios de crecimiento:	28
4.2 Ratios de deuda:	35
4.3 Análisis de Dupont	35
4.4 Márgenes de Micron	37
4.5 Ratios de eficiencia:	38
5. Capex e I+D:	39
6. Manufactura:	42
7. Adquisiciones:	44
8. Patentes	45
9. Valuación por flujos descontados	46
9.1 Proyección de mercados	46
9.1.1 Mercado DRAM y NAND	46
9.1.2 Proyección cuotas de mercado Micron en DRAM	56
9.1.3 Proyección cuotas de mercado Micron en NAND	58

9.2 Proyección inversión y desarrollo	61
9.3 Proyección de CAPEX	61
9.4. Estimación costo de los bienes vendidos	62
9.5 Estimación de depreciación y amortización	63
9.6. Estimación Capital de trabajo	64
9.7 Estimación de las variables necesarias para el cálculo de la tasa de descuento	66
9.7.1 Costo de la deuda	66
9.7.2 Costo de capital	66
9.7.3. Estructura de capital y tasa de impuesto	67
9.8 Resultados	68
10. Valuación por comparables	72
11. Conclusión	73
Bibliografía	74

Glosario:

CAPEX: inversiones de capital.

DCF: discounted cash flow (flujos de caja descontados)

DRAM: dynamic random access memory (memoria dinámica de acceso aleatorio).

Gb: gigabyte, es una unidad de medida utilizada para determinar la cantidad de datos que pueden ser almacenados. Equivale a mil veinticuatro megabytes.

Memoria de almacenamiento volátil fabricada por Micron Technology.

I+D: inversión y desarrollo.

IoT: Internet of Things. La internet de las cosas describe la red de objetos físicos que llevan incorporados sensores, software y otras tecnologías con el fin de conectarse e intercambiar datos con otros dispositivos y sistemas a través de internet.

NAND: memoria de almacenamiento no volátil fabricada por Micron Technology.

Nm: nanómetro. unidad de medida utilizada para medir el tamaño de los nodos de semiconductores. Es equivalente a la milmillonésima parte de un metro.

M USD: millones de dólares.

MM USD: miles de millones de dólares.

WACC: weighted average cost of capital (costo promedio ponderado de capital)

En este trabajo se realiza la valuación de la empresa Micron Technology (NASDAQ: MU). Se realizará una valuación utilizando el método de flujos descontados o DCF con un análisis de escenarios que podría conocer la compañía. Utilizaremos igualmente el método de valuación por múltiplos con compañías públicas comparables a Micron Technology.

Los flujos de la compañía se estiman sobre un escenario base basado en un análisis de los mercados en los que evoluciona Micron. A este escenario se le realizarán sensibilidades en variables importantes como la tasa de crecimiento y la tasa de descuento.

En este trabajo se analizó el funcionamiento de la empresa y los mercados altamente cíclicos y concentrados en los opera Micron Technology.

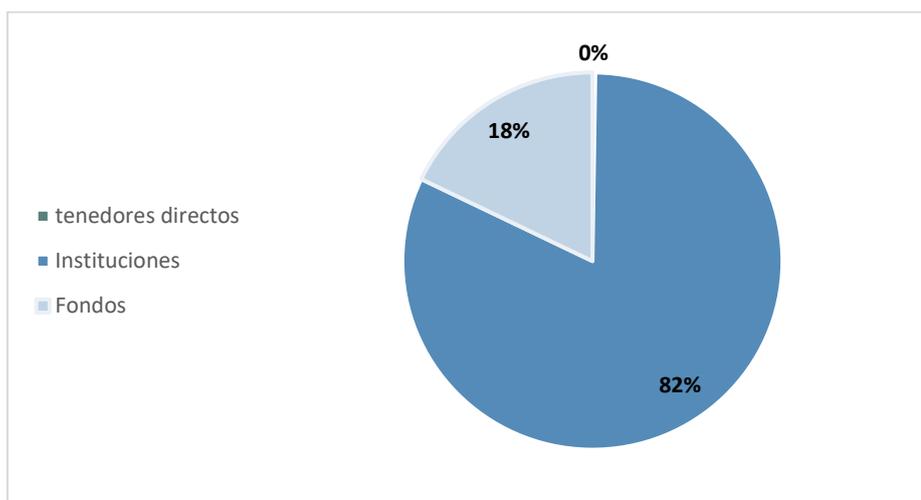
Micron Technology

Micron Technology es una compañía que produce y vende memoria de tipo NAND y DRAM utilizados para memoria computacional y almacenamiento de datos. Esta compañía comercializa sus productos bajo sus dos principales marcas: Ballistix y Crucial.

La empresa fue fundada en 1978, en Boise, Idaho por tres ingenieros: Ward Parkinson, Douglas Pittman y Dennis Wilson. En 1981, la empresa creó su primera fábrica produciendo chips DRAM de 64K. En 1984, la empresa comenzó a cotizar en el NYSE (New York Stock Exchange) bajo el símbolo bursátil MU. En 1996, Micron se fusiona con ZEOS International LTD y Micron Custom Manufacturing Services.

Micron busca “transformar como el mundo utiliza la información para enriquecer la vida de todos. Micron Technology es líder mundial en soluciones innovadoras de memoria y almacenamiento que aceleran la transformación de la información en inteligencia, inspirando al mundo a aprender, comunicarse y avanzar más rápido que nunca. Ofrece la cartera de tecnologías más amplia del mundo en el núcleo de los avances disruptivos más importantes de la actualidad, como la inteligencia artificial y los vehículos autónomos.” (Micron, Micron 10K, 2020)

Gráfico 1 Tenencia de Micron Technology Inc.



Fuente: (Yahoo Finance , s.f.)

Algunas de los accionistas institucionales incluyen:

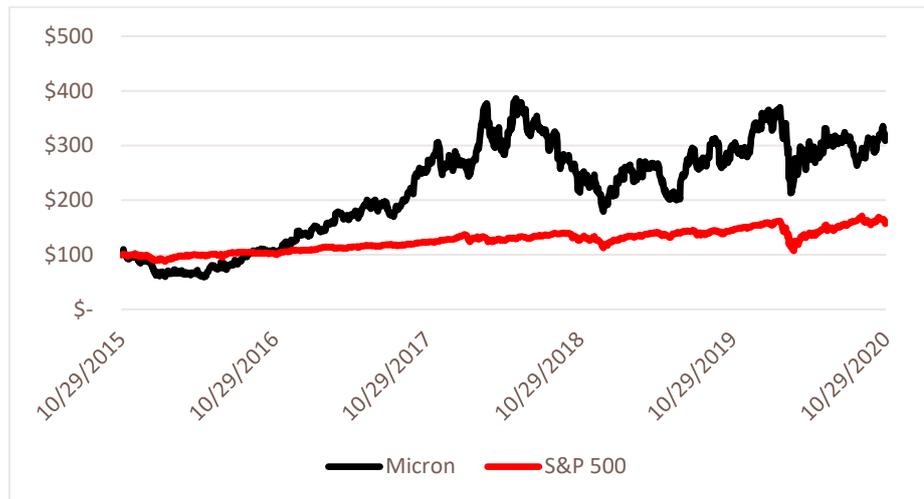
Tabla 1 Principales titulares institucionales

Principales titulares institucionales	Porcentaje de tenencia
Vanguard group Inc	7,93%
Blackrock Inc	7,32%
Primecap Management Company	4,34%
State Street Corporation	4,21%
FMR, LLC	3,98%
Price (T.Rowe) Associates Inc	3,5%
Sanders Capital Llc	2,62%

Fuente: (Yahoo Finance , s.f.)

En esta tabla se pueden observar los rendimientos de la acción de Micron contra el S&P500 para los últimos cinco años con base 100. Durante este período la acción de Micron incrementó 211% y el S&P500 58%.

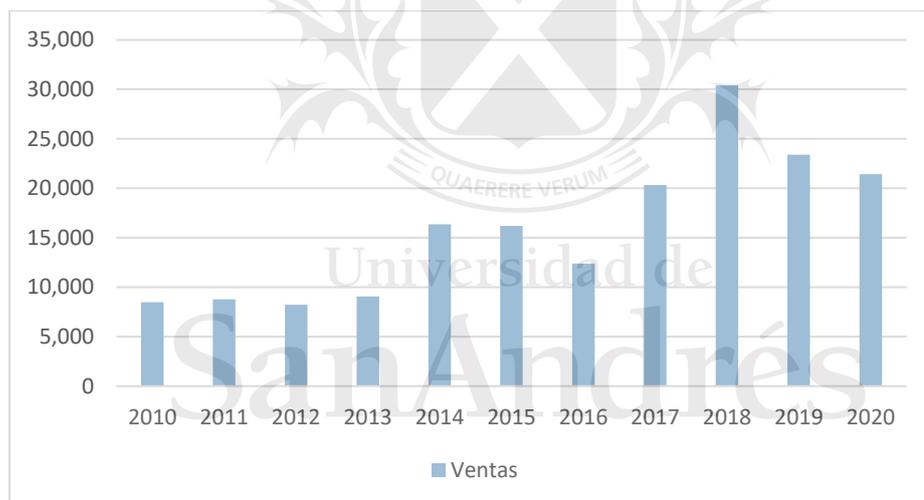
Gráfico 2 Micron vs S&P500



Fuente: (Yahoo Finance , s.f.)

Ventas:

Gráfico 3 Ventas de Micron Technology Inc (en M USD).



Fuente: Micron 10K

Micron tiene una considerable ciclicidad en sus ventas. Esta ciclicidad se atribuye a los mercados de DRAM y NAND con ciclos muy marcados los cuales se deben a la introducción de nuevas generaciones en el mercado y la incorporación de estos productos por las nuevas tecnologías (ej: teléfonos móviles, computadoras, cartas gráficas). Por otro lado, los saltos en las ventas (2014-2015 y 2017-2018) se deben a años de crecimiento de estos mercados (años de incorporación de tecnología) y los años de caída (2012,2016,2019,2020) a fines de ciclo de estos mercados en los que la demanda cae.

Unidades de negocio:

Micron cuenta con cuatro unidades de negocio. La unidad más importante es la unidad CNBU - Unidad de negocio de informática y redes, esta unidad de negocios incluye productos vendidos a empresas de almacenamiento en la nube, productos optimizados para gráficos y para IoT. La unidad de negocio MBU – teléfonos celulares, es la segunda unidad de negocios en términos de ventas y proporciona soluciones de memoria optimizadas para utilizar poco voltaje como las LPDDR (memorias RAM utilizadas en los teléfonos celulares). La unidad de negocio SBU – Unidad de negocio de almacenamiento, se posiciona como la tercera unidad de negocio en términos de venta. Esta unidad de negocio proporciona productos de memoria de tipo SSD (Solid State Drives – estos discos duros son la próxima generación de discos duros que reemplazarán los discos duros mecánicos HDD). La cuarta unidad de negocio es EBU - Unidad de negocio integrada. Esta unidad de negocio proporciona soluciones de memoria vendidas a mercados de la industria automotriz y fábricas inteligentes.

Estructura de costos:

Micron busca constantemente reducir los costos de sus productos en cada generación mediante avances de procesos. Además, intenta formar empresas conjuntas, muchas veces mediante adquisiciones que le permitan compartir los costos de desarrollo. El mayor costo para Micron, es un costo variable: costo de los bienes vendidos, (COGS fue promedio 72% de las ventas entre 2009 y 2020). Los costos fijos para Micron, son inversión y desarrollo (fue en promedio 10% de las ventas entre 2009 y 2020) y venta general y administrativa (promedio de 4% sobre ventas entre 2009 y 2020).

Canales de venta:

El principal canal de Micron es su fuerza de ventas, que incluye su equipo de ventas interno, representantes de ventas independientes y distribuidores. Estos grupos comercializan sus productos a los fabricantes de productos originales y a los minoristas. La empresa también vende sus productos de marca Crucial y Lexar en tiendas minoristas físicas, en línea y a través de revendedores comerciales. Por último, Micron promociona sus ofertas a través de su sitio web y de su participación en eventos presenciales como ferias, conferencias, foros y simposios.

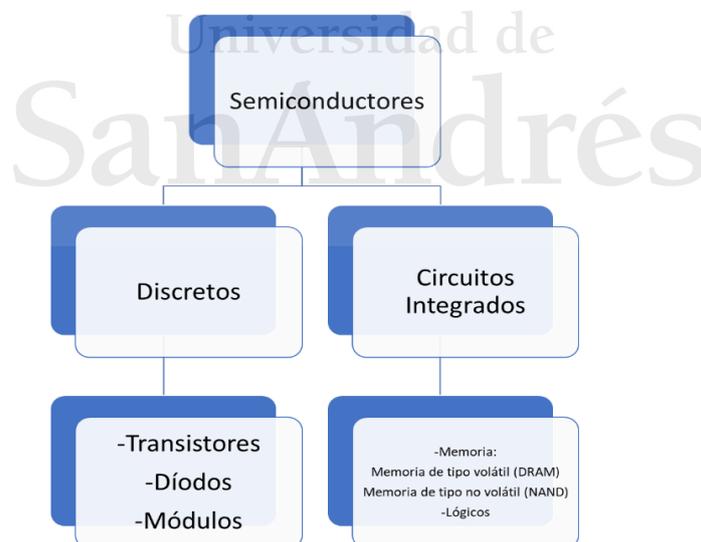
1. La industria de semiconductores:

La industria en la que opera la empresa Micron technology es la de semiconductores. Esta industria abarca la venta y la producción de circuitos integrados, así como la de semiconductores discretos. Esta industria conoció un crecimiento importante en los últimos años debido a una fuerte demanda que resultó en un crecimiento de 12,9% en el año 2017, 14,2% en 2018. En 2019, las tensiones entre China y Estados Unidos por la guerra comercial tuvieron un impacto negativo en el crecimiento (-8,2%). La gran parte de la industria de semiconductores se encuentra en la región Asia-Pacífico (treientos sesenta y cuatro mil millones de dólares), USA (sesenta mil millones de dólares), Europa (treinta y siete mil millones de dólares) para alcanzar un valor de mercado total de cuatrocientos ochenta y cinco miles de millones de dólares (Trendforce, 2020).

¿Qué son los semiconductores?

Se puede categorizar los semiconductores en dos tipos: discretos y con circuitos integrados. Los semiconductores discretos son dispositivos individuales con una sola función, como transistores y diodos. Los circuitos integrados son dispositivos de múltiples elementos montados en un chip.

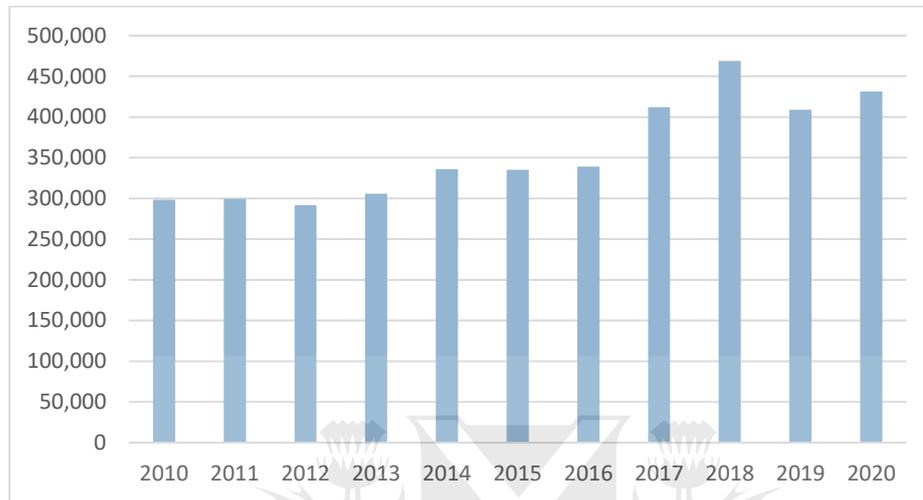
Ilustración 1 Tipos de Semiconductores



Cuando analizamos cuánto representan los circuitos integrados y los discretos en la capitalización total podemos observar que para el año 2020, los circuitos integrados representan 88,8% del mercado y 11,2% para los circuitos discretos que ofrecen menos funcionalidades (Statista, s.f.).

La industria de semiconductores ha crecido mucho en los últimos años debido a una fuerte demanda en este tipo de productos utilizados en inteligencia artificial, internet of things (IoT), almacenamiento en servidores de la nube, teléfonos móviles y más recientemente autos autónomos.

Gráfico 4 Mercado de Semiconductores (en M USD)



Fuente: (Statista, s.f.)

El mercado de semiconductores es un mercado muy competitivo y con mucha rivalidad entre sus participantes. Las condiciones de mercado en 2019 creadas por el exceso de producción y la caída de la demanda crea un ambiente en donde los participantes se consolidaron aún más y la competencia por la cuota de mercado se amplifica aún más.

1.1 El plan “made in China.”

China representa un problema grande para los participantes ya que es el mayor importador de semiconductores en el mundo ya que importa trescientos mil millones de dólares por año.

En 2014, China lanzó su plan “made in China 2025” (fabricado en China 2025) que busca terminar la dependencia de China en tecnología extranjera y ser productor mundial de semiconductores para abastecer el mercado local. Para esto creó el fondo “National Integrated Circuit Industry Investment Fund” (Fondo Nacional de Inversión en la Industria de Circuitos Integrados). Se estima que China ya ha invertido más de ciento cuarenta mil millones de dólares en este fondo con el fin de desarrollar empresas locales que puedan alcanzar el nivel de calidad y producción de las empresas extranjeras.

En 2020, China importó más de trescientos mil millones de dólares en circuitos integrados. La gran mayoría de estos circuitos son fabricados por productores de Estados Unidos como Micron e Intel. Las tensiones entre Estados Unidos y China han dificultado el acceso a estos componentes tan necesitados por la industria China. Trump ha prohibido a empresas chinas tales como Tencent, Huawei y decenas más. Estas empresas no pueden recibir productos americanos, ni producidos en Estados Unidos. Por lo tanto, China se vio obligada a desarrollar un plan para poder independizarse de la tecnología de semiconductores extranjera. China se centrará en semiconductores de tercera generación hechos de carburo de silicio y nitruro de galio que pueden operar a altas frecuencias y en entornos de mayor potencia y temperatura, y se utilizan ampliamente en los chips de radiofrecuencia de quinta generación, los radares de uso militar y los vehículos eléctricos.

China se encuentra a décadas atrás de las compañías como Micron en términos de litografía (un sistema de litografía de semiconductores lleva a cabo un proceso por el que los patrones de circuitos altamente complejos dibujados en una máscara fotográfica hecha de una gran placa de vidrio se reducen utilizando lentes de ultra alto rendimiento y se exponen en un sustrato de silicio conocido como oblea) y software de diseño.

China ha designado “campeones”, empresas de semiconductores que recibirán dinero para inversión y desarrollo, inversiones en CAPEX además de contratar ingenieros de empresas competidoras. China no cuenta con la infraestructura, ni con el talento (la asociación china de semiconductores estima que necesita unos trescientos mil ingenieros para poder alcanzar sus objetivos de independencia tecnológica para semiconductores). Por lo tanto, lo que China necesitaría son asociaciones con empresas de Estados Unidos o extranjeras para poder reducir este gap tecnológico. Sin embargo, las denuncias de espionaje y las prohibiciones han desmejorado las relaciones de empresas chinas con empresas extranjeras y las colaboraciones se han reducido. El modelo que mejor ha funcionado hasta ahora para empresas chinas es el modelo “fabless” es decir sin fábricas en donde se terceriza la producción, pero para llegar al plan “fabricado en China 2025”, China necesita producir sus propios semiconductores en China. Las empresas chinas de capital de riesgo han sido incentivadas en invertir en empresas de semiconductores que puedan aportar respuestas a esta situación.

China se encuentra con un problema mayor, sus empresas necesitan globalizarse, pero muchas aprovechan la situación actual para centrarse en la sustitución de importaciones

e intentan eliminar a los proveedores americanos de sus listas de compras aprobadas o tratan de convertirse en ese proveedor alternativo. Además, animan a la prensa china, a los funcionarios del gobierno y a los inversores a verlos como un “campeón” con el fin de recibir fondos del plan “fabricado en China 2025”.

El nuevo presidente de Estados Unidos, Joe Biden aún no se ha pronunciado sobre sus relaciones con China y no se sabe si seguirá la línea de su predecesor Donald Trump. En el caso que decida mejorar las relaciones y anular las prohibiciones a empresas chinas, es probable que las importaciones por parte de China de semiconductores americanos se mantengan beneficiando a empresas como Micron. De no ser así, las empresas americanas deberían prepararse a recibir cada vez más competencia China (ya según empresas como Micron y SK Hynix, los semiconductores chinos podrían comenzar a tener un impacto en la industria para productos que requieran de poca tecnología).

2. Mercado de DRAM y NAND:

Los principales mercados en donde se encuentra Micron son el de DRAM (Dynamic Random Access Memory) y NAND.

DRAM, es un tipo de memoria volátil (cuando no tiene alimentación, la memoria almacenada desaparece) y es dinámica ya que los datos se refrescan cada una cantidad de segundos determinada. En las memorias DRAM de última generación esta “refresh rate” puede ser inferior a ocho milisegundos.

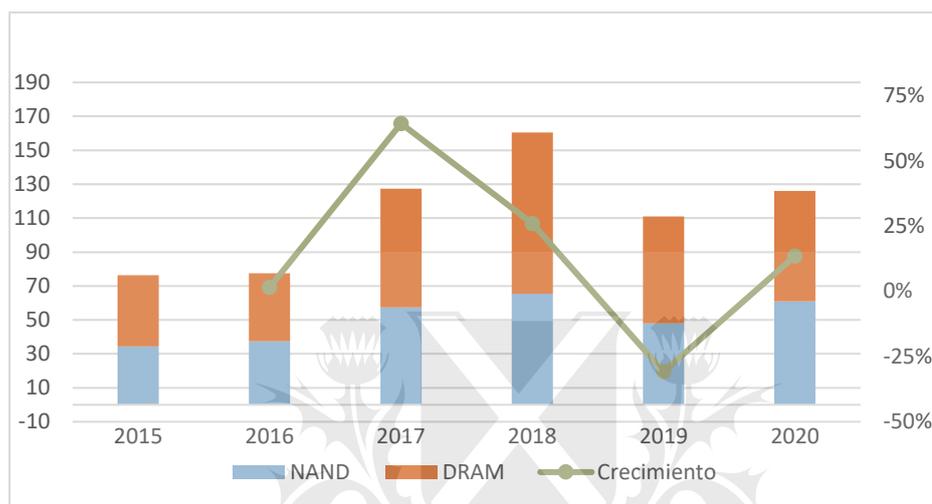
El mercado evoluciona muy rápido con nuevas generaciones de DRAM que se introducen cada vez más rápido. Además, la incorporación de las nuevas generaciones toma aproximadamente dos años, tiempo en que el hardware se actualice y se adapte a las necesidades tecnológicas de la nueva generación.

El mercado de DRAM representa aproximadamente sesenta y cinco mil millones de dólares y NAND sesenta y un mil millones de dólares en 2020 según datos de Yole Développement (consultora de semiconductores francesa).

Estos dos mercados con sus productos ofrecen capacidades de almacenamiento que ningún otro producto ofrece por lo que en los años a venir no hay riesgos reales de nuevos productos que podrían quitar cuotas de mercado a NAND y DRAM en el mercado de memoria y almacenamiento. Por lo tanto, estos dos mercados continuarán creciendo y sus participantes consolidándose.

El crecimiento de estos mercados ha sido muy importante y se estima que lo seguirá siendo debido a una demanda que se mantendrá gracias a nuevas tecnologías como AI, automóviles autónomos, 5G, smartphones, datacenters y almacenamiento en la nube. Por lo tanto, el mercado de Memoria y almacenamiento donde se encuentran DRAM y NAND tendrá un crecimiento superior que la industria de semiconductores y aumentará su cuota de mercado.

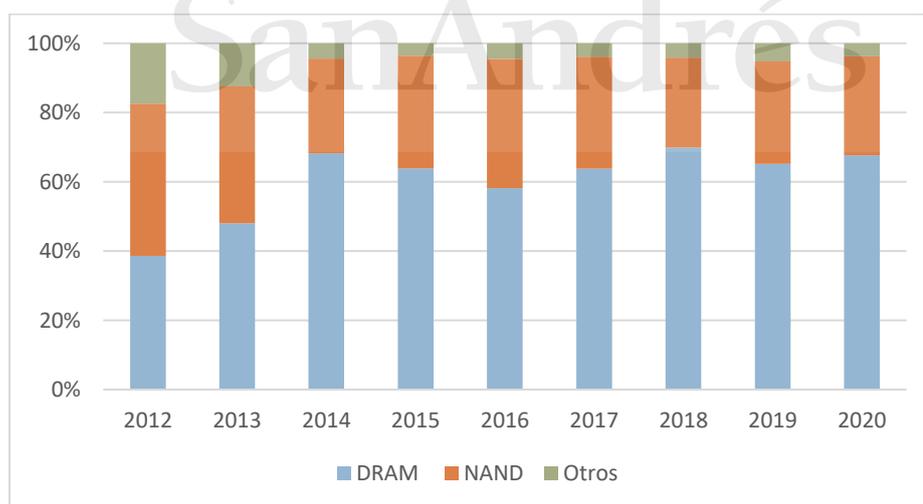
Gráfico 5 Mercado NAND y DRAM (en MM USD)



Fuente: Yole Développement

NAND muestra una tasa de crecimiento anual compuesta de 12,14% sobre el período y 9,13% para DRAM.

Gráfico 6 Porcentaje de DRAM, NAND y otros productos es las ventas de Micron



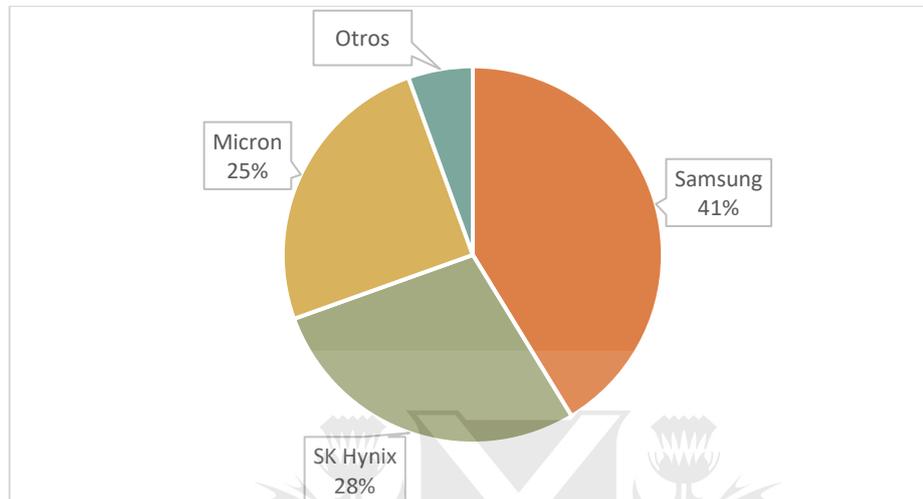
Fuente: Micron 10K

Históricamente DRAM ha representado 60% de las ventas y NAND el 33%. Otros productos como NOR y 3D-Xpoint (productos de almacenamiento alternativo a DRAM y NAND) han representado menos del 7% de las ventas de Micron.

2.1 DRAM:

DRAM puede ser utilizada en smartphones, computadoras, tabletas, Smart TVs, servers, memoria y almacenamiento de datos (importante para inteligencia artificial (AI), autos autónomos, almacenamiento en la nube para IoT y empresas).

Gráfico 7 Participantes del mercado DRAM



Fuente: DRAMexChange

La memoria DRAM es vendida de dos maneras. A través de precios de “contratos”, esencialmente contratos como los de petróleo u otros commodities y precio “spot”, es decir el precio negociado entre productores y compradores.

DRAM representó 67% de las ventas de Micron en 2020 (catorce mil quinientos diez millones de dólares).

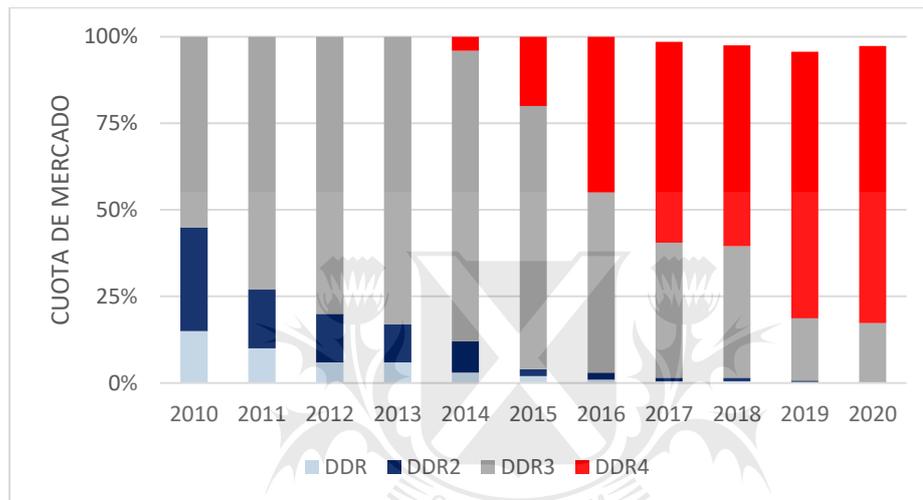
2.1.1. El mercado DRAM

El precio de DRAM ha mantenido una tendencia bajista que se atribuye a una baja en los costos de producción. Sin embargo, un aumento de la demanda en el futuro podría mantener los precios a medida que la demanda aumenta debido a una necesidad de estos componentes en gran cantidad en AI, datacenters y almacenamiento en la nube y un gran aumento en tecnología de autos autónomos que impulsarán la demanda y podrán sostener el precio de DRAM.

El mercado de DRAM es un mercado cíclico al igual que el mercado de semiconductores. Estos ciclos cortos se caracterizan por ser de aproximadamente cuatro o cinco años en los que el mercado crece debido a una falta de productos de memoria en el mercado, esto logra que los precios de DRAM aumenten o se mantengan permitiendo a los participantes aumentar sus márgenes increíblemente durante un corto

período debido a los elevados costos fijos de las empresas en este mercado. Al abastecer esta demanda y al necesitar producir masivamente, los productores DRAM, sobre abastecen el mercado. La demanda no sigue esta oferta ya que se espera al próximo salto tecnológico (ej: de DDR3 a DDR4) para poder obtener una mejora significativa en el desempeño. Esto crea una situación en la que los precios caen fuertemente y el mercado entra en recesión por otro periodo de uno o dos años hasta lograr producir e implementar la nueva tecnología.

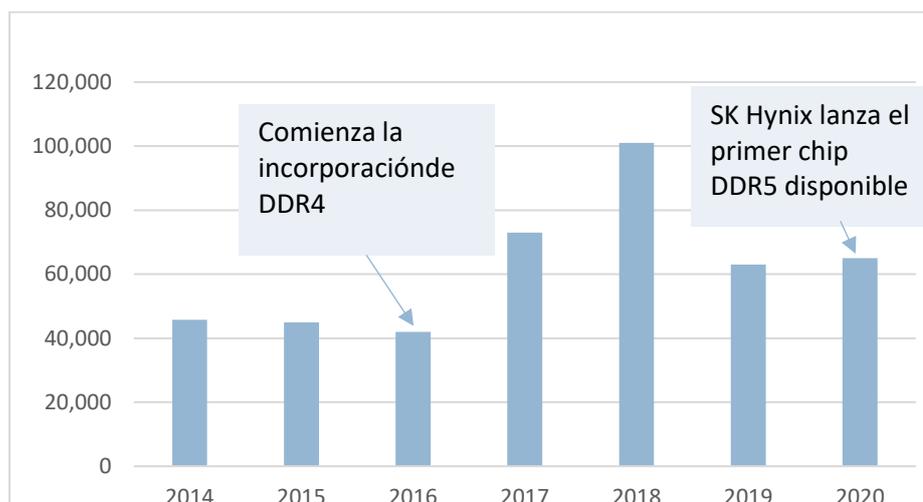
Ilustración 2 Evolución en ventas de productos DRAM



Fuente: (Statista, s.f.)

Podemos observar esto, en el último ciclo que conoció la industria. La tecnología DDR4 fue introducida en 2011 pero inicialmente tuvo problemas ya que los primeros módulos en producirse eran caros y difícil de escalar. Además, los componentes de las PCs debían sufrir adaptaciones ya que no eran compatibles con la memoria DDR4 (las cartas madres o gráficas de AMD o NVIDIA por ejemplo debían ser adaptadas a la DDR4) (Shah, 2013). En 2016, las compañías como Samsung, Micron y SK Hynix comenzaron a producir masivamente ya que los componentes que antes no eran compatibles con DDR4 como las cartas madres ya estaban en la siguiente generación y así se logró comenzar la adaptación y el comienzo del nuevo ciclo.

Gráfico 8 Mercado DRAM (en M USD)



Fuente: YoleDéveloppement y Trendforce

En octubre de 2020, SK Hynix lanzó el primer chip DDR5 disponible a la venta. Micron también ha lanzado sus chips LPDDR5 para teléfonos móviles.

Se espera que la “era DDR5” comience en 2022. En el sector de teléfonos móviles, esta transición ya se puede ver en Qualcomm, que con su chip Snapdragon 865 integrado en los teléfonos de alta gama, es compatible con la memoria LPDDR5 (DRAM adaptada a teléfonos móviles). Micron ha sido la primera empresa en lanzar este tipo de memoria y tiene la tecnología más avanzada en este sector. Esto será un factor crucial en el desempeño de la empresa y les proporcionará una ventaja frente a sus competidores.

En el mercado PCs, se espera que la incorporación de DDR5, sea más lenta. Intel y AMD no han mostrado interés en anunciar en el corto plazo plataformas que sean compatibles con la nueva generación de DRAM. Se espera que, en 2022, las plataformas de AMD e Intel comiencen a ser compatibles con DDR5. En el mercado de servidores, nos encontramos en una situación totalmente diferente. Intel, el principal fabricante de plataformas para el mercado de servidores, ha mostrado interés en introducir rápidamente plataformas compatibles con DDR5 para reemplazar la antigua generación de DRAM DDR4. Intel, espera introducir estas plataformas a mediados de 2021. AMD, otro proveedor de plataformas para el mercado de servidores, espera proveer estas plataformas compatibles con DDR5 en 2022 y no habrá un cambio importante hasta 2023 (tiempo que se pueda producir en escala).

En el mercado de gráficos, la nueva generación GDDR6 y GDDR5 se han convertido en el nuevo estándar para las cartas gráficas de NVIDIA y AMD que han integrado este

tipo de DRAM (GDDR6 utiliza una mezcla de características de GDDR5 y GDDR5X, ambos utilizando DDR5 optimizada para gráficos). Las cartas gráficas de media y alta gama de estos fabricantes ya integran este nuevo tipo de tecnología y las consolas XBOX Series X y PlayStation 5 utilizarán un tipo de memoria GDDR6 de última generación. (Evertiq , 2020).

Tabla 2 La nueva era DDR5

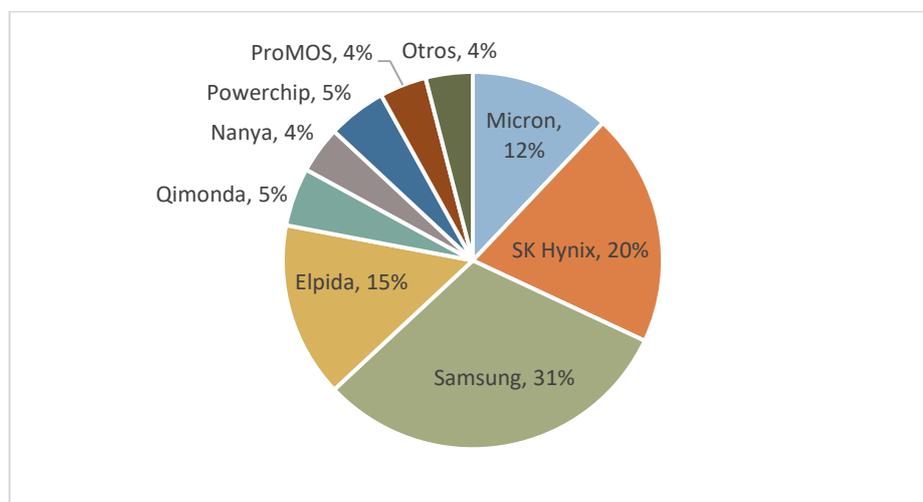
	Porcentaje de la oferta total en el mercado DRAM	Nueva generación	Tasa de penetración en el mercado	
			2020	2021
PC	13%	DDR5	< 1%	≈ 10%
Servidores	34%	DDR5	< 4%	<15%
Gráficos	5%	GDDR5/6	≈ 70%	≈ 90%
Consumidor	8%	DDR5	0%	<5%
Teléfonos Móviles	40%	LPDDR5	≈ 12%	≈ 30%

Fuente: (Trendforce , 2020)

2.1.2. Una Consolidación del mercado

En el mercado de DRAM, podemos observar una consolidación por parte de los participantes. Desde principios de los años 2000, el mercado de DRAM se ha estado consolidando como lo observamos en el mercado de 2008 y en 2020 la diferencia es notable.

Gráfico 9 Cuotas de mercado DRAM en 2008



Fuente: Trendforce

Empresas como Elpida que en 2008 tenían 15% del mercado, fueron adquiridas por Micron, SK Hynix o Samsung. Desde 2008, el mercado de DRAM se ha convertido en un oligopolio. Hoy en día Micron, Samsung y SK Hynix comparten el 95% del mercado. Con barreras a la entrada muy altas y una importante curva de aprendizaje es difícil que esto cambie a menos que haya un plan disruptivo impulsado por un gobierno. ¿Qué significa esta consolidación para el mercado de DRAM?

La consolidación en el mercado permite a Micron, Samsung y SK Hynix poder tener una mejor anticipación de la demanda. Al ser pocos participantes, el problema del lado de la oferta (sobreproducción) se irá reduciendo. Se puede observar este fenómeno en los ciclos de DRAM que se han vuelto menos volátiles comparado a ciclos anteriores. Sin embargo, hay factores para tener en cuenta.

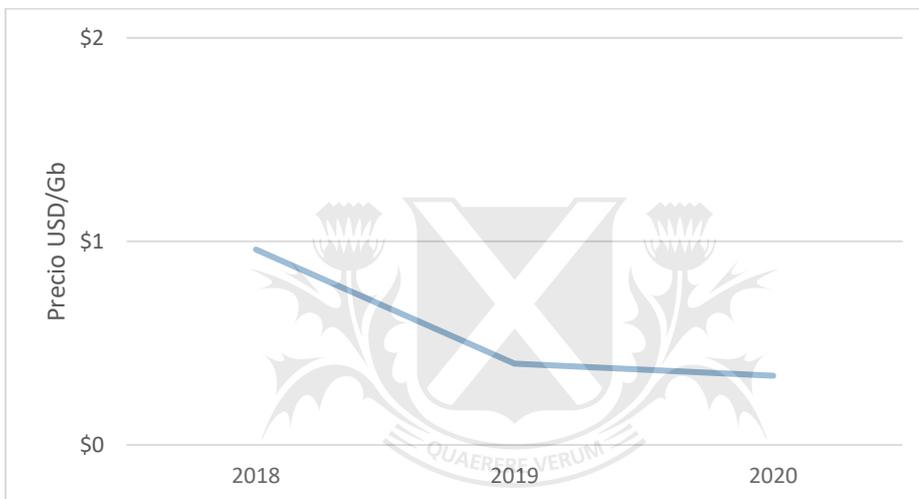
El problema principal siempre ha sido los cambios que se producen en la demanda. Estos cambios brutales en la demanda crean el problema de la sobreproducción, en los últimos años se ha llevado a cabo una actualización de capital (podemos verlo reflejado en el CAPEX de Micron por ejemplo que ha pasado de cuatro mil setecientos treinta y cuatro millones de dólares en 2017 a ocho mil doscientos veintitrés dólares en 2020 (un aumento de 73%). Esta actualización de capital se traduce en una mejora de la productividad de las fábricas debido a mejores métodos de producción y nuevas máquinas. Por lo tanto, luego de estos ciclos de mejora de capital (generalmente es antes de un nuevo ciclo de crecimiento como el que estamos a punto de entrar: “era DDR5”), se entra en un período de crecimiento en el que los costos bajan, los márgenes aumentan y por lo tanto los beneficios también. Aquí se encuentra el problema del mercado de DRAM. Como hemos visto, esta inversión de CAPEX mejora la productividad de las fábricas con el fin de mejorar sus rendimientos y seguir al aumento de la demanda, la oferta de los productores de DRAM también aumenta.

¿Entonces qué sucede cuando la demanda se reduce?

Uno podría pensar que se reduce la producción, pero en este mercado, esta solución puede ser muy costosa. Al comienzo del ciclo, la depreciación está en su punto más alto por lo cual es crucial tener rendimientos y beneficios elevados para recuperar la inversión y mitigar esta depreciación, de manera que lleva a las empresas a querer producir a gran escala con el fin de abastecer la demanda. Reducir la producción significa aumentar los costos por dispositivo (ej costo / DDR4 8Gb). Este costo por

dispositivo es un indicador de rendimiento crucial para la gestión de estas empresas. Otro problema mayor, es que Micron, Samsung y SK Hynix son empresas que necesitan de la economía de escala para ser rentables, como se ha mencionado anteriormente DRAM es un commodity y resulta difícil diferenciarse. Reducir la producción significa perder algo de esa economía de escala y ponerse en riesgo frente a otros participantes. Otro problema es aumentar los inventarios a medida que se mantiene la producción ya que como se puede observar en la **ilustración 3**, los precios de DRAM tienen una fuerte tendencia bajista.

Ilustración 3 Precio DRAM (DDR4) 2018-2020



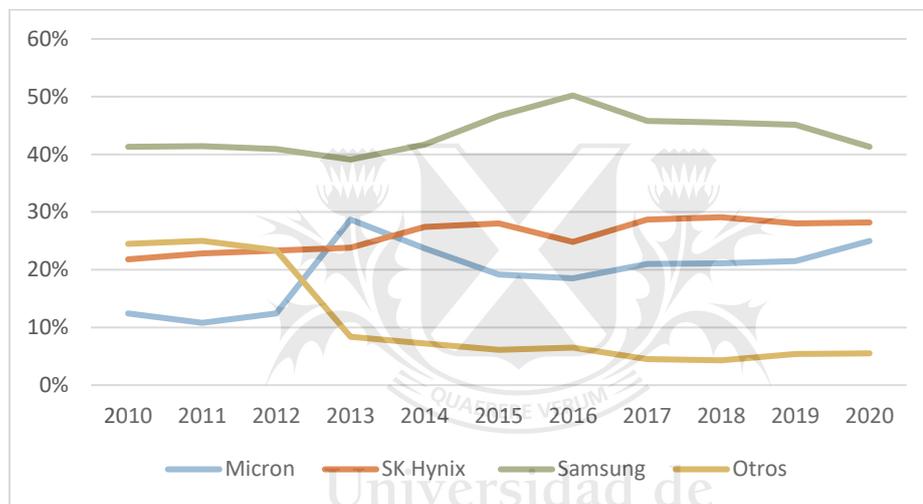
Fuente: (Flashbay, 2020)

Como veremos más adelante, Micron ha comenzado a remediar esta situación y podemos observar esto en la ratio de rotación de inventarios más estable. Un problema final, es la posible falta de cooperación entre Micron, Samsung y SK Hynix. Samsung, sobre todo, el mayor productor de DRAM y con mayores cuotas de mercado ha aumentado su capacidad y producción en momentos en donde el mercado estaba en sus máximos con el fin de que sus competidores pierdan cuotas de mercado en el ciclo de baja. Samsung al tener un negocio muy diversificado logra sufrir menos estos ciclos que sus competidores SK Hynix y Micron. Esto se traduce en pérdida de cuotas de mercado para SK Hynix y Micron. En el ciclo de 2012-2016, Samsung logró aumentar sus cuotas de mercado (en 2014 Samsung tenía 41,7% y en 2016 50,2%, logrando así que Micron y SK Hynix pierdan cuotas de mercado).

Una posible solución para esta problemática sería utilizar el último ejemplo sobre la cuota de mercado de Samsung en el último ciclo desde 2016 hasta 2019, que ha tenido un comportamiento menos depredador. Su parte de mercado durante este ciclo se

redujo un 50,2% en 2016 a 41,3% en 2020. Micron ha sido la gran ganadora del último ciclo con un aumento en su parte de mercado de 18,5% en 2016 a 25% en 2020. Esto se debe a una buena gestión por parte de la gestión para anticipar la demanda del mercado y una mejor cooperación entre Samsung, Micron y SK Hynix. La amenaza de China con su plan made in China 2025 parece haber cambiado la actitud de las empresas del mercado DRAM. Será necesaria una mayor colaboración y mejor anticipación de la demanda por parte de las empresas para poder mejorar los rendimientos y estar preparados a la llegada de productos DRAM de las empresas chinas impulsadas por fuertes inversiones por parte del gobierno, que se anticipa será en 2022-2023.

Gráfico 10 Evolución cuotas de mercado DRAM



Fuente: Yole Développement y DRAMeXchange.

Otro factor a tener en cuenta es la nueva tecnología y los nodos actuales. La nueva tecnología DDR5 y los nodos 10nm son aún difíciles de escalar. Esto se traducirá en una producción más controlada y precios con menos fluctuaciones y más estables que en el pasado.

2.1.3 Clases de DRAM:

DDR2 - DDR3 - DDR4 - DDR5 (SDRAM) – Double Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory - Doble Transferencia de Datos - Memoria de Acceso Aleatorio Sincronizado): Las memorias DDR, se caracterizan por ser capaces de llevar a cabo dos operaciones en cada ciclo de reloj. Este tipo de memoria RAM, como todas las RAM, hace que el sistema operativo copie los programas desde el disco a la memoria, donde se ejecuta el programa y el procesamiento de los datos para luego volver a grabarlo en el disco. La cantidad de memoria instalada en la computadora determina el tamaño y

la cantidad de programas que puede ejecutar, el tamaño de estos archivos o programas. La memoria utilizada para el almacenamiento transitorio almacena temporalmente la información, datos y programas que la Unidad de Procesamiento, lee procesa y ejecuta. La memoria DDR SDRAM es la memoria de primera generación. En cada generación la velocidad de lectura de los datos, la eficiencia energética, la escalabilidad y el rendimiento general de la memoria aumentan drásticamente. Por ejemplo, entre una DDR3 y DDR4, la diferencia de velocidad puede ser hasta 50% más rápida.

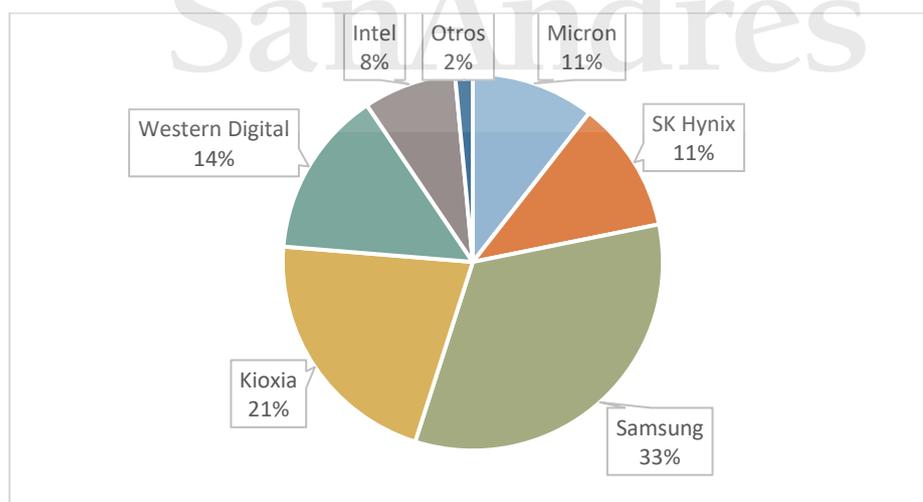
LPDDR - LPDDR2 - LPDDR3 - LPDDR4 - LPDDR5 – Low Power Double Data Rate DRAM – Doble Transferencia de Datos – DRAM de Baja Potencia): Este tipo de memoria funciona como las DDR, pero adaptándose a las necesidades de los dispositivos que no pueden ofrecer mucha potencia como los teléfonos móviles. Este tipo de memoria RAM ofrece poco ancho de banda por lo que no sería útil en los PCs, pero si lo es en los móviles, o los automóviles autónomos.

GDDR: Graphics Double Data Rate - Doble Transferencia de Datos para Gráficos: Es una versión de DRAM optimizada para maximizar el procesamiento gráfico. Es utilizada para videojuegos, montaje y edición de videos e imágenes.

2.2 NAND:

NAND es un tipo de memoria no volátil, por lo que puede ser utilizada sin alimentación, pero no ofrece la velocidad de memorias como DRAM.

Gráfico 11 Cuotas de mercado NAND 2020

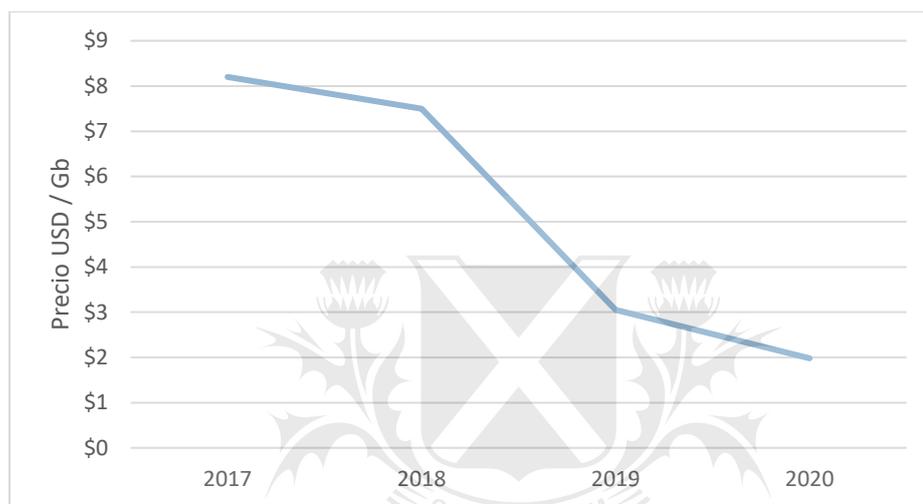


Fuente: Trendforce (Trendforce , 2020)

2.2.1. El mercado NAND

El precio de NAND está en declive constante ya que los costos de manufactura por Gb (Gigabyte) se reducen año a año. En la siguiente ilustración se puede observar cómo los precios evolucionan, los precios elevados de 2017 se atribuyen a que no se abastecía la demanda debido a un incremento en la demanda de las empresas de almacenamiento en la nube, pero con un incremento de la producción podemos observar que han vuelto a la baja.

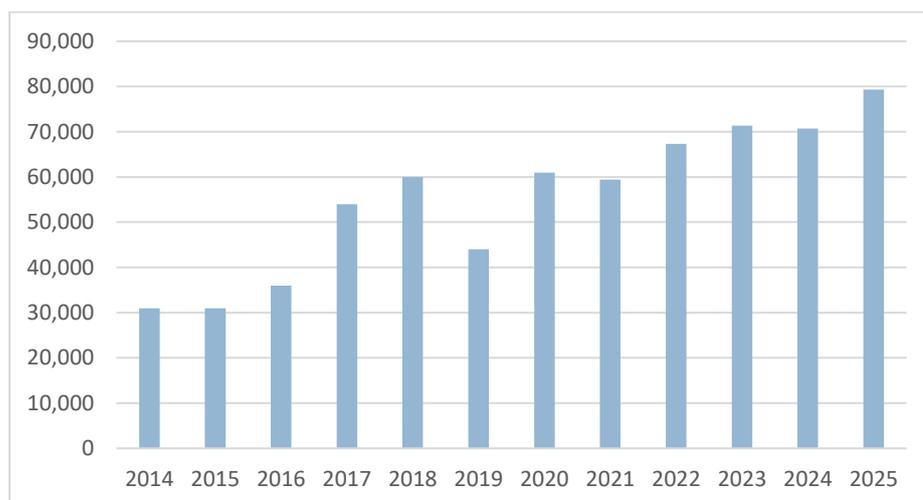
Ilustración 4 Evolución precios NAND promedio 2017-2020



Fuente: FlashBay

El mercado de NAND, tal como el de DRAM tiene una cierta ciclicidad ya que conoce algunos de los problemas que vemos en el mercado DRAM tales como cambios en la demanda (reducción de la demanda) que se traduce en aumentos de inventarios y ventas que caen fuertemente, esto es visible en el último “ciclo” en el que las ventas de NAND cayeron de sesenta mil millones de dólares en 2018 a cuarenta y cuatro mil millones de dólares en 2019 por este fenómeno. Sin embargo, el mercado NAND como se puede apreciar en este gráfico, no tiene una ciclicidad tan marcada como DRAM.

Gráfico 12 Mercado NAND (en M USD)



Fuente: Statista

El mercado NAND está marcado por una fuerte necesidad de CAPEX e I+D (como el mercado DRAM) para poder aumentar las capas de las siguientes generaciones de NAND. Aumentar las capas significa aumentar la densidad, lo que se traduce en mayores Gb por oblea (una oblea puede describirse como círculos que pueden almacenar muchos chips). Esta capacidad de aumentar las capas por oblea ha aumentado año a año.

Tabla 3 Generaciones NAND 2013-2020

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Samsung	24L	32L	48 L		64L	92L		136L
	3Q	3Q	4Q		1Q	4Q		3Q
Micron			32 L		64L		96L	128L
			4Q		1Q		1Q	2Q
Kioxia / WDC				48L	64L		96L	112L
				1Q	2Q		1Q	4Q
SK Hynix				48L	72L		96L	128L
				1Q	3Q		3Q	2Q
Intel			32L		64L		96L	144L
			4Q		2Q		3Q	3Q
YMTC						32L	64L	128L
						2Q	3Q	4Q

Fuente: DRAMeXchange y Trendforce

En esta tabla se puede observar cómo Samsung en el pasado llevaba la delantera cuanto, a innovación, siendo la primera compañía en introducir la 3D NAND de 48 capas en el cuarto trimestre de 2015. En los últimos años esta tendencia se ha terminado. Empresas como SK Hynix han sido las primeras en introducir 72 capas en el tercer trimestre de 2017 y en 2020 Micron ha sido la primera en introducir al mundo a las 1XX capas con la generación de ciento veintiocho capas en el segundo trimestre de 2020. Es importante notar que ya no se duplican y multiplican por 50% la cantidad de capas. Esto significa que los bits/oblea también se reducirán en el futuro. Añadiendo que, estas nuevas generaciones, aunque superan mucho las anteriores en términos de velocidad y capacidad también son mucho más difíciles de producir ya que necesitan de mayor precisión y métodos más difícil de escalar. Por lo tanto, se espera que como en DRAM, la producción sea menor que en ciclos pasados. Esto resultará en un mercado mucho menos volátil y en precios que aumentan o se mantendrán estables en el período proyectado.

2.2.2. Una Consolidación del mercado

El mercado NAND, al igual que el mercado DRAM se ha consolidado en los últimos diez años. Tomando el ejemplo más reciente y relevante de los últimos 10 años, la adquisición del negocio de producción de 3D NAND de Intel (localizado en Dalian) por SK Hynix por nueve mil millones de dólares en el tercer trimestre de 2020 (Hyunjoo Jin, 2020). Intel por su parte no tendrá negocios en NAND, excepto por Optane, producto de la colaboración con Micron que le permitió desarrollar 3D- Xpoint.

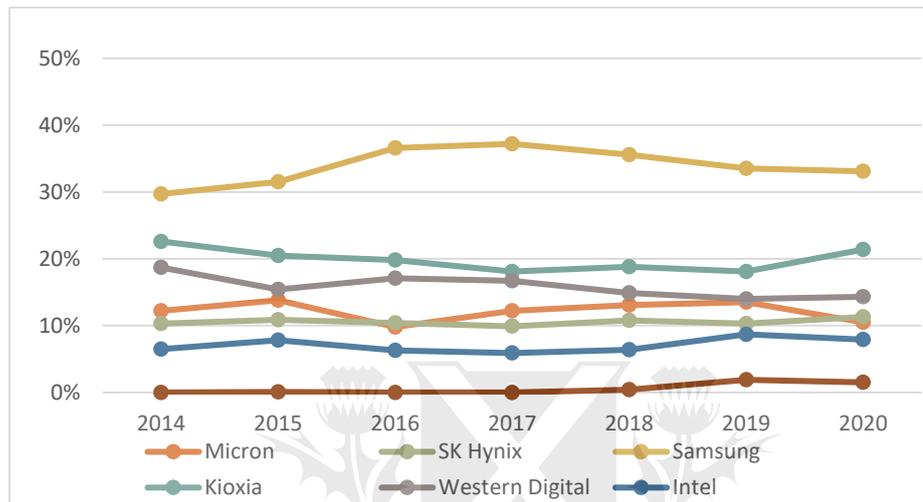
Esta adquisición le permitirá a SK Hynix obtener la segunda parte de mercado en NAND. En 2017, SK Hynix también había invertido tres mil setecientos millones de dólares en Kioxia (antes Toshiba y la segunda empresa con más cuota de mercado en ese entonces luego de Samsung).

Además, Western Digital también se ha asociado para colaborar con Kioxia en el segundo trimestre de 2017. Los dos operan fábricas de NAND en Japón para reducir sus costos de CAPEX e inversión y desarrollo. SK Hynix que ha mostrado interés en la adquisición de una parte mayoritaria de Kioxia, tendrá competencia ya que Western Digital estará opuesto a cualquier tipo de nueva adquisición.

Esta consolidación permitirá una mayor anticipación en la demanda por parte de Samsung, SK Hynix, Kioxia, Western Digital y Micron. Teniendo en consideración que los problemas de creación de inventarios vistos en el pasado se reducirán debido a

la dificultad de escalar las nuevas generaciones como en el pasado, podremos tener un mercado con menos volatilidad y más estabilidad de precios. Sin embargo, también tendremos menores márgenes en los nuevos productos por la falta de escalabilidad y la amenaza China sigue en este mercado, por lo que los participantes pueden esperar perder algo de sus cuotas de mercado frente a China.

Gráfico 13 Evolución cuotas de mercado NAND



Fuente : Yole Développement y DRAMeXchange

2.2.3. Tipos de NAND:

SLC, MLC, TLC, 2D y más recientemente 3D.

Las memorias SLC (Single level Cell) contienen un bit por celda y son las más resistentes. MLC (Multi-level Cell) es un tipo de NAND que contiene dos bits por celda, por lo tanto, se escribe dos veces más que en el tipo SLC, pero por otro lado es menos resistente.

TLC (Triple-level Cell) contienen tres bits por celda y se encuentran en la mayoría de los productos para consumidores como USB Flash Drives y son aún menos resistentes que las MLC.

QLC (Quad-level Cell) contienen cuatro bits por celda y son generalmente productos baratos, pero con aún menos resistencia que los TLC.

2D contiene una capa de celdas de memoria.

3D apila las celdas una encima de otra para crear un producto que es más eficiente pero más difícil de producir. La producción de NAND está en fase de transición a este tipo de producto. En 2020, la tecnología 3D NAND, representa 84% de las obleas producidas (YoleDéveloppement 2020).

3. Análisis macroeconómico:

Estamos atravesando una situación nunca vista. La pandemia debido al SARS Cov-2 ha creado una incertidumbre total en cuanto a medidas a tomar y soluciones para sobrepasar el problema.

3.1 Estados Unidos:

Estados Unidos es uno de los países más afectados por la pandemia en términos de muertes y casos (al cinco de julio de 2020: dos millones ochocientos cuarenta y seis mil casos y ciento diecinueve mil muertes). Esta situación llevó al cierre de la economía con distanciamiento social y negocios cerrados como conclusión de estas medidas. ¿Cómo fue afectada la economía americana? Según la FOMC (Federal Open Market Committee) se espera una contracción de la economía de 6,5% en 2020. Esto equivale a una caída aún más fuerte que la crisis de 2009 (-2,5%), lo que muestra cuán violenta será esta crisis y la magnitud que ha tomado. Esta caída del PIB se debe a negocios cerrados para evitar la propagación de contagios y esto ha llevado a un aumento muy importante del desempleo. La producción en Estados Unidos tuvo una de sus caídas más importantes, con -16,2% YoY en abril 2020 y -15.3% en mayo 2020. En Estados Unidos, la FOMC espera una tasa de desempleo promedio de 9.3%. En 2019, la tasa de desempleo fue de 3,5%. Estos niveles de desempleo son similares a los observados durante la crisis de subprimes en 2008. Se puede ver nuevamente, el impacto que ha tenido esta pandemia en la economía americana. Esta caída de la economía puede observarse en la inflación, que se espera ser de 0,8% para 2020.

La reserva federal americana ha sido bastante rápida en su respuesta ante esta situación bajando el nivel de la funds rate (tasa a la que los bancos se prestan entre sí en operaciones a un día e instrumento esencial para llevar a cabo la política monetaria), a un rango de entre 0% y 0,25%. Esta política monetaria expansiva que empezó la Fed busca impulsar la economía emitiendo dólares para poder mantener a flote a los agentes económicos y evitar falta de liquidez. La Fed empezó igualmente un programa de Quantitative Easing como en la crisis de 2008, pero con un volumen nunca visto. Con este programa, la hoja de balance de la Fed se ha expandido de tres billones de dólares en menos de cuatro meses (en la crisis de 2008, el balance de la Fed pasó de novecientos mil millones de dólares a cuatro billones de dólares en cinco años). Jay Powell, el presidente de la reserva federal americana anunció que haría todo lo

necesario para evitar una crisis en Estados Unidos, por lo que se puede llegar a esperar que este programa de QE sea aún más importante. El QE actual es más agresivo que en episodios anteriores ya que no se limita a comprar bonos del gobierno, sino que la Fed compra actualmente bonos corporativos investment grade (elevada calidad crediticia) y high yield (alto rendimiento y baja calidad crediticia) para proveer de liquidez al mercado. Estas operaciones se empezaron a hacer a través de ETFs (Exchange Traded Funds), pero recientemente la Fed comenzó a comprar los bonos individualmente.

El gobierno americano también respondió ante la pandemia anunciando un paquete de dos billones para los agentes económicos más vulnerables. Esto se hizo a través de estímulos monetarios por un valor de mil doscientos dólares por persona. Se debate en este momento un segundo estímulo monetario, lo que representaría unos dos billones adicionales, por lo que el paquete de ayuda americano representa algo histórico y de magnitudes impresionantes para mantener a flote la economía.

Las proyecciones más recientes de la Fed son alentadoras. Se espera que, en 2021, el crecimiento del PIB sea de 5% y 3,5% en 2021, que el desempleo baje a niveles de 6,5% en 2021 y 5,5% en 2022 y finalmente se espera una inflación de 1,6% en 2021 y 1,7% en 2022. Todo lleva a esperar que la recuperación de la economía será rápida apuntando a una recuperación en "V" como tanto se esperaba. De ser así, Estados Unidos es un mercado clave en el cual invertir ya que sería nuevamente el país que a través de sus medidas económicas rápidas y efectivas logra sobrellevar una crisis (como en 2008), y sería de los primeros países en poder reactivar completamente su economía.

3.2 Europa:

Europa fue gravemente afectada por la pandemia, Italia siendo de los países más afectados en cuanto a muertes (doscientos cuarenta y dos mil casos y treinta y cuatro mil ochocientos muertes). Los países de la zona euro activaron rápidamente medidas de confinamiento obligatorio y al igual que Estados Unidos su economía tendrá una de las peores recesiones en su historia. La ECB (European Central Bank) espera una caída real del PIB de -8,7%. Si comparamos con la crisis de 2008 y sus consecuencias, la caída del PIB en aquel entonces para la zona euro fue de -3,3%. Las exportaciones e importaciones se verán muy afectadas al igual que en Estados Unidos, con exportaciones proyectadas en -13,6% en 2020. La producción industrial en Europa se vio muy afectada con una caída de -13,5% en marzo y -28% en abril. El desempleo en

Europa aumentará, aunque menos que en Estados Unidos como consecuencia a leyes laborales más desarrolladas. Se espera en 2020 una tasa de desempleo de 9,8% contra un 7,6% en 2019. La inflación proyectada por la ECB en la zona euro es de 0,3% (en 2019 fue de 1,2%). Lo que significa casi niveles de deflación si las proyecciones de la ECB son optimistas.

A finales de mayo la Unión Europea anunció un plan con estímulos de un monto de ochocientos veintiséis mil millones de dólares. Este monto y el tiempo del anuncio puede que resulte ser demasiado tarde y un monto que no tendrá un real impacto para iniciar el recovery que necesita la economía. Cuando comparamos con el estímulo que la Fed anunció, este paquete parece insignificante. La Unión Europea lamentablemente no tiene un buen historial en cuanto a reactividad frente a situaciones graves como lo es la pandemia, ya que, en la crisis del 2008, también las medidas habían llegado más tarde que en Estados Unidos. Esto se debe en gran parte a la estructura de la unión europea y la zona euro en donde es difícil evaluar la situación para todos los países por lo que las medidas son muchas veces insignificantes y de poco impacto.

La ECB (European Central Bank) anunció su programa PEPP (Pandemic Emergency Purchase Program), un programa similar al de la FED, consistiendo principalmente en la recompra de bonos soberanos para proveer liquidez al mercado. Este programa de QE, es de un monto total de 1,53 billones de dólares y podría ser extendido en el caso de ser necesario.

La ECB proyecta en junio 2020 un crecimiento del PIB en 2021 de 5,2% y 3,3% en 2022. Sin embargo, el desempleo seguirá aumentando con proyecciones de 10,1% en 2021 y 9,1% en 2022. La inflación proyectada por la ECB es de 0,8% para 2021 y 1,3% para 2022. Las proyecciones nos llevan a pensar que Europa también tendrá una buena recuperación luego de la crisis, pero tenemos que destacar que al haber sido más lenta y las medidas tomadas menos drásticas que las tomadas en Estados Unidos, la recuperación de Europa se espera que sea en “U”, a diferencia de “V” como en Estados Unidos. Europa en su mayoría ha salido del confinamiento y ha comenzado a abrir nuevamente su economía. Los meses por venir serán claves para observar de qué manera la producción y el consumo evolucionan para poder medir el impacto de las medidas.

3.3 China:

Luego del brote de Covid-19 en Hubei que luego se transformó en pandemia mundial, la economía china sufrió las consecuencias del confinamiento. Se espera que el PIB de China crezca 1,2% en 2020 según el FMI (sería el menor crecimiento de la economía desde 1976). La producción industrial en China tuvo una fuerte caída en enero y febrero 2020 (-13,5% para ambos meses), y desde entonces ha comenzado a recuperarse (crecimiento de 4,8% año a año en julio 2020). Como era de esperar las exportaciones cayeron drásticamente en los primeros meses de 2020. Sin embargo, conocen un crecimiento muy superior al esperado en estas condiciones mediante exportaciones en suministros médicos para países que aún enfrentan la pandemia contra el COVID-19 así como productos electrónicos que tuvieron una fuerte demanda en un mundo en donde la tecnología se convirtió en un bienpreciado.

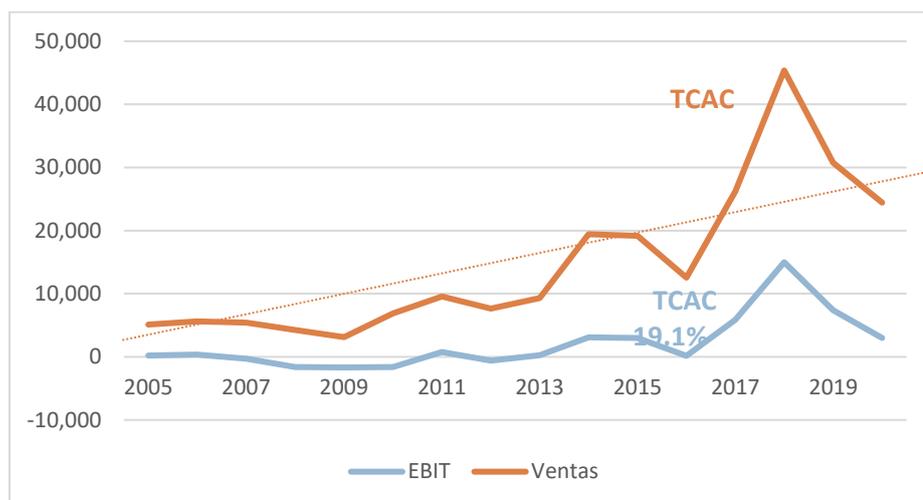
China ha anunciado un paquete de quinientos sesenta y nueve millones de dólares, que se centrará en recortes de costos para las empresas afectadas durante la pandemia. Aumentará igualmente su ratio de déficit fiscal a PIB y se emitirán bonos gubernamentales para poder sostener la economía. El gobierno chino apoyará la inversión en nueva infraestructura e intentará luchar contra el aumento en el nivel de desempleo.

4. Análisis financiero

4.1 Ratios de crecimiento:

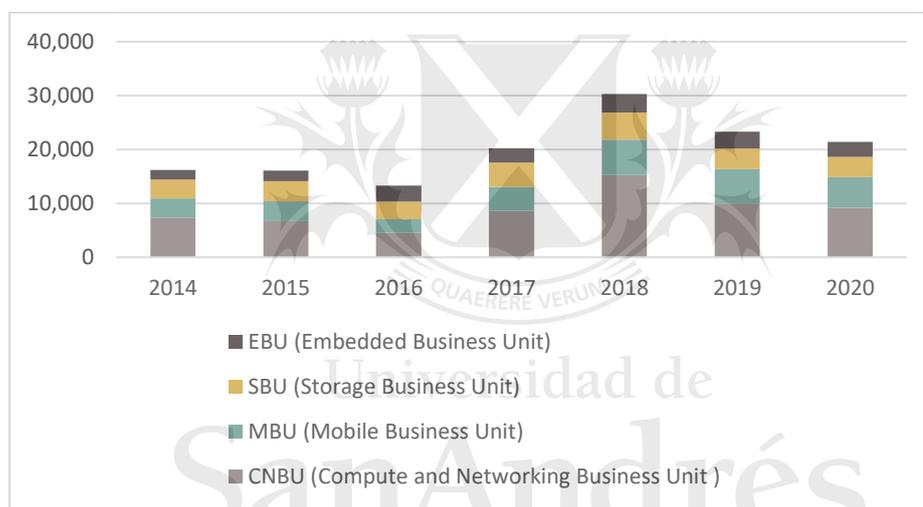
En esta sección describiremos cómo han evolucionado las ventas de Micron Technology en el periodo 2014 – 2019 y analizaremos las ventas de la compañía, así como la de los 4 sectores y su evolución en el periodo.

Gráfico 14 Evolución EBIT y Ventas (en M USD)



Fuente: Micron 10K

Gráfico 15 Ventas Micron por Segmento (en M USD)



Fuente: Micron 10K

EBU (Embedded Business Unit – Unidad de Negocio Integrada): Es un sector que incluye ventas de productos de memoria y almacenamiento a mercados como el de automotores, industrial, y consumidor. Incluye la venta de DRAM discreta y modular, NAND discreta, NAND administrada, SSD y NOR. El mercado integrado ha sido tradicionalmente caracterizado por DRAM de ciclo de vida largos y productos no volátiles fabricados con tecnologías de proceso maduras. Con fuertes tendencias de digitalización, conectividad e inteligencia en todos los dispositivos, la demanda sigue creciendo para productos de vanguardia de tecnologías de proceso más nuevas que surgen en el mercado integrado. Los productos del mercado integrado permiten que dispositivos periféricos almacenen, conecten y compartan información en el mercado de internet of things o IoT y permiten ser utilizados en diversos mercados como el

industrial, automotriz y consumo. Este sector reportó ingresos por dos mil setecientos sesenta millones de dólares en 2020 y representó 13% de las ventas. En 2019, este sector reportó ingresos por tres mil ciento cuarenta millones de dólares, y representó 13% de las ventas. En 2018, este sector reportó ingresos por tres mil cuatrocientos ochenta millones de dólares y representó 11% de las ventas.

SBU (Storage Business Unit – Unidad de Negocio de Almacenamiento): El sector SBU incluye SSD y soluciones a nivel de componentes que se venden en mercados de almacenamiento empresarial, en la nube, cliente y consumidor. Además, incluye otros productos de almacenamiento discretos vendidos en forma de componentes y obleas (wafers) a los mercados de almacenamiento extraíble (ej: USB). Este sector se encuentra en transición hacia la tecnología NAND QLC, que representa casi 20% de la venta de productos NAND en el cuarto trimestre de 2020. El bajo costo por bit de esta tecnología (NAND QLC), permite ofrecer productos de tipo SSD a precios competitivos. Este sector reportó ingresos por tres mil setecientos sesenta millones de dólares en 2020 y representó 18% de las ventas.

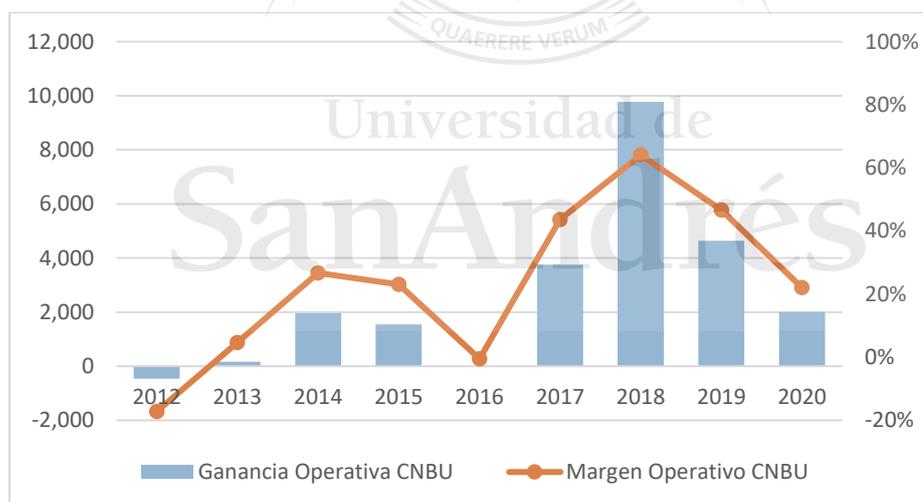
En 2019, este sector reportó ingresos por tres mil ochocientos veinte millones de dólares, y representó 16% de las ventas. En 2018, este sector reportó ingresos por cinco mil veinte millones de dólares y representó 17% de las ventas.

MBU (Mobile Business Unit – Unidad de Negocio de Móviles): El sector MBU incluye productos de memoria vendidos en teléfonos inteligentes y otros mercados de dispositivos móviles. Incluye la venta de productos NAND, DRAM y NAND administrado. En 2020, Micron fue la primera empresa en ofrecer productos DRAM móviles (LPDDR5) a sus clientes. La memoria DRAM, LPDDR5 en teléfonos inteligentes ofrece capacidad para 5G, en capacidades de hasta 12Gb. También se comenzó a testear el primer LPDDR5 basado en UFS MCPs (una solución utilizada en teléfonos móviles). Esta nueva tecnología permite una mayor duración de la batería, un mejor procesamiento de imágenes de alto rendimiento y utiliza la nueva tecnología DRAM desarrollada por Micron, DRAM de 1Ynm y el troquel 3D NAND de 96 capas de 512Gb (el más pequeño del mundo). Este sector reportó ingresos por cinco mil setecientos millones de dólares en 2020 y representó 27% de las ventas. En 2019, este sector reportó ingresos por seis mil cuatrocientos millones de dólares, y representó 27% de las ventas. En 2018, este sector reportó ingresos por seis mil quinientos ochenta millones de dólares y representó 22% de las ventas.

CNBU (Compute and Networking Business Unit – Unidad de Negocio Informática y de Redes): El sector CNBU, incluye productos y soluciones de memoria vendidos a mercados de clientes, servidores en la nube, empresas, gráficos y redes. En 2019, Micron fue la primera empresa en introducir la producción en volumen de DRAM 1Znm, el nodo más avanzado en ese momento. En 2020, la producción de DRAM 1Znm aumentó y se logró un cruce de producción de bits contra la vieja tecnología en la segunda parte de 2020 con el agregado de los nodos 1Znm y Ynm que comprenden ahora más del 50% de la producción de bits DRAM. Se comenzó igualmente a probar un nuevo producto de memoria DRAM de alto ancho de banda, competitivo con los productos más avanzados de la industria para poder permitir la expansión en los mercados de centros de datos e inteligencia artificial. Este sector reportó ingresos por nueve mil ciento ochenta millones de dólares en 2020 y representó 43% de las ventas. En 2019, este sector reportó ingresos por nueve mil novecientos setenta millones de dólares, y representó 43% de las ventas. En 2018, este sector reportó ingresos por quince mil doscientos cincuenta millones de dólares y representó 50% de las ventas.

Fuente: Micron 10K

Gráfico 16 Ganancia operativa (en M USD) y margen operativo CNBU



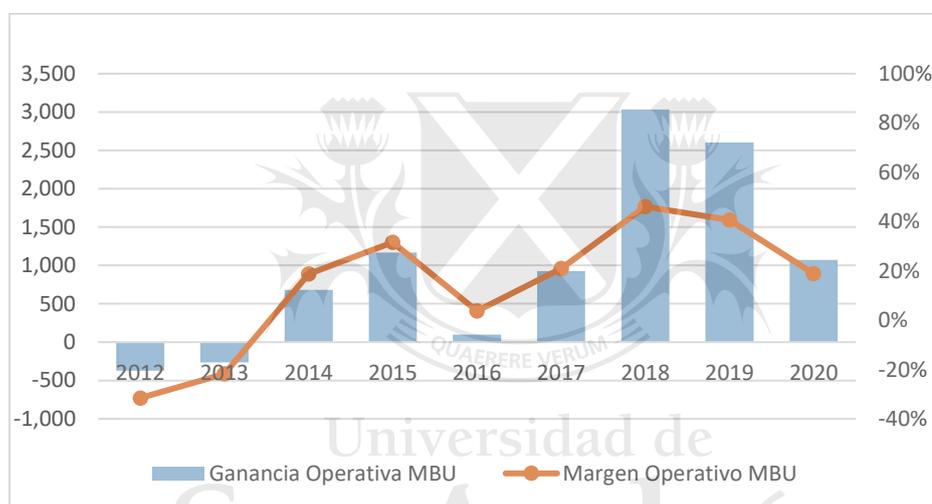
Fuente: Micron 10K

El sector con más crecimiento entre los períodos 2016-2020, fue el sector CNBU (+103%). El cambio hacia un mundo más conectado se ha acelerado con esta pandemia. Los datacenters y las empresas de hyperscale como Google o Amazon necesitan poder almacenar masivamente datos, y los productos de DRAM y NAND que vende el sector de CNBU permiten justamente abastecer este mercado. Además, un mercado con mucho crecimiento y potencial como lo es la inteligencia artificial permitirá a este

sector tener un futuro prometedor de alto crecimiento. Las ventas de la nueva tecnología 3D-Xpoint serán atribuidas a CNBU por lo que se espera que en los años a venir sea un factor que contribuya al crecimiento de este sector.

Unidad de Negocios Teléfonos Móviles:

Gráfico 17 Ganancia operativa (en M USD) y margen operativo MBU

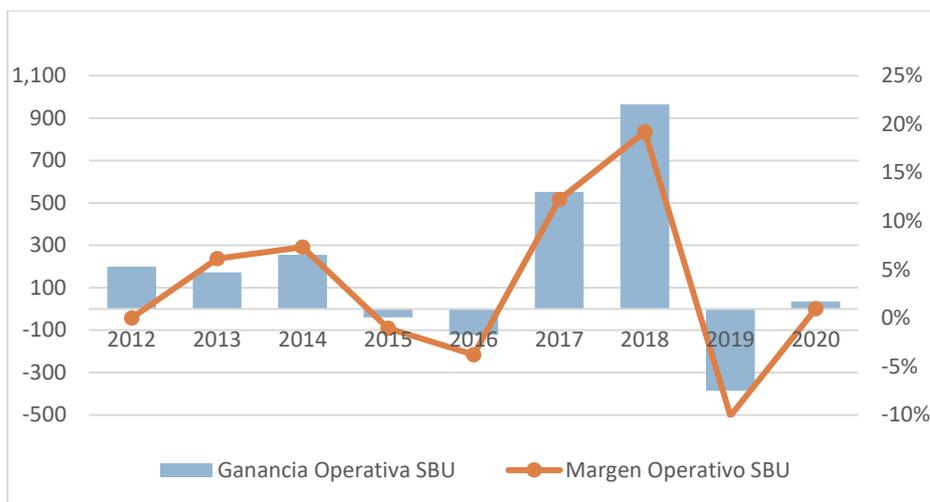


Fuente: Micron 10K

El sector MBU acumula un crecimiento de 122% entre el período 2016-2020. Este sector abastece el mercado de los teléfonos móviles inteligentes, un mercado que no ha tenido mucho crecimiento este año debido a la pandemia pero que tiene mucho potencial. Con la tecnología 5G, la demanda por nuevos teléfonos que permitan utilizar esta nueva tecnología impulsará el crecimiento de este mercado. Esta nueva tecnología es además una gran consumidora de datos por lo que permitirá a Micron tener un fuerte crecimiento en este mercado en los años por venir. En el sector de teléfonos móviles, podemos ver un aumento importante en 2014, que se debe a la adquisición de MMJ.

Unidad de Negocio de Almacenamiento:

Gráfico 18 Ganancia operativa (en M USD) y margen operativo SBU

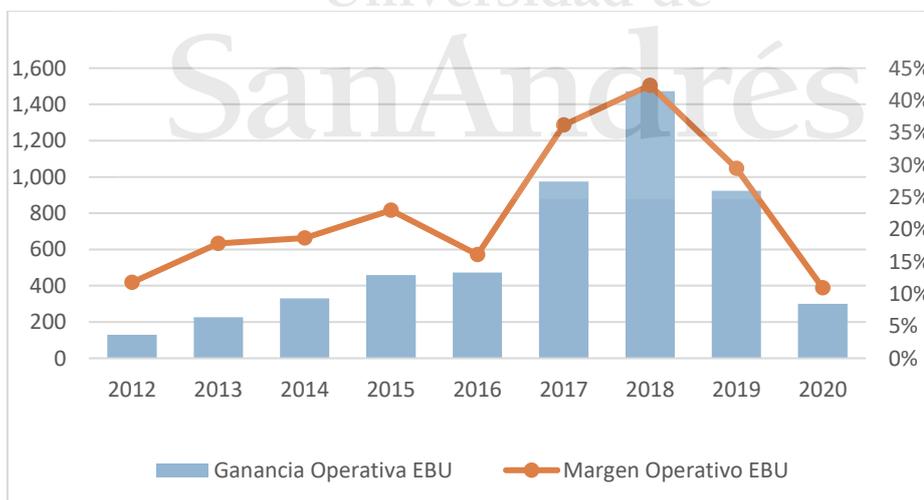


Fuente: Micron 10K

El mercado de SBU tuvo un crecimiento de 15% entre el período 2016-2020. Este mercado que se especializa en SSD tiene potencial debido a la inteligencia artificial, realidad aumentada y otros tipos de productos que necesitan de acceso rápido a data, analizar datos instantáneamente y de latencias bajas. La transición de discos HDD a SSD se ha acelerado a causa de la mayor velocidad que ofrece este tipo de memoria. La memoria QLC que ofrece Micron, permite tener mejores rendimientos y abastecer esta demanda.

Unidad de Negocio Integrada:

Gráfico 19 Ganancia operativa (en M USD) y margen operativo EBU

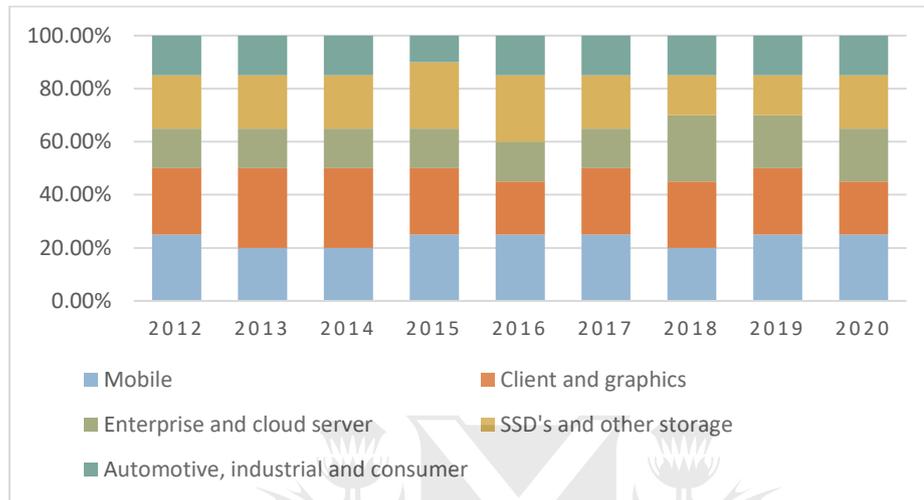


Fuente: Micron 10K

El mercado de EBU tuvo un crecimiento de -6% en el período 2016-2020. Este mercado tiene potencial de crecimiento en mercado como es el Internet of Things, comunicación entre máquinas para fábricas inteligentes, automatización de procesos e infraestructura inteligente. En el sector automotriz, este sector tiene un gran potencial debido a avances

en autos autónomos y conducción asistida que necesitan de productos competitivos de primera línea. Los nuevos automóviles, están equipados de infoentretenimiento consumidores de memoria para gestión de voz y gestos en el automóvil, además de poder enviar datos en tiempo real al estar conectados a la red.

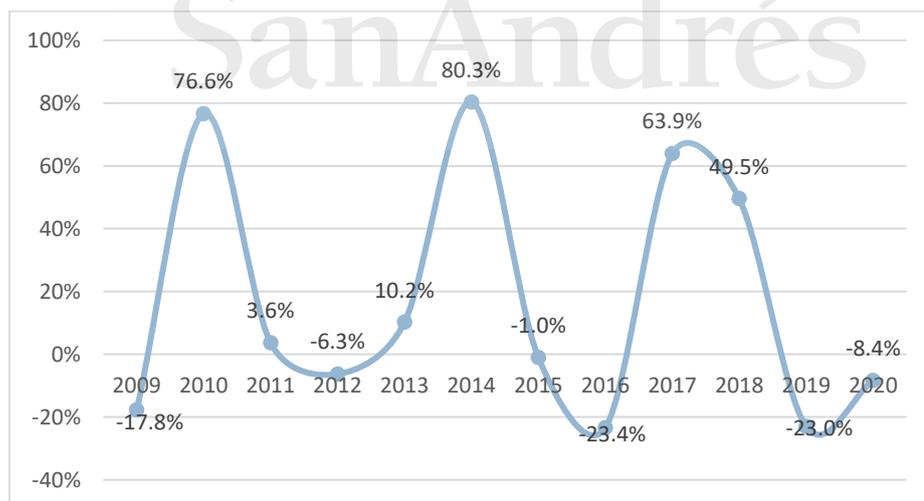
Gráfico 20 Concentración de ventas por mercado



Fuente: Micron 10K

Las ventas de Micron para los diferentes mercados en los opera se mantienen estables. El sector de SSDs ha ganado 5% en la concentración de ventas en consecuencia de una transición hacia las nuevas memorias de tipo SSD vs las HDD que tienen más latencia y se vuelven obsoletas en los nuevos sistemas operativos.

Gráfico 21 Variación de ventas año a año



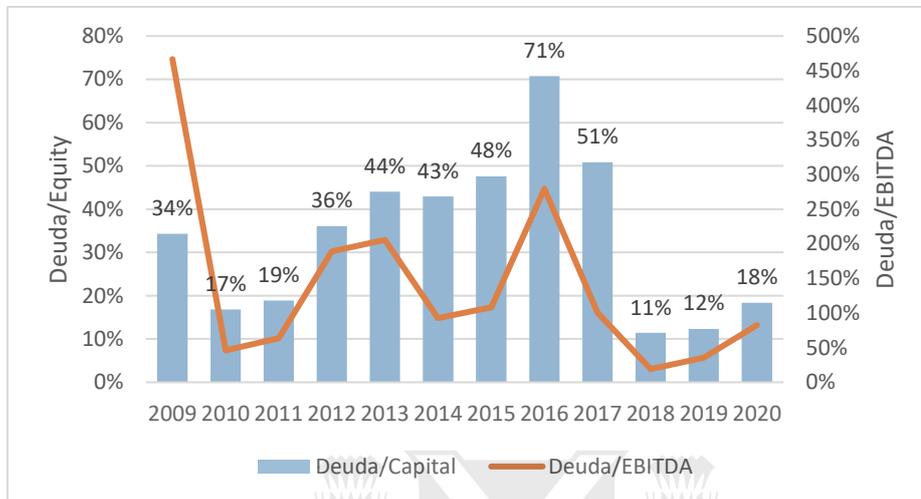
Fuente: Micron 10K

Podemos observar la ciclicidad de Micron, con ventas que pueden aumentar hasta 80% año a año y caer hasta -23.4%. Esta ciclicidad se debe a la discordancia que puede ocurrir entre oferta y demanda. En el futuro se espera que estas discordancias se puedan

superar y el mercado se estabilice, con jugadores que podrán tener una producción que se anticipe mejor a la demanda.

4.2 Ratios de deuda:

Gráfico 22 Deuda / Equity y Deuda/EBITDA Micron



Fuente: Micron 10K

Micron en el pasado ha tenido una ratio de deuda/equity cerca de los 40% hasta 2017. Desde entonces la compañía no ha tomado nuevas deudas para financiar su crecimiento. Se puede observar una tendencia, en donde en períodos de fuerte crecimiento, la compañía aumenta su ratio como lo fue el período 2012/2014 así como también 2016/2018. Se puede notar igualmente esta tendencia en la ratio Deuda/Ebitda. En ambos casos, podemos observar que desde 2018, estas ratios han cambiado la tendencia, pero de manera menos agresiva que en el pasado, lo que podría mostrarnos las expectativas de crecimiento de la empresa e industria.

4.3 Análisis de Dupont

Análisis de Dupont de tres pasos:

$$\text{Fórmula: } ROE = \left(\frac{\text{Ganancia neta}}{\text{Ventas}} \right) \times \left(\frac{\text{Ventas}}{\text{Activos}} \right) \times \left(\frac{\text{Activos}}{\text{Equity disponible para accionistas}} \right)$$

En este análisis se compara Micron a la empresa SK Hynix, una empresa surcoreana que se dedica a la producción y ventas de semiconductores de memoria (NAND y DRAM).

Tabla 4 Análisis de Dupont Micron

Análisis De Dupont Micron								
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Rotacion de Activos	54%	79%	70%	48%	65%	77%	51%	42%
Margen Neto	13%	19%	18%	-2%	25%	47%	27%	13%
Multiplicador de Capital	1.89	1.94	1.82	2.13	1.81	1.31	1.33	1.38
ROE	13%	28%	23%	-2%	29%	47%	18%	7%

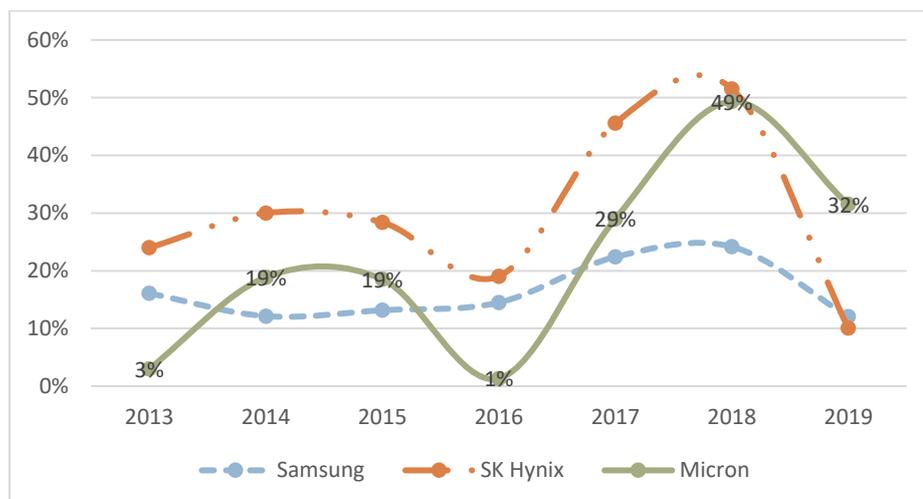
Tabla 5 Análisis de Dupont SK Hynix

Análisis De Dupont SK Hynix								
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Rotacion de Activos	68%	64%	63%	53%	66%	64%	42%	45%
Margen Neto	20%	24%	17%	17%	35%	38%	7%	13%
Multiplicador de Capital	2.27	1.49	1.39	1.34	1.34	1.36	1.35	1.37
ROE	31%	23%	15%	12%	31%	33%	4%	8%

En ambas empresas los principales factores que influyen en el ROE son el índice de rotación de activos y el margen neto. Ambas empresas conocen una ciclicidad en estos índices causada por los ciclos de DRAM y NAND. Se puede notar, que SK Hynix en el pasado ha tenido un mejor índice de rotación de activos y un mejor margen neto que resultó en un retorno sobre capital mucho mayor que el de Micron. En 2017, esta tendencia comenzó a disiparse. Micron logró mejores índices de rotación de activos y un mayor margen neto. Micron logró superar a SK Hynix en términos de retornos de capital (lo había hecho en 2014 y 2015 pero con un multiplicador de capital muy superior al de SK Hynix). Esto muestra un cambio evidente en la gestión de Micron que ha logrado mejorar significativamente el uso de sus activos y posicionarse en mercados que le retribuyen mejores retornos, además de una mejor anticipación de la demanda por parte de Micron que ya no acumula inventarios como en el pasado.

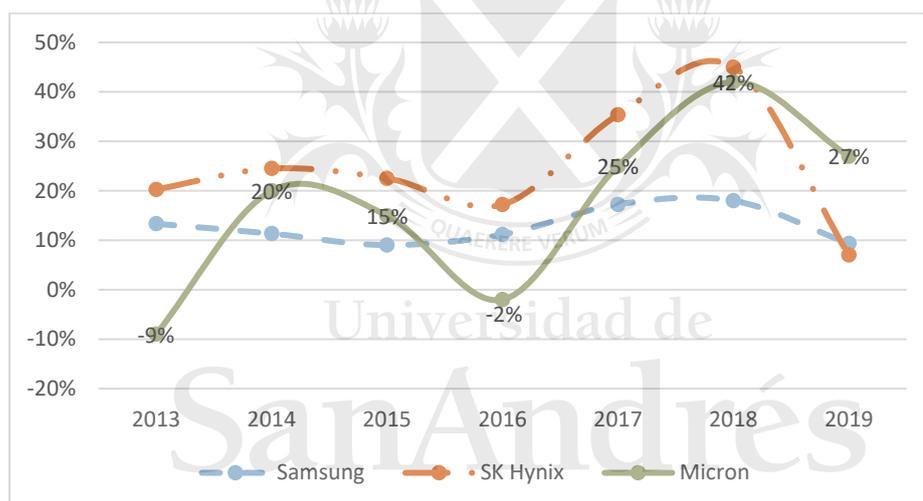
4.4 Márgenes de Micron

Gráfico 23 Margen operativo Micron y competidores



Fuente: Micron 10K, Samsung, SK Hynix

Gráfico 24 Margen neto Micron y competidores

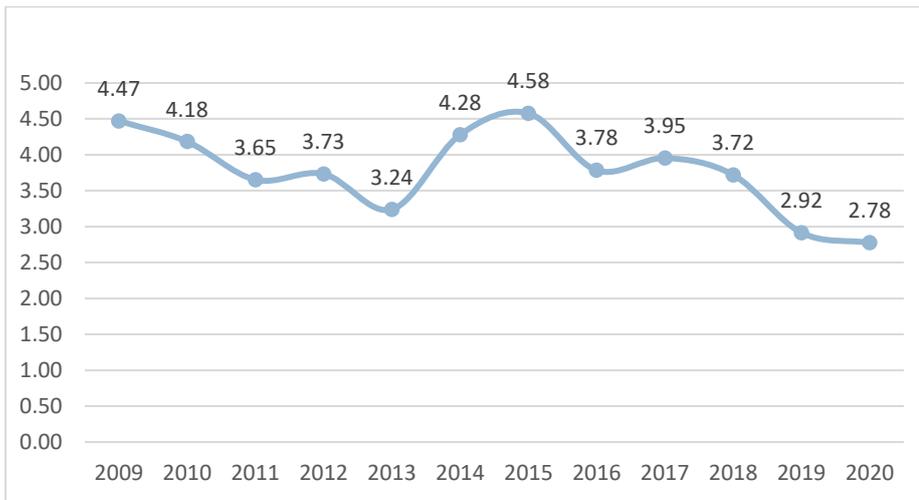


Fuente: Micron 10K, Samsung, SK Hynix

En estos dos gráficos se pueden apreciar los márgenes operativos y netos de Micron contra dos de sus competidores, SK Hynix y Samsung. Uno de los factores por el que Micron fue penalizada por el mercado es la volatilidad de sus márgenes. Cuando comparamos históricamente, se puede observar como en períodos de caída de mercado, Micron sufre enormemente en sus márgenes hasta poder llegar a márgenes negativos (-2% de margen neto en 2016 vs 11% para Samsung y 17% para SK Hynix). Sin embargo, estos últimos años la gestión de Micron en cuanto a su producción y anticipación a la demanda ha mejorado. En el último ciclo, la caída en cuanto a sus márgenes ha sido inferior que sus competidores.

4.5 Ratios de eficiencia:

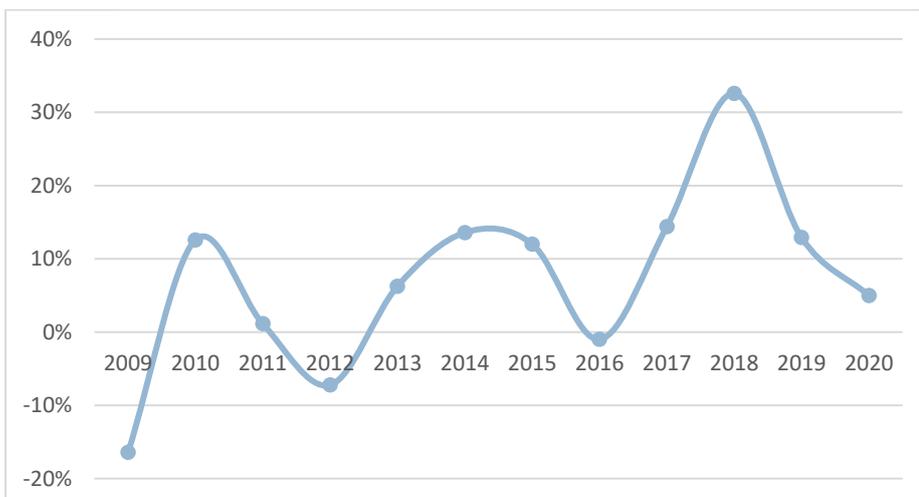
Gráfico 25 índice de rotación de inventarios



Fuente: Micron 10K

El inventory turnover ratio = índice de rotación de inventarios muestra cuán rápido una empresa puede vender. Si bien vemos que Micron ha bajado su índice de rotación de inventarios esto no es algo alarmante ya que la demanda por las nuevas generaciones DDR4 se ha reducido desde la desaceleración y fin de ciclo DDR4. Al comenzar la nueva era DDR5, la demanda por los nuevos productos aumentará y este índice de rotación de inventarios aumentará (en el comienzo de la “era DDR4”, el índice se mantuvo en niveles cercanos a 3.8). Se puede esperar, por lo tanto, que a medida que comience la incorporación de las nuevas memorias DDR5 y 1XX de NAND, este índice mejorará a niveles vistos previamente en 2017 y 2018.

Gráfico 26 Retorno sobre Activos (ROA)



Fuente: Micron 10K

El ROA (retorno sobre activos) de Micron muestra una vez más la ciclicidad de esta empresa. Podemos observar que las caídas estos últimos ciclos no han llevado a un ROA negativo (-9% en 2009, -7% en 2012, -1% en 2016, 5% en 2020). Micron mejora el capital invertido para generar ganancias a medida que pasan los años y beneficia de inversiones pasadas como lo fue MMJ, Inotera y la adquisición más reciente IMFT (adquirida a Intel).

Tabla 6 Resumen ratios financieros 2020

		Micron	SK Hynix
Liquidez	Quick Ratio	1,82	1,15
	Ratio Corriente	2,67	1,83
Rentabilidad	ROA	5%	6%
	Margen Operativo	12%	12%
	ROE	7%	8%
Apalancamiento Financiero	Deuda/Capital	18%	25%
	Deuda/Activos	13%	18%
	Deuda/Ebitda	83%	66%
Eficiencia	Rotación de Activos	42%	45%
	Días de Inventarios en mano	132	68
	Rotación de Inventarios	2,78	3,72
	Rotación de capital de trabajo	1,89	2,93

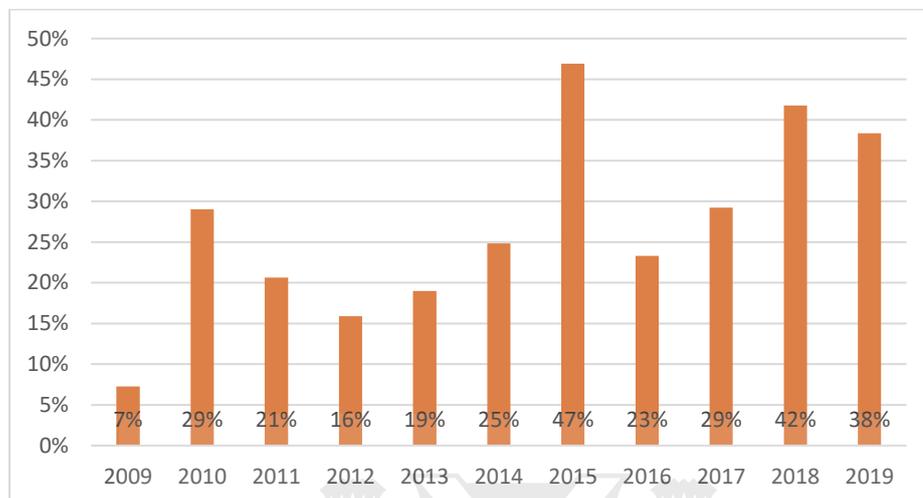
5. Capex e I+D:

Para las empresas del sector de semiconductores como lo es Micron, la inversión en Capex e Inversión y Desarrollo son cruciales para poder reducir costos. como podemos observar en las figuras 4 y 5, el costo de la memoria NAND y DRAM se ha reducido constantemente en los últimos 10 años. Esto es debido a inversiones constantes en capex por parte de las empresas pertenecientes a este sector invierten no sólo nuevas fábricas sino también en nuevos métodos de producción. Estos nuevos métodos de producción ayudan a aumentar los márgenes en los tipos de memoria NAND y DRAM. Micron anunció que su nuevo método de producción utilizando replacement gates (puertas de sustitución) de segunda generación, los costos en la producción de los

productos tipo NAND se reducirían entre 15% y 20%. para los productos tipos tipo DRAM esta reducción de costos sería de unos 5%.

Gráfico 6:

Gráfico 27 Capex como porcentaje de ventas

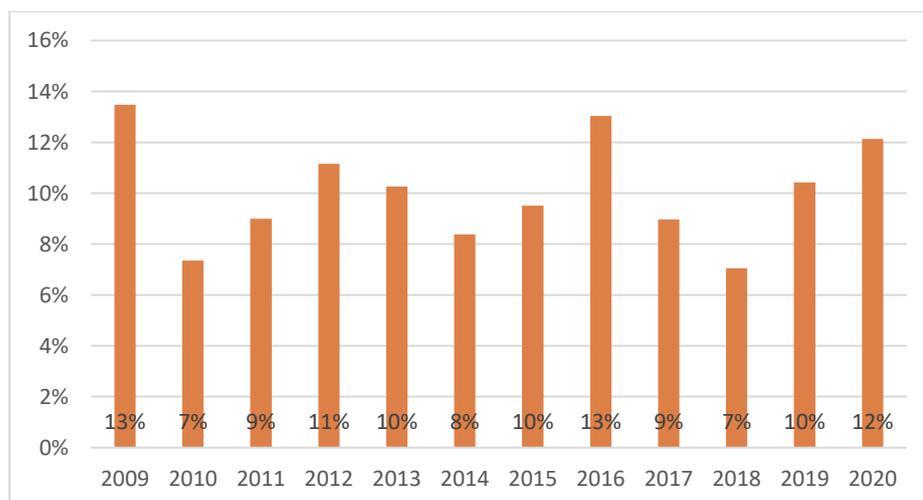


Fuente: Micron 10K

En años anteriores la gran inversión en CAPEX en la industria con el fin de sobrepasarse creó una fuerte volatilidad en los precios y una discordancia entre la oferta y la demanda de semiconductores del sector de memoria debido a una sobreproducción. En años por venir esta discordancia entre oferta y demanda se reducirá debido a una inversión en Capex por parte de los actores de la industria más disciplinada que no aumentará las capacidades de producción como en ciclos pasados, lo que llevará a una producción controlada y precios más estables.

Inversión y desarrollo:

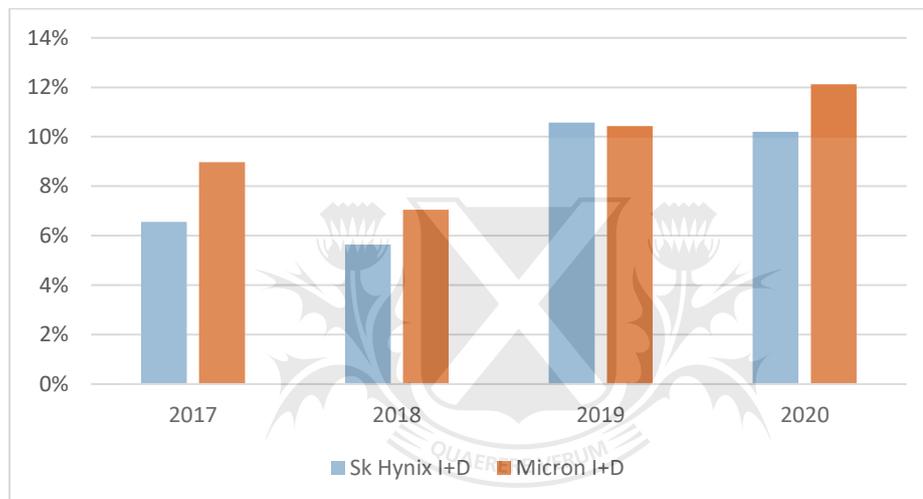
Gráfico 28 Evolución inversión y desarrollo (en porcentaje de ventas)



Fuente: Micron 10K

La inversión y desarrollo es uno de los mayores costos para el sector de semiconductores. De 2009 a 2016, el promedio de I+D/Ventas se mantenía en un promedio de 10%. En el sector de semiconductores y de memoria en donde Micron se encuentra, la inversión en I+D es lo que les permite desarrollar las nuevas tecnologías como DDR5 o mejorar las capacidades de la memoria NAND. Cada avance tecnológico es una oportunidad para ganar cuotas de mercado, aumentar ganancias y reducir costos por lo que es esencial mantener un nivel de I+D elevado para los participantes de este mercado.

Gráfico 29 Comparación de inversión y desarrollo entre SK Hynix y Micron



Fuente: Micron 10K, SK Hynix

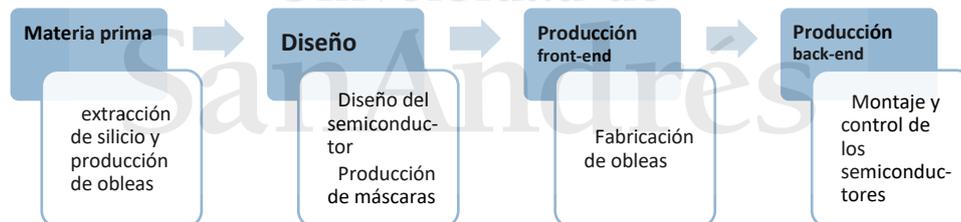
Micron ha tenido mayores inversiones en I+D en términos de porcentaje de ventas que cualquier otro participante en la industria NAND y DRAM. De esta manera Micron ha logrado que sus capacidades de I+D sean líderes en los últimos años y ha logrado posicionarse como líder en términos de desarrollo tecnológico (podemos observar esto en la introducción de la tecnología NAND 176L, su posición en la era DDR5 con sus memorias LPDDR5 y sus nuevos desarrollos en DDR5 que le permitirán producir masivamente este tipo de producto y finalmente en 3D-Xpoint una tecnología que comparte junto con Intel con potencial de revolucionar el mercado de memoria). A medida que llegamos a los límites de la tecnología DRAM y NAND (ley de Moore ya no se cumple), Micron deberá implementar nuevas tecnologías poco desarrolladas aún como ReRam (Resistive random-Access memory – un tipo de memoria en fase de desarrollo por Micron, SK Hynix, Samsung y otros participantes que promete mejores resultados en términos de latencia y menor uso de energía) o MRAM (Magnetoresistive random-access memory). Por lo tanto, los gastos en inversión y desarrollo seguirán la

tendencia del último ciclo a medida que la tecnología actual se complejiza y nuevas tecnologías se exploran.

6. Manufactura:

La fabricación de semiconductores es un proceso que implica varios pasos: el diseño de los chips, la fabricación de las obleas, el montaje y las pruebas. La construcción de una planta de fabricación de semiconductores puede representar una inversión de capital de hasta tres mil o cuatro mil millones de dólares. Estas plantas permiten la introducción de nueva tecnología de fabricación, y con cada nueva tecnología el tamaño del chip disminuye y el costo por gigabyte también. Los fabricantes de semiconductores deben actualizar sus fábricas de acuerdo con la nueva tecnología para seguir siendo competitivos. Debido a la introducción de los replacements gates de segunda generación Micron pudo reducir sus costos entre 15% y 20% en sus productos NAND y 5% en sus productos de DRAM. por los próximos tres a cuatro años se espera que los costos se reduzcan aún más mediante la introducción de nuevas tecnologías.

Ilustración 5 Pasos en la manufactura de semiconductores



Fuente: SemiconductorDigest

Micron Se dedica a la fabricación front-end y back-end de chips de memoria por lo que depende de la disponibilidad de materias primas como el silicio para fabricar las obleas, fotos máscaras, productos químicos, marcos de plomo y compuestos de moldeo para el buen funcionamiento de sus operaciones de fabricación. La empresa utiliza múltiples proveedores para reducir su dependencia de un solo proveedor y así poder mitigar el riesgo de bajo suministro de materias primas. Sin embargo, la empresa tiene un número

limitado de proveedores, como por ejemplo para productos avanzados que requieren materias primas específicas y servicios de terceros puede tener un solo proveedor lo que representa un riesgo en caso de incumplimiento.

Las fábricas de Micron se encuentran principalmente en Taiwán, Singapur, China, Estados Unidos y Japón. El conflicto entre Estados Unidos y China, uno de los países en los que Micron tiene presencia crea incertidumbre en cuanto a su capacidad de poder vender los productos o importarlos en el caso que la prohibición por parte de empresas americanas de trabajar con China siga en curso.

Para Micron es crucial poder operar en niveles óptimos con el fin de cubrir los altos costos de fabricación ya que la empresa debe de actualizar sus máquinas y procesos de producción cada periodo de tres a cinco años con el fin de mantenerse competitiva. Micron también se asocia de manera vertical y horizontal con empresas con el fin de controlar la fabricación y el suministro. Una de las últimas adquisiciones de micrón es la empresa Inotera, que se adquirió con el fin de poder comprar su producción de productos DRAM a precios inferiores a los del mercado.

Los nodos en DRAM se reducen de generación en generación. Los nodos se designan por el medio de paso del activo o cuerpo de la célula de la memoria. En 2020, se ha llegado a 10nm, pero como podemos observar en el gráfico esta reducción se ha frenado ya que antes podíamos ver una reducción de 30% de generación a generación. Por lo tanto, podemos concluir que DRAM está logrando pocos avances en el escalado y será cada vez más difícil salir de los nuevos nodos (actualmente 1xnm). Esto se traducirá en dificultades para aumentar la producción y precios que serán más estables, al menos hasta que se logre el aprendizaje.

Micron tenía una asociación con Intel para desarrollar y producir un nuevo tipo de memoria NAND llamada 3D X-Point bajo el nombre de IMFT. Micron adquirió las partes de Intel y ahora es la parte controlante de IMFT. Los competidores de Micron también han hecho este tipo de asociaciones como su rival es Toshiba y SanDisk que se han asociado igualmente para producir memorias de tipo flash NAND por lo que se puede esperar en el futuro nuevas asociaciones de Micron y nuevas adquisiciones.

7. Adquisiciones:

Inotera:

Inotera Memories Inc, es una compañía China creada entre Nanya Technology e Infineon. Infineon (cambió su nombre a Qimonda) en 2003. En 2008, Micron adquirió 35,5% de las acciones de Qimonda en Inotera y comenzó a producir sus chips de 50 nm en las instalaciones de Inotera para poder reducir sus costos de producción. En 2013, Micron anunció un acuerdo con Nanya que le daba acceso a toda la producción de Inotera adquiriendo a precio de mercado. En 2016, Micron adquirió el restante de las acciones de Inotera a un valor de 0,94 USD por acción (Micron, Micron Investor relations, 2016) por todas las acciones restantes que aún no eran pertenecientes a Micron. Esto representó una inversión de cuatro mil millones de dólares. El CEO de Micron en 2013, Mark Durcan anunció “Esperamos un aumento inmediato de los márgenes brutos de DRAM, las ganancias por acción y el flujo de caja libre junto con una mayor eficiencia operativa a medida que alineamos Inotera con nuestras operaciones de fabricación globales”. En 2013, el margen bruto de Micron era de 20%, los siguientes dos años, el margen bruto fue de 33% para 2014 y 32% para 2015.

Elpida:

Elpida, es una compañía japonesa creada en 1999. Era una empresa dedicada a la venta de semiconductores y especializada en la venta de DRAM. En 2012, la empresa se declaró en quiebra. Micron anunció en 2013, la adquisición de Elpida por un valor de dos mil quinientos millones de dólares adquiriendo así sus fábricas de 300 nm DRAM en Taiwán y Japón. El CEO Mark Duncan fue citado “esta combinación dará lugar a una mayor escala de inversión y desarrollo y de fabricación, a importantes sinergias de costes y de producción y a una cartera de productos de memoria más sólida para ofrecer soluciones a nuestros clientes”. Elpida es una subsidiaria de Micron Technology y opera bajo el nombre Micron Akita, Inc.

IM Flash Technologies:

IM Flash Technologies es una compañía creada entre Intel Corporation y Micron en el año 2006 para producir memoria de tipo NAND. En consecuencia, de innovaciones de estas dos empresas y el capital disponible IMFT produjo en 2008 el primer diseño a gran escala del chip de 34nm. En 2011, comenzó a producir en escala la nueva tecnología NAND de 20nm, que en ese entonces se trataba de la más pequeña y

avanzada. Esta empresa, se dedicó igualmente a descubrir nuevas tecnologías. IMFT, anunció un nuevo tipo de memoria NAND: 3D-X-Point. En 2018, Micron anunció que ejecutaría un “call option” para poder adquirir el restante de las acciones pertenecientes a Intel. Esta opción de compra sería ejecutada en 2019. En octubre de 2019, esta compra se ejecutó. Micron adquirió el restante de las acciones de Intel por mil quinientos millones de dólares y disolvió la deuda de mil millones de dólares de IMFT. IMFT es ahora conocida como Micron Technology UTAH, LLC. La tecnología 3D-Xpoint puede ser producida ahora por Intel, bajo la marca Optane y Micron bajo la marca QuantX. Esta adquisición según su CEO Sanjay Mehrotra “La adquisición de IM Flash le permitirá a Micron acelerar nuestra inversión y desarrollo y optimizar nuestro plan de fabricación para 3D-X-Point. Micron quiere estar bien posicionada en la nueva era de computadoras y datacenters y espera que su tecnología 3D-Xpoint juegue un rol mayor a medida que se desarrolla y se vuelve menos costosa de adquirir.

8. Patentes

Al ser una industria con mucha inversión y desarrollo, las patentes tienen un rol crucial para poder ganarle a la competencia y desarrollar nuevos productos y nuevas formas de producir.

Existe un riesgo en el que Micron sea acusada de violación de patentes. En 2020, China acusó a Micron infringir ciertas patentes chinas al fabricar y vender determinados productos en China. Las demandas solicitan a Micron Technology destruir el inventario de los productos fabricados con estas patentes, el equipo para fabricar los productos en China; a dejar de fabricar, utilizar, vender y poner a la venta estos productos en China; y a pagar daños y perjuicios más las tasas judiciales.

Otras causas judiciales en las que Micron se encuentra por infringir patentes:

El 19 de marzo de 2018, Micron Semiconductor (Xi'an) Co. Ltd. ("MXA") recibió una demanda por infracción de patentes presentada por Fujian Jinhua Integrated Circuit Co, Ltd. ("Jinhua") en el Tribunal Popular Intermedio de Fuzhou, en la Provincia de Fujian, China (el "Tribunal de Fuzhou"). El 3 de abril de 2018, Micron Semiconductor (Shanghai) Co. Ltd. ("MSS") fue notificada con la misma demanda. La demanda alega que MXA y MSS infringen una patente china fabricando y vendiendo determinados módulos DRAM DDR4 de Crucial. La demanda pretende que se ordene a MXA y MSS destruir el inventario de estos productos y el equipo con el cual fabrican los productos

en China; que dejen de fabricar, utilizar, vender y poner a la venta estos productos en China; y que paguen una indemnización de 98 millones de yuanes chinos más las costas judiciales.

El 4 de mayo de 2020, Flash-Control, LLC ("Flash-Control") presentó una demanda por infracción de patentes contra Micron en el Tribunal de Distrito de Estados Unidos para el Distrito Oeste de Texas. En la demanda se alega que cuatro patentes estadounidenses son infringidas por productos DDR4 SDRAM, NVRDIMM, NVDIMM, 3D XPoint y/o SSD no especificados que incorporan controladores de memoria y memoria flash. La demanda se solicitó por daños y perjuicios, incluyendo los honorarios de los abogados y las costas.

9. Valuación por flujos descontados

El modelo de valuación por flujos descontados descuenta el flujo de efectivo libre disponible para accionistas y acreedores al costo promedio ponderado de capital (WACC). Se logra de esta manera obtener un valor al cual debemos luego sustraer la deuda financiera para poder arribar al valor del capital.

Los pasos por seguir por lo tanto son:

1. Proyectar operaciones de la compañía descontando los flujos al WACC
2. Una vez obtenido este valor sumar los activos no operativos como el efectivo
3. De este valor, restar las deudas financieras y otras obligaciones de la empresa
4. Dividir el resultado obtenido por el número de acciones en circulación para obtener el precio por acción

9.1 Proyección de mercados

Con el fin de proyectar las operaciones de Micron, en un primer tiempo es necesario proyectar cómo se desempeñarán los mercados de DRAM, NAND en el período proyectado.

9.1.1 Mercado DRAM y NAND

Con el fin de estimar el mercado DRAM se utilizó el modelo de Holt-Winters,

Método Holt-Winters:

El mercado NAND y DRAM al ser mercados con una estacionalidad marcada, resulta difícil estimar valores futuros. Con el fin de realizar una estimación del ciclo DRAM y NAND para los años 2021-2025 se utiliza el modelo Holt-Winters.

Este modelo calcula valores suavizados exponencialmente para nivel, tendencia y el ajuste estacional.

Este modelo utiliza tres parámetros:

- alfa (α) – parámetro de suavizado para el componente de nivel de la previsión (l_t)
- beta (β) – parámetro de suavizado para el componente de tendencia de la previsión (T_t)
- gamma (γ) – parámetro de suavizado para el componente de estacionalidad de la previsión (s_t)

Las ecuaciones para obtener el pronóstico son:

- Ecuación para obtener el nivel (L_t)

$$L_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-p}} + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1})$$

- Con S_{t-p} siendo la estacionalidad del período anterior

- Ecuación para obtener la tendencia (T_t)

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}$$

- Ecuación para obtener la estacionalidad (S_t)

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{L_t} + (1 - \gamma)S_{t-p}$$

- Ecuación para obtener el pronóstico suavizado \widehat{Y}_t

$$\widehat{Y}_t = (L_{t-1} + T_{t-1})S_{t-p}$$

1. Es necesario en un primer tiempo estimar T_0 , es decir la tendencia antes del 1er período.

T_0 es estimado utilizando la siguiente ecuación:

$$T_0 = \frac{D_2 - D_1}{n}$$

Donde D_2 y D_1 representan el valor del mercado DRAM promedio en la estación 2 y 1 y n el número de períodos entre las estaciones.

Podemos obtener así el valor L_0 , es decir el nivel en el período 0:

$$L_0 = \underline{D_1} - \frac{n + 1}{2} T_0$$

Entonces pueden calcularse los valores subsecuentes de L con la ecuación:

$$L_t = L_0 + nT_0 \quad (7)$$

Es decir, que cada L siguiente se incrementa en el valor inicial de la tendencia T0.
 Se obtienen entonces los factores estacionales para los años anteriores dividiendo la demanda del periodo y el valor del pronóstico suavizado:

$$S_t = \frac{D_t}{L_t}$$

En el caso que el promedio no sea igual a n entonces se puede normalizar mediante la siguiente ecuación:

1. Calcular CF: $CF = \frac{n}{St1+St2+St3+St4+St5}$

2. Aplicar a St-n la siguiente ecuación:

$$St - 4 = St1 * CF$$

$$St - 3 = St2 * CF$$

Se repite la ecuación hasta llegar a St0, es decir el fin de ciclo St-n.

Se calcula igualmente el MAPE o Error de porcentaje absoluto medio mediante la siguiente ecuación:

$$MAPE = \frac{\sum_1^n \left| \frac{Y_t - \hat{Y}_t}{Y_t} \right|}{n} * 100$$

Podemos ahora aplicar las fórmulas vistas anteriormente para tendencia, nivel y estacionalidad utilizando las variables Alpha, beta y gamma y estimar mediante Holt-Winters los valores del mercado DRAM.

Estimación DRAM - Modelo Holt-Winters:

En la estimación del mercado DRAM se tomó el siguiente supuesto:

Se estimaron los períodos entre “ciclos” de DRAM acorde a la introducción de las generaciones al mercado.

Igualmente se ha optimizado alpha, beta y gamma reduciendo MAPE:

Así:

Alpha = 0

Beta = 0,172

Gamma = 0,089

Se utiliza la introducción de DDR para estimar los ciclos:

DDR	DDR2	DDR3	DDR4	DDR5	Promedio entre introducciones
-----	------	------	------	------	-------------------------------------

2002	2004	2007	2014	2020	
	2	3	7	6	4,5

Redondeando 4.5, se estima un ciclo de 5 años para DRAM y será el que utilizaremos en el modelo de Holt-Winters.

Se pueden observar los resultados en la tabla 7 y 8 – Resultados

1. Calcular D1 y D2

$$D_1 = \frac{31156 + 27992 + 36676 + 29568 + 28660}{5} = 31410$$

$$D_2 = \frac{34449 + 45785 + 45000 + 42000 + 73000}{5} = 48046$$

2. Ahora que se sabe el valor de D1 y D2 se puede obtener t0:

$$T_0 = \frac{31410 + 48046}{5} = 3327$$

3. Calcular L0:

$$L_0 = 31410 - \frac{5 + 1}{2} 3327 = 21429$$

4. Calcular Lt

Para Lt1 se puede calcular:

$$Lt1 = 21429 + 1 * 3327 = 24756$$

5. Calcular St:

Sabiendo que St es igual Yt / Dt

Podemos calcular St1:

$$St1 = \frac{Yt}{Dt} = \frac{31156}{24756} = 1,259$$

6. Calculamos St para los años anteriores:

$$S1 = \frac{1,259+0,753+0,818}{3} = 0,943$$

$$S2 = 1,055$$

$$S3 = 1,342$$

$$S4 = 0,938$$

$$S5 = 0,858$$

Sumando estos valores encontramos que es igual a 5,137 > 5. Por lo tanto, se necesita

calcular CF:
$$CF = \frac{5}{0,943+1,055+1,342+0,938+0,858} = 0,973398$$

Se puede ahora calcular St-n con:

$$St - 4 = S1 * CF = 0,943 * 0,973398 = 0,918$$

$$St-3 = 1,026$$

$$St-2 = 1,307$$

$$St-1 = 0,913$$

$$St0 = 0,836$$

Se comprueba que la suma sea igual a 5.

7. Se calcula el nivel lt

$$lt1 = 0 * \left(\frac{31156}{0,918}\right) * (1 - 0) * (21429 + 3327) = 24756$$

8. Se calcula la tendencia Tt :

$$Tt1 = 0,172 * (24756 - 21429) * (1 - 0,172) * (3327) = 3327$$

9. Se calcula la estacionalidad st :

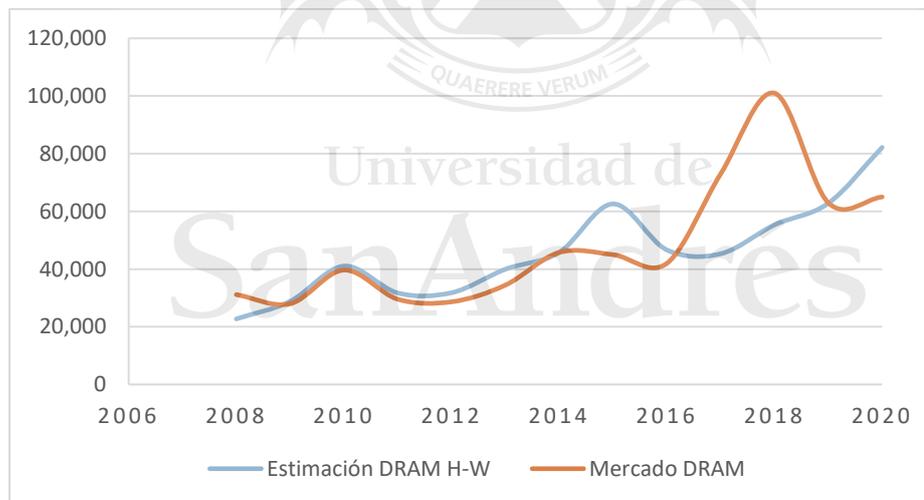
$$st1 = 0,089 * \left(\frac{31156}{21429}\right) * (1 - 0,089) * (0,918) = 0,965$$

10. Se estima Y_{t+1}

$$Y_{t1} = (Lt0 + Tt0) * st - 4 = (21429 + 3327) * 0,918 = 22724$$

De esta manera obtenemos el siguiente gráfico:

Gráfico 30 Estimación mercado DRAM (en M USD)



Mediante la optimización obtenemos los siguientes resultados:

Alpha	0
Beta	0,172
Gamma	0,089
MAE	10.497
MAPE	16,73%

Tabla 7 Estimación modelo Holt-Winters

Año	Período	DRAM	Lt	Nivel (lt)	Tendencia (Tt)	st (sin estacion)	St	Estimación (Yt+1)	Error	Error Abs
2003	-4						0,918			
2004	-3						1,026			
2005	-2						1,307			
2006	-1						0,913			
2007	0			21.429	3.327		0,836			
2008	1	31.156	24.756	24.756	3.327	1,259	0,965	22.724		
2009	2	27.992	28.083	28.083	3.327	0,997	1,024	28.826	-834	834
2010	3	39.676	31.410	31.410	3.327	1,263	1,303	41.047	-1.371	1.370
2011	4	29.568	34.738	34.738	3.327	0,851	0,908	31.723	-2.155	2.155
2012	5	28.660	38.065	38.065	3.327	0,753	0,828	31.808	-3.148	3.147
2013	6	34.449	41.392	41.392	3.327	0,832	0,954	39.961	-5.512	5.512
2014	7	45.785	44.720	44.720	3.327	1,024	1,024	45.785	0	0
2015	8	45.000	48.047	48.047	3.327	0,937	1,270	62.601	-17.601	17.601
2016	9	42.000	51.374	51.374	3.327	0,818	0,900	46.634	-4.633	4.633
2017	10	73.000	54.701	54.701	3.327	1,335	0,873	45.308	27.692	27.691
2018	11	101.000	58.029	58.029	3.327	1,741	1,023	55.337	45.663	45.662
2019	12	63.000	61.356	61.356	3.327	1,027	1,024	62.818	182	182
2020	13	65.000	64.683	64.683	3.327	1,005	1,247	82.176	-17.176	17.176

11. Con el fin de testear el modelo, estimamos 2016-2020 con el modelo Holt-Winters y comparamos con un modelo “naïve” (otexts, s.f.). Se utiliza un método naïve para data estacional.

$$\hat{y}_{T+h} = y_{T+h-m(k+1)}$$

Con m el periodo estacional y k es la parte entera de $(h-1)/m$ (es decir, el número de años completos del período de previsión anterior al tiempo $T+h$).

12. Par obtener Y_{t+n} en el período proyectado se utiliza la siguiente fórmula:

$$(l_t + T_t * P) * S_t = Y_{t+1}(2016) = (48048 + 3327 * 1) * 0,908 = 46634$$

Se utiliza el último nivel observado de L_t y T_t para proyectar y se multiplica la tendencia por el período proyectado (2016 es P1, 2017 es P2, etc...).

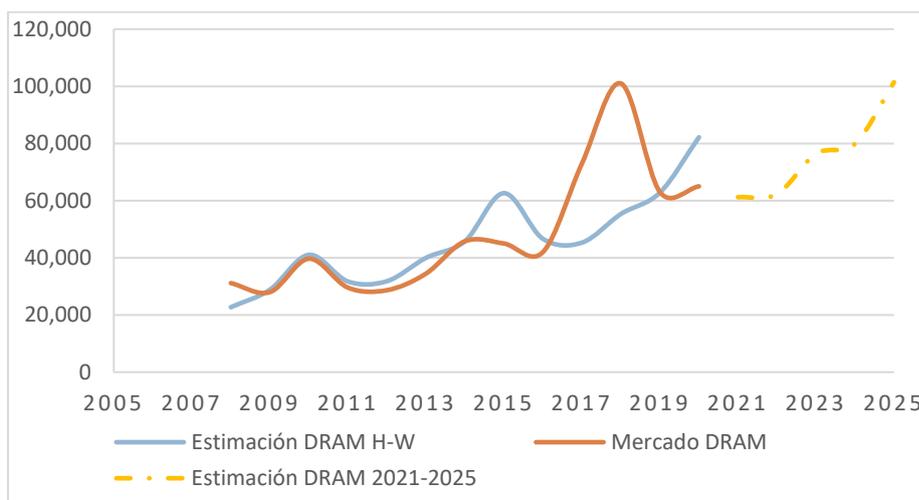
Se obtienen los siguientes resultados:

<i>Año</i>	<i>DRAM</i>	<i>TEST</i>	<i>Naïve</i>
2016	42.000	46.634	29.568
2017	73.000	45.308	28.660
2018	101.000	55.337	34.449
2019	63.000	62.818	45.785
2020	65.000	82.176	45.000
<i>MAPE TEST</i>		24,2%	
<i>MAPE naïve</i>		42,9%	

Se logra reducir el error promedio porcentual significativamente gracias al método Holt-Winters por lo tanto podemos validar el modelo y continuar con la estimación para 2021-2025 utilizando data más reciente que ayudará a mejorar la predicción.

Se obtiene la siguiente estimación:

Gráfico 31 Estimación mercado DRAM (en M USD) 2021-2025



Año	Período	Estimación
2021	1	61.191
2022	2	62.289
2023	3	76.410
2024	4	79.871
2025	5	101.398

Estimación NAND - Modelo Holt-Winters:

Al igual que con DRAM se utilizó el modelo Holt-Winters para estimar el mercado de NAND para 2021-2025.

Para NAND los ciclos fueron estimados en dos años teniendo en cuenta la tabla 3 (generaciones de NAND).

Se obtienen los siguientes resultados:

Tabla 8 Estimación H-W mercado NAND

Año	Período	Var anual	NAND	Lt	Nivel (lt)	Tendencia (Tt)	Ciclico (St)	Factor ciclico (actual)	Estimación(Yt+1)	Error abs en %
2006	-1							1,032		
2007	0				7756,625	3425,25		0,968		
2008	1		11.418	11.182	11130,63	3420,25	1,021116763	1,032	11.536	1,0%
2009	2	26%	14.371	14.607	14680,87	3432,93	0,983834944	0,968	14.090	2,0%
2010	3	36%	19.583	18.032	18502,75	3470,88	1,085991169	1,032	18.687	4,6%
2011	4	2%	19.907	21.458	21339,36	3408,99	0,927735479	0,968	21.278	6,9%
2012	5	-8%	18.298	24.883	21606,54	3102,44	0,735365186	1,032	25.532	39,5%
2013	6	31%	23.926	28.308	24708,76	3102,42	0,845199037	0,968	23.926	0,0%
2014	7	30%	31.000	31.733	2881,6	3200,22	0,976889474	1,032	28.692	7,4%
2015	8	0%	31.000	35.159	32013,82	3200,22	0,881718213	0,968	31.000	0,0%
2016	9	16%	36.000	38.584	35071,07	3186,27	0,933032258	1,032	36.329	0,9%
2017	10	50%	54.000	42.009	46102,29	3951,72	1,28543501	0,968	37.046	31,4%
2018	11	11%	60.000	45.434	53685,19	4306,02	1,32058601	1,032	51.639	13,9%
2019	12	-27%	44.000	48.860	52367,06	3757,26	0,900539044	0,968	56.155	27,6%
2020	13	39%	61.000	52.285	57469,94	3888,56	1,166685394	1,032	57.902	5,1%

Mediante la optimización obtenemos los siguientes valores:

Alpha	0,448
Beta	0,098
Gamma	0,00
MAE	9655,84
MAPE	10,8%

Para testear el modelo se utilizó el mismo método que en DRAM (naïve estacional) utilizando los valores de 2014 y 2015.

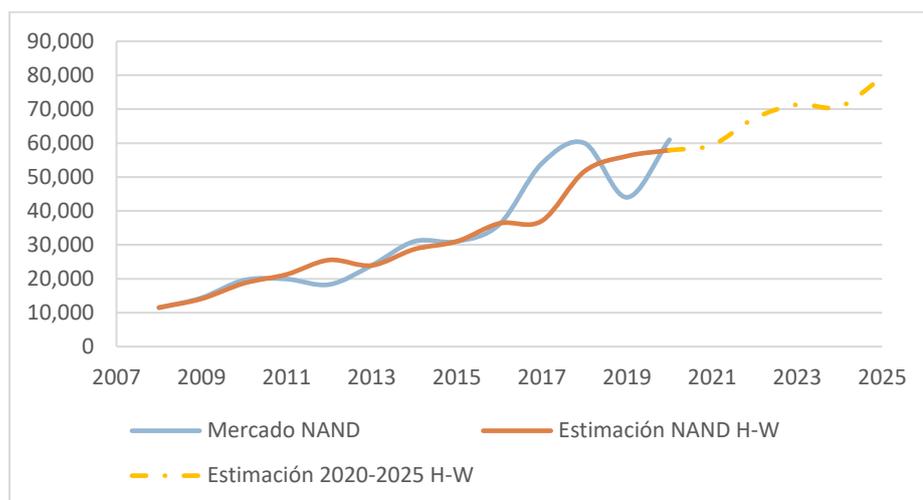
Se obtienen los siguientes resultados:

<i>Año</i>	<i>NAND</i>	<i>TEST</i>	<i>Naïve</i>
2016	36.000	34.099	31.000
2017	54.000	39.631	31.000
2018	60.000	40.297	31.000
2019	44.000	46.234	31.000
2020	61.000	46.494	31.000
<i>MAPE TEST</i>	18,717%		
<i>MAPE naïve</i>	36,708%		

Se mejora considerablemente la estimación gracias al modelo de Holt-Winters.

Se procede a la estimación para 2020-2025 utilizando la última data disponible para obtener mejores resultados.

Gráfico 32 Estimación mercado NAND (en M USD)



Año	Período	Estimación
2021	1	59.415
2022	2	67.313
2023	3	71.325
2024	4	70.712
2025	5	79.348

9.1.2 Proyección cuotas de mercado Micron en DRAM

Con el fin de estimar el desempeño de Micron en el período, es necesario estimar la cuota de mercado de Micron en el mercado de DRAM.

Para estimar la cuota de mercado de Micron en el período proyectado se utilizó el modelo de Holt. El modelo de Holt es similar al modelo de Holt-Winters utilizado previamente, pero no toma en cuenta la estacionalidad, ya que no se puede observar una estacionalidad marcada en la evolución de las Cuotas de mercado de Micron en este mercado.

Al no tomar en cuenta la estacionalidad, la fórmula para estimar y_{t+1} resulta:

$$Y_{t+1} = l_t - 1 + T_t - 1$$

Una vez que llegamos al último período disponible, es decir cuándo no tenemos más data, se utiliza la misma fórmula que en Holt-Winters:

$$Y_{t+1} = l_t + T_t$$

En donde I_t es el último dato disponible del nivel y T_t el último dato disponible de tendencia.

Se obtiene los siguientes resultados optimizando para reducir MAPE:

Tabla 9 Estimación cuota de mercado DRAM

Año	Cuota de mercado DRAM	I_t	T_t	Y_{t+1}
2010	12,40%			
2011	10,80%	10,80%	-1,60%	
2012	12,40%	0,10284365	-0,01357362	9,20%
2013	28,70%	0,15627359	0,00141913	8,93%
2014	23,70%	0,1845671	0,00743256	15,77%
2015	19,20%	0,19199977	0,00743258	19,20%
2016	18,50%	0,19454175	0,00633826	19,94%
2017	21,00%	0,20397044	0,00702978	20,09%
2018	21,10%	0,21100015	0,00702976	21,10%
2019	21,50%	0,21700318	0,00680002	21,80%
2020	25,00%	0,23268035	0,00878638	22,38%

alpha	0,33886
beta	0,22376
MAPE	16,91%

Para testear el modelo, estimamos los años 2017-2020 y utilizamos un método naïve no estacional (se toma el último dato disponible y se proyecta sobre el período) para evaluar el modelo.

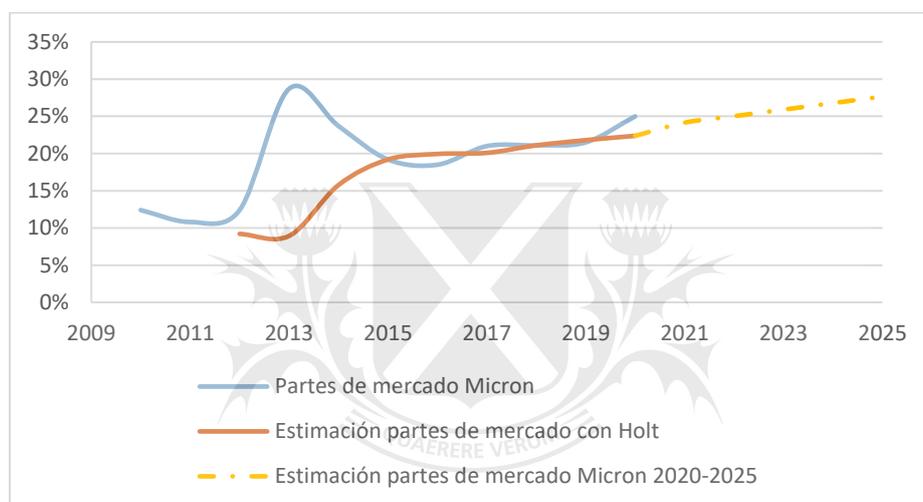
Año	Cuota de mercado Micron DRAM	TEST	Naïve
2017	21%	20,09%	18,5%
2018	21.1%	20,72%	18,5%
2019	21.5%	21,36%	18,5%
2020	25%	21,99%	18,5%

MAPE TEST	4,71%
MAPE naïve	16,05%

Obtenemos resultados muy superiores al utilizar el modelo de Holt por lo que podemos validarlo y utilizarlo para proyectar 2021-2025 utilizando la última data disponible.

Resultados:

Gráfico 33 Estimación cuota de mercado de Micron en DRAM



Año	Período	Estimación
2021	1	24,15%
2022	2	25,03%
2023	3	25,9%
2024	4	26,78%
2025	5	27,66%

9.1.3 Proyección cuotas de mercado Micron en NAND

Utilizando este mismo método se calcula la cuota de mercado de Micron en NAND.

De esta manera obtenemos los siguientes resultados:

Tabla 10 Estimación cuota de mercado NAND

Años	Cuota de mercado NAND	Lt	Tt	Yt+1
2008	7,9%			
2009	8,5%	8,5%	0,6%	

2010	10,2%	9,3%	0,62%	9,1%
2011	8,9%	9,7%	0,60%	10%
2012	9,2%	10,03%	0,58%	10,3%
2013	9,4%	10,27%	0,56%	10,6%
2014	12,2%	11,2%	0,58%	10,8%
2015	13,8%	12,32%	0,62%	11,8%
2016	9,8%	12,09%	0,57%	12,9%
2017	12,2%	12,54%	0,56%	12,7%
2018	13,1%	13,1%	0,56%	13,10%
2019	12,9%	13,46%	0,55%	13,66%
2020	10,5%	13,06%	0,49%	14,00%

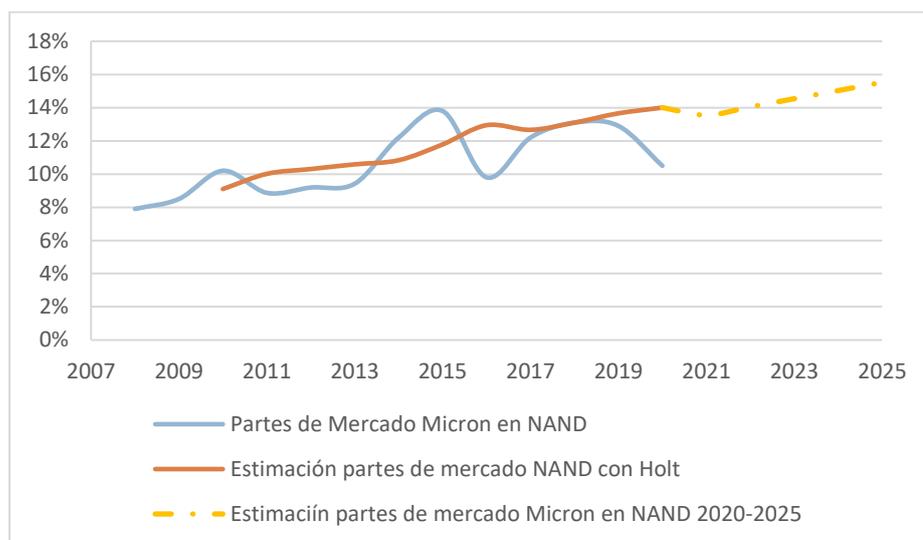
alpha	0,26942
beta	0,0581311
MAPE	13,56%

Con el fin de testear el modelo se testea sobre el mismo período (2017-2020) y se utiliza el mismo método *naïve*.

<i>Año</i>	<i>Cuota de mercado Micron NAND</i>	<i>TEST</i>	<i>Naïve</i>
2017	12,2%	12,67%	9,8%
2018	13,1%	13,23%	9,8%
2019	12,9%	13,8%	9,8%
2020	10,5%	14,37%	9,8%
MAPE TEST		12,16%	
MAPE naïve		18,89%	

Obtenemos mejores resultados gracias al modelo de Holt por lo que podemos proceder con la estimación 2021-2025.

Gráfico 34 Estimación cuota de mercado Micron en NAND



Año	Período	Estimación
2021	1	13,6%
2022	2	14%
2023	3	14,5%
2024	4	15%
2025	5	15,5%

Podemos ahora calcular las ventas de Micron mediante el siguiente cálculo:

$$\text{DRAM} \times \text{cuota de mercado DRAM} + \text{NAND} \times \text{cuota de mercado NAND} = \text{Ventas Micron}$$

Tabla 11 Estimación ventas Micron

Año	2021	2022	2023	2024	2025
DRAM (en M USD)	61.191	62.289	76.410	79.871	101.398
NAND (en M USD)	59.415	67.313	71.325	70.712	79.348
Cuota de mercado DRAM	24,15%	25,03%	25,9%	26,78%	27,66%
Cuota de mercado NAND	13,6%	14%	14,5%	15%	15,5%

Ventas					
Micron (en M USD)	22.856	25.011	30.135	31.998	40.346

9.2 Proyección inversión y desarrollo

Con el fin de proyectar inversión y desarrollo se realizó una regresión sobre la serie histórica de I+D sobre ventas, utilizando como variable independiente las ventas.

Mediante esta regresión se proyectó la inversión y desarrollo entre 2021 y 2025.

Regression Statistics	
Multiple R	0,890
R Square	0,792
Adjusted R Square	0,771
Standard Error	331129,154
Observations	12

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	4,18129E+12	4,18E+12	38,134226	0,000104787
Residual	10	1,09647E+12	1,1E+11		
Total	11	5,27775E+12			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	254475,0050	216455,4192	1,1756	0,2670	-227817,7243	736767,7342	-227817,7243	736767,7342
Ventas	0,0800	0,0130	6,1753	0,0001	-0,0511	0,1089	-0,0511	0,1089

Año	I+D
2021	2.083.000
2022	2.255.522
2023	2.665.419
2024	2.814.455
2025	3.482.375

9.3 Proyección de CAPEX

Con el fin de proyectar CAPEX se realizó una regresión sobre la serie histórica de CAPEX sobre ventas, utilizando como variable independiente las ventas.

Mediante esta regresión se proyectó el CAPEX entre 2021 y 2025.

Regression Statistics	
Multiple R	0,876
R Square	0,767
Adjusted R Square	0,741
Standard Error	1614741,606
Observations	11,000

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	7,73222E+13	7,73E+13	29,655007	0,000407974
Residual	9	2,34665E+13	2,61E+12		
Total	10	1,00789E+14			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	-1398158,594	1208356,965	-1,15707	0,2770284	-4131651,957	1335334,768	-4131651,957	1335334,768
Ventas	0,378385564	0,069484117	5,445641	0,000408	0,221201571	0,535569557	0,221201571	0,535569557

Año	CAPEX
2021	7.250.286
2022	8.065.997
2023	10.004.650
2024	10.709.531
2025	13.868.527



Universidad de
San Andrés

9.4. Estimación costo de los bienes vendidos

Con el fin de proyectar el costo de los bienes vendidos se realizó una regresión sobre la serie histórica de costos de ventas sobre ventas, utilizando como variable independiente las ventas.

Mediante esta regresión se proyectó los costos de ventas entre 2021 y 2025.

Regression Statistics	
Multiple R	0,8916
R Square	0,7949
Adjusted R Square	0,7744
Standard Error	1475439,5161
Observations	12,0000

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	8,43946E+13	8,44E+13	38,767873	9,80198E-05
Residual	10	2,17692E+13	2,18E+12		
Total	11	1,06164E+14			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	4.303.578,133	964.478,285	4,462	0,001	2.154.586,594	6.452.569,671	2.154.586,594	6.452.569,671
Ventas	0,359	0,058	6,226	0,000	0,231	0,488	0,231	0,488

Año	Costos de los bienes vendidos
2021	12.518.735
2022	13.293.578
2023	15.135.105
2024	15.804.671
2025	18.805.401

Universidad de San Andrés

9.5 Estimación de depreciación y amortización

Con el fin de proyectar depreciación y amortización (D&A) se realizó una regresión sobre la serie histórica de D&A sobre ventas, utilizando como variable independiente las ventas.

Regression Statistics	
Multiple R	0,8548
R Square	0,7308
Adjusted R Square	0,7038
Standard Error	766254,0860
Observations	12

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	1,59356E+13	1,59E+13	27,140878	0,000395718
Residual	10	5,87145E+12	5,87E+11		
Total	11	2,18071E+13			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95,0%	Upper 95,0%
Intercept	881828,754	500891,713	1,761	0,109	-234227,533	1997885,040	-234227,533	1997885,040
Ventas	0,156	0,030	5,210	0,000	0,089	0,223	0,089	0,223

Año	Depreciación y Amortización
2021	4.451.623
2022	4.788.322
2023	5.588.534
2024	5.879.486
2025	7.183.416



Universidad de
San Andrés

9.6. Estimación Capital de trabajo

Con el fin de poder estimar el capital de trabajo, se realizó una regresión de los activos y los pasivos corrientes contra ventas y se proyectó durante el período 2021-2025.

Mediante esta regresión se calcularon los siguientes valores para los activos corrientes y pasivos corrientes.

Regresión Activos corrientes:

Regression Statistics	
Multiple R	0,916
R Square	0,839
Adjusted R Square	0,823
Standard Error	1968689,149
Observations	12

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	2,01718E+14	2,02E+14	52,046264	2,87707E-05
Residual	10	3,87574E+13	3,88E+12		
Total	11	2,40475E+14			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1770842,832	1286910,045	1,376	0,199	-1096571,438	4638257,102	-1096571,438	4638257,102
Ventas	0,556	0,077	7,214	0,000	0,384	0,727	0,384	0,727

Regresión Pasivos corrientes:

Regression Statistics	
Multiple R	0,8667
R Square	0,7512
Adjusted R Square	0,7263
Standard Error	858013,8722
Observations	12

ANOVA					
	df	SS	MS	F	Significance F
Regression	1	2,22294E+13	2,22E+13	30,195251	0,000263624
Residual	10	7,36188E+12	7,36E+11		
Total	11	2,95913E+13			

	Coefficients	Standard Error	t Stat	P-value	Lower 95%	Upper 95%	Lower 95.0%	Upper 95.0%
Intercept	1491960,470	560874,057	2,660	0,024	242255,192	2741665,748	242255,192	2741665,748
Ventas	0,184	0,034	5,495	0,000	0,110	0,259	0,110	0,259

Año	Activos corrientes	Pasivos Corrientes	Capital de trabajo	Variación Capital de trabajo
2020	17.695.000	6.635.000	11.060.000	947.000
2021	14.471.623	5.708.169	8.763.454	-2.296.546
2022	15.669.544	6.105.837	9.563.708	800.254
2023	18.516.577	7.050.951	11.465.627	1.901.919
2024	19.551.739	7.394.588	12.157.151	691.525
2025	24.190.922	8.934.632	15.256.290	3.099.139

9.7 Estimación de las variables necesarias para el cálculo de la tasa de descuento

Con el fin de poder valorar la empresa con el método de flujos descontados es necesario estimar y calcular la tasa de descuento WACC es decir al costo promedio de capital tasa a la que se descontarán los flujos de caja libre (FCF).

El WACC está compuesto de tres principales variables. El costo del patrimonio, el costo de la deuda luego de impuestos y la estructura de capital.

$$WACC = \frac{D}{V} Kd (1 - t) + \frac{E}{V} Ke$$

En donde:

- $\frac{D}{V}$ Representa el nivel de deuda con respecto al valor de mercado de la compañía
- Kd Representa el costo de la deuda
- t Representa la tasa de impuestos
- $\frac{E}{V}$ Representa el nivel de capital con respecto al valor de mercado de la compañía
- Ke Representa el costo de capital

9.7.1 Costo de la deuda

El costo de la deuda de Micron se calculó tomando el bono 2027 de Micron que vence el 15 de febrero por un monto de 900 Millones de dólares. Este bono fue calificado BB+ por Standard & Poors Rating services lo que lo califica como “non-investment grade speculative”. El bono 2027 devenga un cupón de 4,175% anual pagado semestralmente el 31 de enero y 31 de julio. El rendimiento de estos bonos al 29 de septiembre 2020 es de **4,27%**.

9.7.2 Costo de capital

Para estimar el costo de capital se utilizó el modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model). La ecuación que plantea este modelo es la siguiente:

$$Ke = Rf + \beta(Rm - Rf)$$

Donde:

- Rf Representa la tasa libre de riesgo
- β Representa el riesgo sistemático del activo
- Rm Representa la tasa de rentabilidad del mercado

Rf - Tasa libre de riesgo:

La tasa de rendimiento sin riesgo representa la tasa teórica de una inversión con cero riesgos. Esta tasa representa el interés que un inversor podría esperar de una inversión absolutamente libre de riesgo durante un período determinado (en este caso 10 años). Se estimó la tasa libre de riesgo R_f tomando la tasa libre de riesgo del bono del tesoro de Estados Unidos de diez años con un rendimiento de 0,65% al momento de la valuación.

β – Beta:

La beta representa el riesgo de un valor en comparación con el mercado. El coeficiente beta permite medir la volatilidad de una acción en comparación con el riesgo sistemático del mercado. Representa la pendiente que atraviesa una regresión de los rendimientos de una acción frente a los del mercado. La ecuación para calcular Beta es la siguiente.

$$\beta = \frac{COV(R_m; R_i)}{VAR(R_m)}$$

Para la estimación de la beta de Micron se realizó una regresión de los rendimientos diarios, semanales y mensuales de los últimos cinco años entre la acción de Micron y el índice MSCI World.

Beta diaria	1,3494
Beta semanal	1,3389
Beta mensual	1,3615

Para valorar Micron se utilizó la beta semana semanal de 1,3389.

R_m- Tasa de rentabilidad del mercado

La tasa de rentabilidad del mercado se calculó utilizando los retornos del índice “world” o mundo de MSCI entre septiembre 2000 y septiembre 2020.

El resultado de este ejercicio es:

Riesgo de mercado (R_m) = 6,26%

Se puede ahora calcular el costo de capital K_e :

$$K_e = 0,65\% + 1,3389 * (6,26\% - 0,65\%) = 8,16\%$$

9.7.3. Estructura de capital y tasa de impuesto

Estructura de capital

La deuda a largo plazo momento de la valuación es de: 6.373.000

La liquidez: 7.624.000

El valor de mercado de la empresa al momento de la valuación es de: 55.338.256

Podemos calcular el valor de la empresa como:

$$55.338.256 + 6.373.000 - 7.624.000 = 54.087.256$$

$$D/V = \frac{6,373,000}{54,087,256} = 12\%$$

$$E/V = 1 - \frac{D}{V} = 1 - 12\% = 88\%$$

Tasa de impuesto

Para la tasa de impuesto, se asume que la tasa de impuesto se mantendrá igual que en 2020, Las tasas de impuesto suelen mantenerse en el tiempo, se asume que Micron logrará mantener su tasa de impuesto en **9,4%** durante el período proyectado.

Calculo WACC

$$WACC = 0,12 * 0,0427 (1 - 0,094) + 0,88 * 0,0816 = 7,66\%$$

9.8 Resultados

En base a lo visto en las secciones anteriores, se obtienen los siguientes resultados con los que podremos calcular el valor de la compañía mediante el método de flujos descontados. Asimismo, podremos obtener el valor por acción de la compañía. Se realizó igualmente un análisis de sensibilidad sobre el WACC incrementando o reduciendo 50 puntos base sobre el WACC inicial y sensibilizando las ventas en menos y más 100 puntos base.

El crecimiento de los flujos perpetuos a la tasa **g** fueron estimados asumiendo que la empresa crecería a una tasa menor que la economía. Los riesgos de participantes chinos y la disrupción potencial en el mercado que pueden generar crean una situación de alto riesgo para el mercado de DRAM y NAND. De esta manera, se estima que el crecimiento terminal de Micron será de 2%.

Para calcular el valor de la empresa se suma el valor de los flujos presentes FCF, se suma la liquidez y se resta la deuda.

	2016A	2017A	2018A	2019A	2020A	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
Ventas	12.399.000	20.322.000	30.391.000	23.406.000	21.435.000	22.856.170	25.011.935	30.135.421	31.998.285	40.346.902
Costos de los bienes vendidos	9.894.000	- 11.886.000	- 12.500.000	- 12.704.000	- 14.883.000	- 12.518.735	- 13.293.578	- 15.135.105	- 15.804.671	- 18.805.401
Ganancia Bruta	2.505.000	8.436.000	17.891.000	10.702.000	6.552.000	10.337.435	11.718.357	15.000.316	16.193.614	21.541.501
Venta General y Administrativa	659.000	- 743.000	- 813.000	- 836.000	- 881.000	- 914.247	- 1.000.477	- 1.205.417	- 1.279.931	- 1.613.876
Inversión y Desarrollo	1.617.000	- 1.824.000	- 2.141.000	- 2.441.000	- 2.600.000	- 2.083.052	- 2.255.522	- 2.665.419	- 2.814.455	- 3.482.375
Ganancia Operativa	229.000	5.869.000	14.937.000	7.425.000	3.071.000	7.340.136	8.462.358	11.129.480	12.099.227	16.445.250
Depreciación y amortización	3.106.000	+ 3.986.000	+ 4.860.000	+ 5.473.000	+ 5.676.000	+ 4.451.623	+ 4.788.322	+ 5.588.534	+ 5.879.486	+ 7.183.416
EBITDA	3.274.000	9.850.000	19.786.000	12.849.000	8.679.000	11.791.759	13.250.679	16.718.014	17.978.713	23.628.666
Depreciación y amortización	3.106.000	- 3.986.000	- 4.860.000	- 5.473.000	- 5.676.000	- 4.451.623	- 4.788.322	- 5.588.534	- 5.879.486	- 7.183.416
EBIT	168.000	5.864.000	14.926.000	7.376.000	3.003.000	7.340.136	8.462.358	11.129.480	12.099.227	16.445.250
EBIT (1 - t)	166.320	5.805.360	14.746.888	6.653.152	2.720.718	6.648.895	7.666.896	10.083.309	10.961.900	14.899.396
Depreciaciones & Amortizaciones (+)	3.106.000	3.986.000	4.860.000	5.473.000	5.676.000	4.451.623	4.788.322	5.588.534	5.879.486	7.183.416
CAPEX (-)	5.863.000	5.253.000	8.879.000	9.780.000	8.223.000	7.250.286	8.065.997	10.004.650	10.709.531	13.868.527
Variación en capital de trabajo (-)	-31	2.463	3.162	-172	947	-2.296.546	800.254	1.901.919	691.525	3.099.139
FCF	-2.590.649	4.535.897	10.724.726	2.346.324	172.771	6.146.778	3.588.967	3.765.275	5.440.331	5.115.147

	2021E	2022E	2023E	2024E	2025E
Valor terminal					92.259.818
FCF + valor terminal	6.146.778	3.588.967	3.765.275	5.440.331	97.374.965
Valor presente FCF	5.709.691	3.096.704	3.017.811	4.050.286	67.339.960

En la siguiente tabla se ha sensibilizado la variable de ventas sobre el escenario base y costo de capital ponderado. Los resultados a continuación se han calculado sobre el valor obtenido en la valuación y dividiendo este valor por la cantidad de acciones en circulación.

Universidad de
San Andrés

Tabla 12 Sensibilización

		Sensibilización de ventas				
		-2%	-1%	Escenario Base	+1%	+2%
WACC	5,66%	\$ 71,94	\$ 77,25	\$ 82,56	\$ 87,86	\$ 93,17
	6,16%	\$ 70,45	\$ 75,65	\$ 80,84	\$ 86,03	\$ 91,22
	6,66%	\$ 69,01	\$ 74,09	\$ 79,17	\$ 84,25	\$ 89,33
	7,16%	\$ 67,60	\$ 72,57	\$ 77,54	\$ 82,51	\$ 87,48
	7,66%	\$ 66,23	\$ 71,09	\$ 75,96	\$ 80,82	\$ 85,69
	8,16%	\$ 64,90	\$ 69,66	\$ 74,42	\$ 79,18	\$ 83,94
	8,66%	\$ 63,60	\$ 68,26	\$ 72,92	\$ 77,58	\$ 82,24
	9,16%	\$ 62,33	\$ 66,89	\$ 71,46	\$ 76,02	\$ 80,58
	9,66%	\$ 61,10	\$ 65,57	\$ 70,03	\$ 74,50	\$ 78,97

10. Valuación por comparables

Tabla 13 Empresas comparables

Compañía		Micron	Western Digital	SK Hynix	Infineon Technologies
Datos de mercado	Precio	USD 50	USD 39	KRW 84	EUR 24
	Valor de mercado (en MM)	USD 55.338.256	USD 11.961.684	KRW 57.456.150	EUR 30,108,417.70
	Valor compañía	USD 54.087.256	USD 11.974.747	KRW 54.363.930	EUR 29.097.417
	Datos financieros	EBITDA USD 8.679.000	USD 1.941.000	KRW 14.488.000	EUR 2.090.000
Datos de Valuación	EV/EBITDA	6,23	6,17	5,84	3,28

Se utilizó esta metodología para poder comparar los valores obtenidos por los múltiplos de las empresas comparables del sector de semiconductores. Se seleccionó una empresa estadounidense (Western Digital), una empresa surcoreana (SK Hynix) y una empresa alemana (Infineon Technologies). Western Digital, al igual que Micron se encuentra en el sector de memoria diseñando y produciendo productos para el almacenamiento de datos. Tiene una presencia más importante en el mercado de NAND en donde ha conseguido alianzas con Kioxia para la producción de semiconductores. SK Hynix, se encuentra en la industria NAND y DRAM. Es uno de los mayores competidores de Micron en ambas industrias y sus recientes inversiones le permitirán ser la tercera empresa en términos de cuotas de mercado en NAND. Infineon se dedica a la fabricación de semiconductores, principalmente semiconductores discretos. Infineon,

tenía un segmento dedicado al sector memoria NAND y DRAM bajo la empresa Qimonda (Qimonda se declaró en quiebra en enero 2009, algunos de sus activos, notablemente su fábrica más grande fue adquirida por rivales, como Inotera, luego fue adquirida por Micron).

Para poder valorar la empresa Micron, se utilizó la ratio:

- Valor firma/ EBITDA

Este múltiplo permite captar los altos costos fijos de la industria de semiconductores que resultan en depreciación y amortización elevados.

El promedio de múltiplo obtenido entre SK Hynix, Western Digital e Infineon Technologies es de 5,1.

Para poder calcular el valor final de la empresa se calcula:

$$\text{EBITDA} \times \text{EV/EBITDA} - \text{Deuda} + \text{Caja}$$

Se divide luego este valor por la cantidad de acciones en circulación para obtener el precio por acción.

Se presenta así el siguiente cuadro:

Tabla 14 Sensibilización Múltiplos

	EV/EBITDA						
EBITDA	2,10	3,10	4,10	5,10	6,10	7,10	8,10
7.179.000	21,11	21,11	27,57	34,02	40,48	46,93	53,39
7.679.000	22,50	22,50	29,41	36,31	43,22	50,12	57,03
8.179.000	23,89	23,89	31,25	38,60	45,96	53,31	60,67
8.679.000	25,29	25,29	33,09	40,89	48,70	56,50	64,31
9.179.000	26,68	26,68	34,93	43,19	51,44	59,70	67,95
9.679.000	28,07	28,07	36,77	45,48	54,18	62,89	71,59
10.179.000	29,46	29,46	38,61	47,77	56,92	66,08	75,23

11. Conclusión

En base a la valuación por flujos descontados del escenario base el precio de la acción de Micron estaría en un rango entre USD 70,03 y USD 82,56. Este escenario asume que Micron logrará aumentar sus cuotas de mercado en DRAM y NAND y podrá

posicionarse como la segunda empresa en el mercado DRAM. Para lograr esto, deberá mantener sus inversiones en el desarrollo de nuevas generaciones de DDR5 y NAND.

Bibliografía

Copeland Thomas E, Weston J.Fred y Shastri Kuldeep. Financial and Corporate Policy.

Fourth Edition. Pearson

Damodaran, A. (1994). Damodaran on Valuation: Security Analysis for Investment and Corporate Finance.

Damodaran, A. (1994). Estimation of Discount Rates. New York: Wiley

Damodaran, A, Stern School of Business, Julio 2017, Return on Capital (ROC), Return on Capital (ROIC) and Return on Equity (ROE): Measurement and Implications

Lewis J. (2019). Learning the Superior Techniques of the Barbarians, China's Pursuit of Semiconductor Independence. Center for Strategic & International Studies

Modigliani, Franco and Richard A., Cohn, 1979, Inflation, Rational Valuation and the Market, Financial Analysts Journal, Vol. 35, No.2, pp. 24-44

McKinsey. (2011). McKinsey on semiconductors.

McKinsey and Company. Valuation Measuring and Managing the Value of Companies, Fifth Edition.

Micron. (2010-2020). Micron 10K (Balance anual de Micron presentado ante la SEC).

Sitios y enlaces:

<https://finance.yahoo.com>

<https://www.bloomberg.com>

<https://www.dramexchange.com>

<https://www.flashbay.com>

<https://www.investopedia.com>

<https://otexts.com/fpp2/>

<https://www.reuters.com>

<https://www.trendforce.com>