



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE NEGOCIOS

PROGRAMA ACADÉMICO DE ADMINISTRACIÓN DE BANCA Y FINANZAS

Análisis de las ventajas y desventajas de los sistemas de trading de alta
frecuencia frente a los sistemas tradicionales de trading

TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL

Para optar el título profesional de Licenciado en Administración de Banca y Finanzas

AUTORES

Bardalez Chota, Carlos Javier (0000-0002-7834-6867)

Ynga Villalva, Moisés Pedro (0000-0001-7024-9133)

ASESOR

Hernani Angulo, Jesica (0000-0003-1881-139X)

Lima, 6 de julio de 2019

RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de analizar las ventajas y desventajas de los sistemas de trading de alta frecuencia frente a los sistemas tradicionales de trading que en la actualidad operan en el mercado de valores internacional. Para desarrollar la investigación, se realizó un proceso de recopilación y cruce de información relacionada, a partir de los mismos se identificó si es o no ético el nivel de optimización en tiempo y recursos, la rentabilidad económica y la liquidez que aportan las operaciones del trading de alta frecuencia en comparación a los sistemas tradicionales de trading. El trading de alta frecuencia en determinados casos puede tener importantes consecuencias en el funcionamiento regular del mercado, pues supone la utilización de algoritmos logrando introducir en el mercado grandes volúmenes de órdenes en función de específicos parámetros de cotización en cuestión de milisegundos. Cabe recalcar que en la actualidad el trading de alta frecuencia carece de una regulación drástica que equilibre las condiciones de juego para todos los traders del mundo. Si bien es cierto, Perú no realiza operaciones de trading de alta frecuencia y es nuevo en este tema, el país cuenta con enormes posibilidades de incorporar dicho sistema; siempre y cuando mejore su liquidez, existan mayores emisores y proveedores de tecnología de punta e infraestructura, se amplíe la capacidad de banda ancha, entre otros aspectos. En ese sentido, si el Perú incorpora y desarrolla el trading de alta frecuencia tendría mayores y mejores posibilidades de lograr competitividad en el mercado de valores internacional.

Palabras clave: Mercado de Valores; HFT; Eficiencia; Rentabilidad; Liquidez.

Analysis of the advantages and disadvantages of high frequency trading systems compared to traditional trading systems

ABSTRACT

The purpose of this report is analyze the advantages and disadvantages of the high frequency trading process compared to the traditional trading which nowadays operate in the international stock market. To develop this research, a process of gathering and cross-checking related information was carried out, from which it was identified if is ethical or not the level of optimization in terms of time and resources, the economic profitability and the liquidity provided by the high frequency trading operations in contrast with the traditional trading systems. The high frequency trading in certain cases can have relevant consequences in the regular operation of the market, considering the use of algorithms managing to introduce in the market large volumes of orders based on specific quotation parameters in a blink of an eye. It should be noted that currently high-frequency trading lacks a drastic regulation that balances the playing conditions for all traders in the world. It is known, Peru does not carry out high frequency trading operations and is new at it, the country has a lot of possibilities of incorporating this system; provided that its liquidity improves, there are greater issuers and suppliers of innovative technology and infrastructure, broadband capacity is expanded, among other aspects. In that sense, if Peru incorporates and develops the high frequency trading, it would have greater and better chances of achieving competitiveness in the International Stock Market.

Keywords: Stock market; HFT; Efficiency; profitability; Liquidity

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	7
2	ANTECEDENTES	11
2.1	Revolución Industrial	12
2.1.1	Primera Revolución Industrial.....	12
2.1.2	Segunda Revolución Industrial.....	13
2.1.3	Tercera Revolución Industrial	14
2.1.4	Cuarta Revolución Industrial.....	14
3	INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL MUNDO DE LAS FINANZAS	16
3.1	Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el sector financiero.....	16
4	SISTEMAS DE TRADING TRADICIONAL	17
4.1	Trading Discrecional	17
4.2	Trading Sistemático.....	18
5	DIFERENCIA ENTRE ANÁLISIS TÉCNICO Y FUNDAMENTAL	19
5.1	Análisis Técnico	20
5.2	Análisis Fundamental	20
6	USO DE ALGORITMOS EN LOS SISTEMAS DE TRADING	20
6.1	Trading algorítmico (AT)	21
6.2	Trading de alta frecuencia (HFT)	22
6.2.1	Características.....	23
6.2.2	Estrategias de trading de alta frecuencia	24
6.2.2.1	Direccionales	24
6.2.2.2	Market-Making.....	25
6.2.2.3	Estrategias de arbitraje.....	25
6.2.2.4	Front running	25
6.2.2.5	Dark Pools	25
6.2.2.6	Estrategias de manipulación de mercados	26
6.2.2.6.1	Stuffing.....	26
6.2.2.6.2	Smoking	26

6.2.2.6.3	Spoofing	26
	En la categoría otras estrategias se encuentran:	27
6.2.3	Impacto de las estrategias de trading de alta frecuencia en los mercados financieros	27
6.2.3.1	Incremento de la liquidez	28
6.2.3.2	Reducción de la dispersión	28
6.2.3.3	Disminución del coste por transacción	28
6.3	Modelo de creación del mercado	28
6.4	Beneficios y riesgos del HFT	30
6.5	Riesgo estructural	32
6.5.1	Flash Crash	33
7	REGULACIÓN.....	34
7.1.1	Europa.....	35
7.1.2	Norte América	37
7.1.3	Asia.....	38
7.2	Rentabilidad económica del HFT frente a los sistemas tradicionales	38
7.2.1	¿Es ético el trading de alta frecuencia?	39
7.2.2	Importancia del volumen en el trading de alta frecuencia.....	40
8	MERCADO DE VALORES PERUANO	41
9	CONCLUSIONES	43
10	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Características entre el Trading Algorítmico y Trading de Alta Frecuencia.....	23
Tabla 2 Operaciones de Trading Goldman Sachs: Periodo 2012.....	39
Tabla 3 Beneficios y desventajas del HFT	40
Tabla 4 Volúmenes negociados en los mercados MILA.....	42

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo de la revolución industrial	15
Figura 2 Diferencia entre Algoritmo Discrecional y Algoritmo Sistemático.....	19
Figura 3. Operaciones de HFT canceladas vs. ejecutadas	27
Figura 4. HFT y los creadores de Mercado	30
Figura 5. Flash Crash.....	34
Figura 6. Interrupciones de volatilidad.....	37
Figura 7. Participación de operaciones de HFT de los principales continentes.	41
Figura 8. N° de emisores por país Mercado MILA	42

1 INTRODUCCIÓN

A principio de los noventa las firmas de Wall Street empezaron a contratar científicos y matemáticos de distintas partes del mundo para analizar la bolsa, con el tiempo demostraron ser una de las principales herramientas de Wall Street. Estos científicos usan el Análisis Cuantitativo de los datos históricos de la bolsa, a diferencia del Análisis Fundamental aplicado por los agentes tradicionales, para construir software capaz de modelar valores de predicción por medio del cálculo estocástico para calcular valor en el riesgo, en el cambio de precios y tendencias (Toro, Molina, & Garcés, 2006). Sobre todo, para construir sistemas informáticos capaces de comprar y vender órdenes por sí solos, sin necesidad de que intervenga el ser humano. Los sistemas que operan en bolsa, creado por los científicos, son miles de veces más rápidos que los seres humanos a la hora de enviar órdenes de compra y venta. Para estos sistemas el tiempo es vital; por esta razón, los edificios cercanos a los nodos de la red de los ordenadores centrales de las bolsas a nivel mundial se encuentran altamente cotizados, lo que les permite reducir su latencia.

Es innegable que la tecnología ha cambiado nuestras vidas desde aspectos tan básicos como la búsqueda de un sitio de interés a aspectos tan importantes como la toma de decisiones al momento de realizar una inversión. Es así como a partir de finales de los noventa una nueva forma de operar en el mercado de valores se abrió paso, el Trading de Alta Frecuencia, HFT por sus siglas en inglés. Potentes computadoras permiten a los traders transmitir millones de órdenes a la velocidad de la luz y cosechar miles de millones de dólares (Duhigg, 2009). Sin embargo, el debate sobre el uso del HFT está sobre la mesa debido a la enorme ventaja que este sistema posee sobre el trading tradicional. Algunos críticos señalan que, precisamente, esta altísima velocidad de operación provoca fluctuaciones más pronunciadas y bruscas de los precios en respuesta a un evento o noticia importante. Este nuevo sistema de negociación puede alterar profundamente el equilibrio de poder y las reglas del juego en el mercado. La negociación de alta frecuencia también es una lucha entre el hombre y la máquina (Dodd, 2010).

El trading tradicional será ahora obsoleto, ya que anteriormente se veía una serie de traders mirando varias pantallas para ver la evolución y variaciones de los precios en el mercado de valores, tal es así, que actualmente en vez de traders ahora hay ordenadores quienes realizan las transacciones de forma inmediata y a una velocidad impresionante, cosa

que no suele pasar con los traders convencionales y quien maneja estos ordenadores están en casa u oficinas.

Estos ordenadores no salen de vacaciones y trabajan con algoritmos, evalúan rápidamente los índices del mercado de valores y toman decisiones, los programas compiten entre sí, son muy rápidos lo hacen en segundos, milésimas de segundos en comparación con los traders tradicionales que duraba días u horas.

La estrategia del HFT es operar lo más rápido posible y la mayor cantidad de operaciones, normalmente son operaciones pequeñas pero la masa y velocidad lo hace más rentable, para ello se requiere estar un paso delante de los demás, es importante recalcar, que mientras el cable de datos es más corto, la información llega más rápido. El HFT facilita la fijación de precios y reduce la volatilidad. Es importante mencionar, que un trader convencional no podrá competir con los ordenadores, ya que son más rápidos, no pueden alquilar un lugar cerca al mercado de valores y tampoco pagar lo costoso que es tener los algoritmos, creándose una ventaja y desventaja para ambos.

También, ya que no existe una regulación clara para el HFT, en el mercado de valores se generan conflictos de interés, es por ello, que el HFT aprovecha en realizar rellenos de cotización donde lanza una serie de ofertas y spoofing lanzando una serie de ofertas con precios altos, los mismos que se cancelan creando una ilusión y por consiguiente generan significativas ganancias. Se está buscando un desarrollo técnico, con el fin de regular estas operaciones por HFT con el fin de prevenir quiebres en el mercado como lo ocurrido en mayo del 2010 (Borch, 2016).

El HFT pone en desventaja al trading convencional, puesto que, estas operaciones son manejadas por ordenadores y algoritmos de forma automatizada, siendo su principal virtud el veloz procesamiento de los datos, con lo cual ningún ser humano podría competir. La rapidez antes del 2007 era irónicamente “rápido” dado que los traders al ser humanos tenían ciertas limitantes como la rapidez para atender una operación, por ejemplo, mientras que luego del 2007 las operaciones eran realizadas por ordenadores sin limitantes como el ser humano ya que realizaban operaciones en milésimas de segundo de forma automática, estando sujeto solo a la velocidad del ancho de banda de la ciudad donde operan (Lewis, 2014). Se calcula que el trading de alta frecuencia supone más del 60% de las operaciones de capital en EE. UU., del 40% en Europa y del 10% en Asia (Hernández & Sánchez, 2017).

Existe un fuerte debate sobre el uso del trading de alta frecuencia, argumentos de favor indican que el HFT ha llenado los mercados de liquidez, los costes del trading se han

reducido y ha permitido que los mercados financieros sean más eficientes. Sin embargo, quienes sostienen una posición en contra indican que la mentada liquidez del que hablan no existe, su rentabilidad es a costa de los agentes menores, su capacidad de adelantarse en ver los precios constituiría acceso a información privilegiada lo que construiría un delito, introducen altísima volatilidad en periodos de estrés, aumentan el riesgo de caídas sistémicas magnificando una posible crisis financiera (Arenillas, 2012). Asimismo, existe la probabilidad del uso de prácticas prohibidas que, sin una adecuada supervisión, ponen en peligro factores como la liquidez del mercado expulsando de manera desleal e injusta a su pequeña competencia (Pastrana & Varela, 2017).

La tecnología es uno de los factores que explican su crecimiento; Pero la regulación, o la ausencia de esta, también ha jugado su papel en el desarrollo de este tipo de actividad. La mayoría de los riesgos identificados por estudiosos y supervisores en relación con el HFT tiene relación con cuatro áreas:

- Impacto sobre la liquidez de los mercados.
- Problemas con la igualdad de acceso a los mercados.
- Riesgo operacional.
- Riesgos para la integridad de los mercados (manipulación y abuso de mercado).

Hay quien defiende que los HFT aportan liquidez a los mercados y facilitan que los precios de los activos financieros estén alineados (Perez, 2011). La liquidez que aportan los HFT es atípica ya que mantienen sus posiciones en periodos muy cortos de tiempo. A veces, drenan liquidez. El hecho de que los HFT negocien en fracciones de segundo, expulsa de los mercados a muchos inversores e intermediarios, y siembra desconfianza.

El riesgo del HFT son significativos: riesgos operacionales, riesgos para la integridad del mercado y riesgos para la estabilidad financiera. Se están estudiando medidas sobre el HFT. Es de esperar que los reguladores adopten pronto decisiones antes de que el virus del HFT se extienda más aún en el sistema de los mercados con consecuencias desconocidas (Hernani, 2016). Sin embargo, las firmas que más están creciendo son aquellos usen inteligencia artificial entre los más destacados tenemos, *Deep Learning* y algoritmos genéticos, donde pueden permanecer operando prácticamente para siempre. El problema en este tipo de aplicaciones es que se trata de una caja negra. No podemos entender lo que hacen y por qué toman las decisiones que toman. Eso hace difícil entender cuál es la mejor estrategia o cómo mejorarlo.

El objetivo de esta investigación será analizar el impacto del trading de alta frecuencia en el mercado financiero internacional en comparación con el trading tradicional, haciendo una comparativa entre ambos mecanismos de inversión y evaluando los siguientes aspectos:

- Determinar las ventajas y desventajas con las que cuenta el sistema de trading de alta frecuencia frente al trading tradicional.
- Descubrir las variables que se toman en cuenta para operar bajo el trading de alta frecuencia.
- Evaluar las distintas estrategias de trading de alta frecuencia.

Finalmente, como parte de las conclusiones, abordaremos el mercado de valores peruano y la viabilidad de aplicar este tipo de sistemas al mercado local.

Se debe señalar que la investigación resulta relevante por dos motivos fundamentales. En primer lugar, el tema por desarrollar corresponde a la línea de Mercados Financieros en la carrera de Administración de Banca y Finanzas. En segundo lugar, este tema responde a la necesidad de investigar, en el contexto internacional y nacional, las ventajas y desventajas de utilizar el HFT y la regulación con la que cuenta. Es importante mencionar, que el HFT ha tenido gran participación en las operaciones en el mundo y principalmente son utilizadas por bróker, fondos y banca de inversión, siendo aproximadamente el año 1999 el inicio del HFT y a la fecha sigue desarrollándose en todos los mercados financieros del mundo de forma exponencial, enfocado principalmente por la rapidez y frecuencia de las órdenes. Se precisa que aún no se cuenta con una regulación para el HFT, el mismo que pone en desventaja a los demás actores de los mercados financieros.

Por otro lado, el HFT requiere de plazos muy cortos para establecer y liquidar sus posiciones haciendo uso de la alta tecnología y aprovechando la liquidez que le brinda el mercado, principalmente de países desarrollados. En el Perú, existen problemas de infraestructura y desarrollo del mercado peruano para la implementación de este tipo de sistemas restando competitividad a un mercado bursátil aun pequeño y con bajo volumen de negociación. Por esta razón, es importante indicar que la investigación se justifica por dos razones principales. Una primera razón es académica, debido a que este estudio contribuye a la formación de bibliográfica que actualmente es escasa sobre el tema. Otra razón es práctica porque la implementación de los sistemas HFT nos da cuenta del éxito sobre los

sistemas tradicionales de inversión, mejorando la rentabilidad y optimizando el uso de tiempo y recursos.

Las máquinas controlan nuestro sistema financiero global, pero estamos lejos de tener sistemas perfectos, universales, centralizados y eficientes. Un mercado que inicialmente fue ideado para obtener financiación y que los inversores puedan aumentar sus ahorros. Entonces, ¿qué sentido tiene un mercado dominado por la inteligencia artificial y algoritmos?

2 ANTECEDENTES

La industrialización es el término para el cambio tecnológico y social en el cual vivimos. El vapor y la fuerza hidráulica accionan las máquinas con las que se producen los bienes de consumo. El carbón y la producción de hierro y acero en las instalaciones gigantescas son los pilares de la primera revolución industrial. La electricidad colocó a la industrialización a un nuevo nivel. La segunda revolución industrial crea trabajo en cadena y producción en masa. En los años ochenta del siglo pasado, las computadoras se hicieron cargo del procesamiento, fue el turno de la tercera revolución industrial y con ella se cuestiona al hombre como factor de producción. Ahora estamos en una nueva era, la cuarta revolución industrial donde domina el uso de robots, la digitalización, la conexión en red de las máquinas, la inteligencia artificial y el internet de las cosas (Schwab, 2016). También en los bancos y en los centros de inversión de Manhattan se hizo sentir el cambio. En la banca, las empresas emergentes ofrecen nuevas tecnologías financieras a través del uso de la internet y amenazan con sustituir los servicios financieros tradicionales. Asimismo, los agentes de valores prevén que su trabajo será reemplazado por algoritmos que decidan sobre la compra y venta de productos financieros.

En la última década la toma de decisiones de compra y venta en los principales mercados financieros del mundo ha recaído sobre nuevos agentes de bolsa. Enormes máquinas súper potentes equipadas con complejos algoritmos que toman decisiones de compra y venta en fracciones de segundo, capturando valor en las pequeñas variaciones de miles de cotizaciones.

Ante la llegada de la Cuarta Revolución Industrial y el crecimiento exponencial de la llamada Inteligencia Artificial, la tecnología ha impactado enormemente en nuestras vidas y el área de Finanzas no es la excepción. Estos avances han generado miles de oportunidades

a firmas de inversión para diseñar nuevas estrategias en búsqueda de la máxima rentabilidad posible. Sin embargo, la introducción de estas tecnologías conlleva nuevos riesgos y frente a ello existen posiciones a favor y en contra del uso del trading de alta frecuencia. Uno de los aspectos importantes de este estudio se centrará, precisamente, en la discusión de estas dos posiciones.

2.1 Revolución Industrial

Desde el Neolítico, el hombre no había experimentado cambios tan importantes en cuanto a su economía, su productividad, aparición de nuevas tecnologías que cambiaron de manera profunda a la sociedad. Las nuevas tecnologías convertidas en innovaciones comerciales dieron lugar a nuevas compañías que crecieron rápidamente, dando lugar a consumidores que demandaban nuevos productos y servicios para mejorar su calidad de vida. Una vez que el engranaje de este proceso comienza a funcionar, la industria, la economía y la sociedad se transforman a toda velocidad. En el Neolítico se aprendió a plantar, apareció la agricultura y la domesticación de los animales. Surge un nuevo modelo de organización social, se crean las ciudades (Zamagni, 2011).

2.1.1 Primera Revolución Industrial

Con la llegada de la primera revolución industrial, durante la segunda mitad del siglo XVIII, la humanidad vivió una nueva transformación, se pasa de un sistema rural de producción manual a un sistema de producción industrial en las ciudades, dando pie al éxodo del campesino rural, del campo a la ciudad, tal como lo afirma Geisse (2014).

“La inmigración internacional correspondió, en realidad, a la migración campo-ciudad en los países que experimentaban la revolución industrial en Europa. Se produjo, en efecto, una desproporción entre la destrucción de los sistemas tradicionales de producción en el campo, con la consecuente expulsión de población rural y el crecimiento de las industrias y actividades nuevas en las ciudades que demandaban mano de obra”.

La producción industrial pasó a ser el principal motor de la economía. En un contexto histórico donde las trece colonias británicas en América logran su independencia, marcando el inicio de la Edad Moderna. Época de las revoluciones liberales y el derrocamiento del

régimen monárquico. Se alza una nueva clase social – La Burguesía-. Esta nueva clase social, la libertad económica, la seguridad jurídica para el empresario privado y un buen equilibrio monetario dan origen al Capitalismo y, con ello, a la revolución de la industria. No obstante, la principal función del creciente mercado de valores se llevaba a cabo por la colocación y negociación de empréstitos estatales, con el objetivo obtener financiación para los proyectos de colonización (Antequera, 2016).

2.1.2 Segunda Revolución Industrial

Si bien la primera revolución industrial se caracterizó por el uso de la máquina de vapor, el acero y los ferrocarriles, además de una maquinaria cada vez más mecanizada para la producción de bienes ya conocidos, esta revolución no precisó de altos niveles de educación, se basó en una ciencia que era de dominio general. Los inventos y las innovaciones podían ser replicados por cualquiera, sin laboratorios particularmente equipados (Zamagni, 2011). La Segunda Revolución de la industria tiene su inicio en la segunda mitad del siglo XIX y se extenderá hasta mediados del siglo XX y se basa en el uso de la electricidad, como fuente de energía para los teléfonos, el motor de combustión interna, utilizado particularmente por el automóvil y el aeroplano, y la radio. Todas estas innovaciones son esencialmente más complejas y requieren niveles de cultura y educación más altas. Por tanto, las universidades tienen un rol protagónico en este periodo, que, junto con las empresas crean laboratorios de investigación para el continuo perfeccionamiento de los productos y procesos.

Sin embargo, para Zamagni (2011) la consecuencia más importante de la segunda revolución industrial fue la necesidad de grandes capitales para las empresas que desde sus inicios se constituían con mayores dimensiones que las empresas de la primera revolución y que tendían a ser cada vez más grandes. Esto a su vez genera la necesidad de buscar canales de financiamiento más sólidos (los bancos mixtos, la bolsa) para cubrir sus requerimientos de capital y así sustentar su crecimiento.

Las bolsas juegan un importante papel en la capitalización de las empresas e incentivan el ahorro y la inversión a largo plazo. Durante la Segunda Revolución Industrial acrecentaron su importancia económica (junto a bancos y sociedades anónimas), como instrumentos decisivos en la financiación del proceso de industrialización

2.1.3 Tercera Revolución Industrial

Comenzada la segunda mitad de siglo XX inicia la tercera revolución industrial. Esta etapa se basa en el uso de la energía nuclear, materiales artificiales, como el plástico, el desarrollo de la bioquímica en el campo de los antibióticos y la ingeniería genética y la electrónica. En esta etapa los niveles de educación son muy elevados, superior al universitario, siendo la electrónica el punto neurálgico de esta etapa estableciendo cambios sustanciales en los hábitos de vida y de trabajo. Rompe la tendencia de concentrar a la sociedad en torno a los grandes complejos industriales creando la posibilidad de instalar oficinas descentralizadas.

En esta tercera revolución el término “industrial” se vuelve incluso inapropiado, es una era post industrial con un aumento significativo en la creación de servicios. Esta es la revolución de los ordenadores y de las telecomunicaciones dando paso de una economía internacional a una economía global donde las empresas ya no tienen fronteras que limiten sus planes de producción y ventas. Un ejemplo claro de esta nueva realidad es Apple que cuenta con fábricas en China y oficinas de venta a nivel mundial.

2.1.4 Cuarta Revolución Industrial

La Cuarta Revolución Industrial, conocida también como Industria 4.0, describe los cambios exponenciales en la forma en que vivimos, trabajamos y nos relacionamos entre nosotros debido a la adopción de avances tecnológicos que abarca amplios campos, como la inteligencia artificial (IA), la robótica, el internet de las cosas (IoT), los vehículos autónomos, la impresión 3D, la nanotecnología, la biotecnología, la ciencia de materiales, el almacenamiento de energía y la computación cuántica, por nombrar unos pocos (Schwab, 2016). Esta revolución está afectando a todas las disciplinas, industrias y economías de forma orgánica y global con nuevos modelos de negocio, la irrupción de operadores y la remodelación de los sistemas de producción, consumo, transporte y entrega. Si bien de alguna manera es una extensión de la informatización de la Tercera Revolución Industrial (Revolución Digital), debido a la velocidad, el alcance y el impacto de los sistemas de los cambios de la cuarta revolución, se la considera una era distinta, según López Ramón y Cajal & Escudero Ceballos (2016) “entramos en el inicio de la definición de un nuevo modelo industrial”.

La Cuarta Revolución Industrial está transformando casi todas las industrias en todos los países y creando un cambio masivo de una manera no lineal a una velocidad sin precedentes y esto trae nuevos retos que como sociedad debemos afrontar, como lo indica (Schwab, 2016):

“Los cambios son tan profundos que, desde la perspectiva de la historia humana, nunca ha habido un momento de mayor promesa o peligro potencial. Mi preocupación, sin embargo, es que los tomadores de decisiones con demasiada frecuencia están atrapados en pensamiento tradicional, lineal (y no disruptivo) o demasiado absorto por preocupaciones inmediatas para pensar estratégicamente sobre las fuerzas de la disrupción y la innovación que moldean nuestro futuro”.

Una de las principales preocupaciones respecto al impacto de la revolución digital es la brecha existente entre las personas que dependen de su trabajo y las personas que poseen capital. Esto debido a que en los últimos años el precio relativo de los bienes de inversión ha disminuido, obligando a las empresas a sustituir trabajo por capital. Esto explica la desilusión de muchos trabajadores que sienten que durante su vida sus ingresos reales no variarían y que sus hijos podrán no tener una vida mejor que la suya.

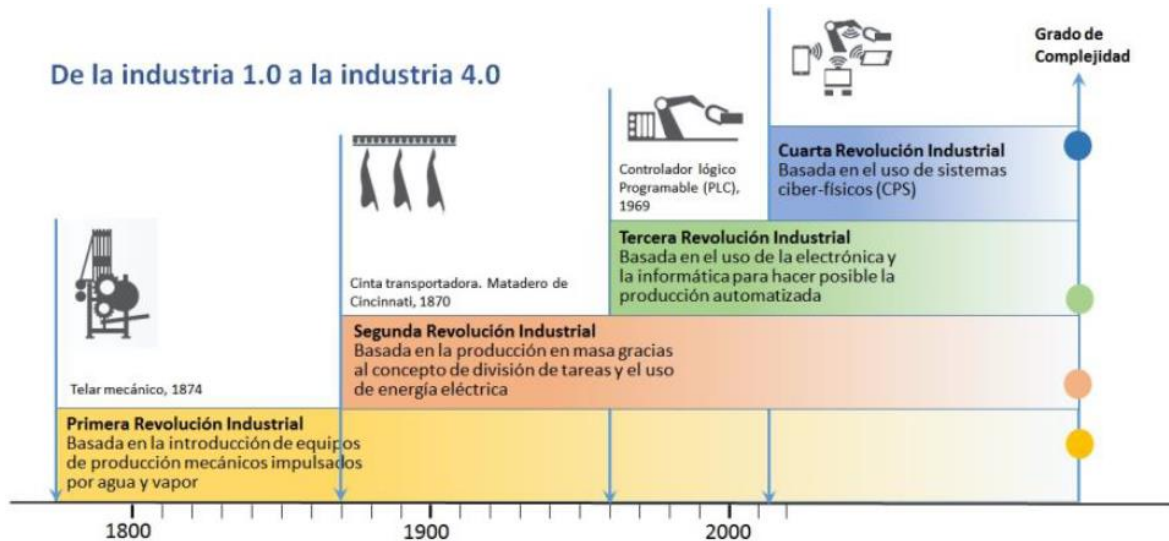


Figura 1. Desarrollo de la revolución industrial

Fuente: Extraído del Informe coddii. Industria 4.0

3 INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL MUNDO DE LAS FINANZAS

La Inteligencia Artificial es definida por La Real Academia de la Lengua Española como “Disciplina científica que se ocupa de crear programas informáticos que ejecutan operaciones comparables a las que realiza la mente humana, como el aprendizaje o el razonamiento lógico”. Esta ciencia incorpora conocimiento a los procesos para tomar decisiones -la planificación, el aprendizaje, el reconocimiento de las voces, etc.- Las áreas donde puede aplicarse la inteligencia artificial son vastas, de forma que puedan servir de gran ayuda en la realización de múltiples tareas, y con una gran rapidez y eficiencia (Escolano, Cazorla, Alfonso, Colomina, & Lozano, 2003).

En el sector de las finanzas, la inteligencia artificial ha ido evolucionando desde los años ochenta cuando algunas empresas de Wall Street introdujeron sistemas de Inteligencia artificial con el objetivo de que estas máquinas puedan tomar decisiones, al igual que lo puede hacer una persona experta en el tema (Siri & Serur, 2018). Los principales obstáculos encontrados en el desarrollo de la inteligencia artificial en el mundo de las finanzas fueron sus costos y el tiempo que suponía implementarlas por lo que muchas empresas terminaron por rechazarlas, dado que en su balance no les era rentable. Sin embargo, en la actualidad, y dado sus resultados, se está volviendo a apostar por la inteligencia artificial en este campo.

3.1 Aplicaciones de la Inteligencia Artificial en el sector financiero

Los avances tecnológicos dentro de la industria bancaria y financiera están introduciendo nuevas compañías que se traducen en innovaciones comerciales dando a los consumidores nuevos productos y servicios para mejorar su calidad de vida. Un claro ejemplo de innovación comercial es la llegada de las Fintech, empresas que ofrecen servicios financieros a través de plataformas digitales (Cuya, 2016).

Para Beliz, (2018) el futuro de las fintech se va a ver transformado también por la Inteligencia artificial. Lo podemos ver, por ejemplo, en los algoritmos del trading de alta frecuencia que se utilizan, que hacen posible que la toma de decisiones sea mucho más rápida y más segura.

“Por otra parte, una nueva oleada de tecnologías, como las billeteras digitales, la robótica y la inteligencia artificial, está revolucionando también el modo en el que manejamos, controlamos y distribuimos el dinero. Casi todas las áreas de las finanzas

y del sector bancario enfrentan esta disrupción y el sistema bancario tradicional se ve forzado a innovar e invertir en nuevas soluciones digitales” (Vashistha & Vashistha, 2018).

Este tipo de servicios utilizan la inteligencia artificial para hacer más cómodas y seguras nuestras transacciones, anticipándose a nuestras necesidades y alertándonos sobre acciones que tengamos pendiente. El control de las finanzas es un aspecto clave y la inteligencia artificial se ha convertido en una herramienta esencial para muchos inversores y el uso de los startups aumenta cada vez más. Es una tendencia que va en crecimiento y se espera que en el futuro el control de las finanzas se base casi por completo en el uso de la Inteligencia artificial. Esto no quiere decir que la inversión tradicional vaya a desaparecer, sino que se trata de una herramienta auxiliar que puede ser de gran ayuda en este sector.

Por ejemplo, los seres humanos podemos vernos influidos por nuestras emociones a la hora de tomar decisiones, mientras que estos sistemas son capaces de tomar decisiones más objetivas (Pastrana & Varela, 2017). Otra aplicación de la Inteligencia artificial en el sector financiero es la detección de actos fraudulentos. Donde el algoritmo analiza grandes volúmenes de datos, minimizando riesgos (Siri & Serur, 2018); nos permite construir mejores modelos de riesgo crediticio y analizar la cartera del cliente. En las plataformas de trading se aprovecha la velocidad y eficiencia de los recursos disponibles que permiten maximizar las oportunidades y mejorar la toma de decisiones.

4 SISTEMAS DE TRADING TRADICIONAL

El análisis del presente estudio está basado en la clasificación de los sistemas de trading según el nivel de análisis e intervención del trader en la colocación de órdenes. Para este fin, se ha clasificado en dos tipos de trading: Trading discrecional y trading sistemático.

4.1 Trading Discrecional

Este tipo de sistema de inversión se caracteriza por la ejecución manual de las órdenes, en palabras de Del Río & Martínez (2015) “a discreción o criterio del trader”, en este tipo de trading normalmente se emplea herramientas de análisis que determinan la estrategia del inversor e identifican aquellos valores o instrumentos financieros que puedan resultar más rentables (Del Río & Martínez, 2015).

El sistema de trading discrecional permite al corredor usar estrategias concretas y estimar las situaciones en las que haría su ingreso al mercado, comprar donde la demanda sobrepasa la oferta o vender donde la venta sobrepasa la demanda, realizando sus operaciones de forma manual (Pastrana & Varela, 2017).

Por lo expuesto anteriormente, sobre los traders recae un grado muy alto de responsabilidad por los resultados de sus decisiones. Ellos son quienes ponderan la información, la integran y deciden, sobre eso, colocar sus órdenes. Lo que genera una carga emocional y psicológica; que a su vez, puede traducirse en decisiones subjetivas y poco estratégicas (Pastrana & Varela, 2017).

4.2 Trading Sistemático

En este tipo de sistema, la estrategia de negociación es definida previamente, bajo reglas que se siguen escrupulosamente y que el trader solo las ejecuta cuando logra identificar las “señales” del mercado.

“El trading sistemático permite la gestión de capital, el riesgo y la diversificación en el proceso, toda vez, las decisiones que se tomen se articulen a las metodologías preestablecidas previamente, las cuales se estructuran con base a datos históricos, es decir, con base a la balanza del mercado” (Pastrana & Varela, 2017).

Este mismo autor establece que el sistema puede estar escrito en un lenguaje de programación o puede estar escrito en papel y seguirse de forma manual. Lo que nos da como principales ventajas manejar los periodos de mala racha, disminuir el agotamiento psicológico del trader y analizar mejores estrategias con el análisis de una base histórica.

“Pasamos del trading discrecional, donde desarrollamos una estrategia basada en un objetivo concreto y estudiado, al trading sistemático, donde no se persigue un objetivo concreto que hemos analizado, sino que establece un sistema de órdenes que buscan beneficios, por muy pequeños que sean, todo suma” (Ruiz, 2014).



Figura 2 Diferencia entre Algoritmo Discrecional y Algoritmo Sistemático
 Extraído de: Ruiz Benítez, 2014

5 DIFERENCIA ENTRE ANÁLISIS TÉCNICO Y FUNDAMENTAL

Para autores como Graus & Martín (2018) el trading no es una inversión, aunque existan puntos en común, como el objetivo de obtener un beneficio económico o el utilizar las mismas herramientas para alcanzarlo, como son el análisis técnico y el fundamental.

“Pero en este caso no es el fin sino los medios lo que nos importa. Y es que estos no pueden ser más diferentes. Mientras que el inversor tradicional invierte, valga la redundancia, su dinero esperando la revalorización de sus activos o el cobro de dividendos o cupones, para el trader todo esto es indiferente. Él trabajará fundamentalmente con la dualidad entre los conceptos precio-valor” (Graus & Martín, 2018).

5.1 Análisis Técnico

Surge a finales del Siglo XIX, gracias a Charles Henry Dow, prescinde del análisis del riesgo financiero y, en su lugar, estudia el comportamiento del mercado, principalmente a través del uso de gráficas, con el propósito de predecir futuras tendencias en el precio. (BBVA, 2015).

Según Graus & Martín (2018) el trading está basado en la probabilidad y el análisis técnico; los mercados se mueven por tendencias y es más probable que el mercado siga con esa tendencia a que se revierta. Donde el trader analiza: La inclinación o pendiente de la tendencia, La periodicidad de operaciones de largo recorrido, tanto a la baja como al alza, el DrawDown (pérdida máxima).

5.2 Análisis Fundamental

Según nos indica Del Río & Martínez (2015), el análisis fundamental se usa para estimar el valor de una compañía (el valor de sus acciones), a través del análisis de las variables microeconómicas, macroeconómicas, los estados financieros de la empresa y, en general, cualquier tipo de información que afecte al precio de cotización de sus acciones.

6 USO DE ALGORITMOS EN LOS SISTEMAS DE TRADING

Desde el origen de la bolsa de valores, allá por el siglo XVII, y durante cientos de años, el intercambio de valores entre los distintos agentes de comercio se organizaba en lugares físicos. “Pisos” donde compradores y vendedores se encontraban y comerciaban físicamente valores o acciones en un sistema de subastas (Gomber & Haferkorn, 2013).

Tradicionalmente, las negociaciones en bolsa se hacían a través del conocido sistema de mercado de corros o contratación de “viva voz”. Donde los todos los agentes de bolsa, en subastas abiertas, se reunían físicamente para negociar valores. “El proceso se caracteriza en que las partes demandantes y las partes oferentes emiten en voz alta las órdenes de compra o venta, respectivamente, de manera que cuando ambas órdenes se casan entre sí y se alcanza un acuerdo, se obtiene al precio de cotización del valor” (Del Río & Martínez, 2015).

Con la implementación de los sistemas informáticos de contratación empezó a caer en desuso el mercado de corros debido a que el volumen de negociación era limitado. A partir de ese entonces, inició un cambio estructural y operativo en la forma de negociar en bolsa.

Con el arribo de la Cuarta Revolución Industrial, la Inteligencia Artificial está cambiando el mundo de las finanzas y las negociaciones en bolsa. En las últimas décadas, el mercado de valores ha experimentado cambios significativos y cada vez más etapas del proceso de negociación están siendo automatizadas mediante el uso de la electrónica. Hoy en día, el entorno físico ha sido fragmentado y el acceso al mercado puede ser remoto; solo basta una computadora con acceso a internet para empezar a negociar en ella y con una participación cada vez más importante de sistemas automatizados como el Trading Algorítmico y el trading de alta frecuencia.

6.1 Trading algorítmico (AT)

De forma general podríamos definir Trading algorítmico, AT por sus siglas en inglés, como trading computarizado controlado por algoritmos (Prix, Loistl, & Huetl, 2007). Esta definición será más específica si agregamos que en este tipo de trading, las computadoras interactúan directamente con las plataformas de comercio colocando órdenes sin intervención humana y en una fracción de segundo, gracias a la incorporación de algoritmos que buscan, por ejemplo, oportunidades de arbitraje o estrategias a largo plazo en busca de beneficios (Gomber & Haferkorn, 2013) y en palabras de Graus & Martín (2018)

“La principal ventaja de este modelo es que, al operar un software guiado por un conjunto de reglas o procedimientos que no involucran la emocionalidad humana, permiten evitar algunos de los sesgos conductuales más comunes entre los inversores, como el exceso de confianza, los sesgos heurísticos, la aversión a la ambigüedad y la aversión al riesgo miope, entre otros”.

El trading algorítmico es usado por traders profesionales que obtienen información del mercado en tiempo real, enfocándose en la toma inteligente de órdenes frente a un punto de referencia para minimizar su impacto en el mercado. Y algunos clientes pueden, a través de estos traders, tomar posiciones de compra y venta por largos periodos de tiempo.

6.2 Trading de alta frecuencia (HFT)

Desde finales de los noventa la tecnología ha permitido manejar grandes volúmenes en operaciones y ganar millones de dólares en fracciones de segundo (Cvitanic & Kirilenko, 2010). Se ha convertido en un negocio y parece irrenunciable para los grandes gestores de fondos y los grandes inversores en general (Hernández & Sánchez, 2017).

El trading de alta frecuencia es la continuación natural al trading mediante el uso de algoritmos informáticos que consiste en usar ordenadores para reaccionar a los cambios del mercado y enviar distintas órdenes a diferentes mercados. El HFT es un subconjunto de estrategias, o como Graus y Martín (2018) lo definen una tecnología, que utiliza los operadores de algoritmos para obtener acceso muy rápido al mercado, y así reaccionar incluso antes que otros operadores aplicando de trading tradicional, como algunas que son exclusivas del trading de alta frecuencia.

Prácticamente toda la contratación está informatizada hoy en día y el trading algorítmico es la forma estándar de negociar órdenes. El HFT es un tipo de trading caracterizada por ejecutar órdenes intradiarias en periodos muy cortos de tiempo, medido en fracciones de segundos, y procura mantener los inventarios cercanos a cero al finalizar el día (Kearns, Kulesza, & Nevmyvaka, 2010; Perez, 2011).

Si bien los márgenes por operación son muy pequeños, debido a que el tiempo de exposición es muy corto -operaciones intradiarias-, los volúmenes negociados son muy altos, por lo tanto, los beneficios reales son significativos (Pastrana & Varela, 2017); es ahí donde radica su ventaja competitiva.

En la figura se muestran las características entre en trading algorítmico y el trading de alta frecuencia, como subconjunto del AT. En el cuadro inferior izquierdo se resumen las características específicas al trading algorítmico, en una versión más clásica, excluyendo al trading de alta frecuencia.

Tabla 1

Características entre el Trading Algorítmico y Trading de Alta Frecuencia

Características comunes entre AT y HFT	
<ol style="list-style-type: none"> 1) Decisiones comerciales pre definidas 2) Utilizado por traders profesionales 3) Acceso a datos del mercado en tiempo real 4) Envío automatizado de órdenes 5) Gestión automatizado de órdenes 6) Sin intervención humana 7) Acceso directo al mercado 	
Características específicas del AT excluyendo HFT	Características específicas del HFT
<ol style="list-style-type: none"> 1) Intervención de agentes de trading 2) Minimizar el impacto en el mercado (para grandes órdenes) 3) El objetivo es lograr un punto de referencia particular 4) Mantener períodos, posiblemente días / semanas / meses 5) Trabajar órdenes en paralelo y en varios mercados 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Número muy alto de órdenes 2) Rápida cancelación de órdenes 3) Operaciones por cuenta propia 4) Beneficio de la compra y venta (como intermediario) 5) Posiciones no significativas al final del día (posición plana) 6) Períodos muy cortos de exposición 7) Márgenes pequeños por trade 8) Requiere baja latencia 9) El uso de servicios de coubicación / de proximidad y alimentción de data individual 10) Centrarse en instrumentos líquidos altos

Fuente: Elaboración propia

6.2.1 Características

Los agentes que hacen uso del trading de alta frecuencia (HFT) son firmas propietarias de las mesas de negociación en bancos de inversión, fondos de cobertura, etc., que sobre la base de estas estrategias tienen la capacidad de generar grandes cantidades de operaciones en periodos cortos de tiempo (Cvitanic & Kirilenko, 2010).

Las firmas propietarias dedicadas al trading de alta frecuencia se caracterizan, según (Hernández & Sánchez, 2016), por lo siguiente:

- Uso de equipos de última generación, equipados con programas informáticos de alta velocidad, con los que se tiene acceso a la información de mercado, generadores de enrutamiento, ejecución y cancelación de órdenes.
- El uso de los servicios de coubicación con los cuales se permite situar sus servidores físicamente próximos al sistema central de procesamiento, ganando así unos microsegundos en el tiempo de latencia ya que el estar

cerca de la fuente de intercambios afecta la velocidad de la reacción en fracciones de segundo, lo que proporciona una valiosa ventaja cuando se negocia en el mercado, en la medida en que están dispuestos a pagar millones de dólares por este servicio.

- Presentación de las numerosas órdenes que son canceladas poco tiempo después de la presentación; el objetivo del ingreso de dichas órdenes es capturar el spread compraventa antes que otros jugadores, spread que generalmente es muy pequeño y comúnmente está en décimas, pero que por la alta velocidad y cantidad de operaciones es un negocio rentable.
- Plazos muy cortos para establecer y liquidar posiciones; HFT son estrategias de negociación algorítmica basadas en la explotación del procesamiento y la mayor velocidad de ejecución para obtener ganancias comerciales durante un tiempo muy corto, normalmente medido en segundos, en su mayoría de pocos minutos, y desde luego menos de un día.
- Generalmente finalizan el día de negociación sin posiciones abiertas trading intradiario, por lo que no implica la necesidad de un capital importante o una gestión de riesgo más profunda que si se tomaran posiciones con un horizonte de tiempo más amplio.

6.2.2 Estrategias de trading de alta frecuencia

Existen diversos tipos de estrategias de HFT, entre las principales estrategias se encuentran: creación de mercado, arbitraje estadístico, detección de liquidez, manipulación de precios, tal como lo explica

6.2.2.1 Direccionales

Son aquéllas que pretenden anticipar, mediante estimaciones, la dirección del precio de un activo antes de que la variación ocurra. Los traders de alta frecuencia poseen ventaja en este apartado, debido a que reciben la información con más rapidez que el resto de traders, y por lo tanto, pueden tomar decisiones con anterioridad a las del resto de inversores.

6.2.2.2 Market-Making

La estrategia de creación de mercado emite constantemente órdenes límite de compra y de venta competitivas, de esta manera proporciona liquidez al mercado y su ganancia promedio está dada por el margen oferta/demanda.

6.2.2.3 Estrategias de arbitraje

Consiste en la búsqueda de discrepancias de precios entre los valores de diferentes clases de activos, o en el mismo activo que negocia en diferentes mercados (p.e. futuro y subyacente, acción común y preferencial, entre los derivados y sus activos subyacentes, o simplemente entre los activos estadísticamente correlacionados en el mismo mercado) que estructuralmente tienden a moverse al unísono; cuando encuentran diferencias entre dichos activos, los arbitrajistas compran el más barato y venden el más caro ganando la diferencia.

6.2.2.4 Front running

Esta estrategia consiste en realizar una operación antes de que ocurra un gran movimiento en el mercado, anticipándose al mismo. Gracias a la principal ventaja competitiva que tienen, la baja latencia y alta velocidad.

6.2.2.5 Dark Pools

Son mercados paralelos a los existentes, creados por bancos de inversión, con el objetivo de cruzar opciones de compra y venta de sus clientes antes de que lleguen al mercado. Solamente una vez que no se hayan podido cruzar en estas “plataformas opacas”, serán enviadas al mercado. Los clientes no tienen información de lo que ocurre y los bancos se ahorran el gasto que supone el establecimiento de las operaciones en los mercados.

Los bancos permiten también operar en estos mercados a los HFTs, por lo que pueden realizar Front running gracias a ello, ya que conocen las opciones que van a ser enviadas al mercado, pueden adelantarse a ellas y actuar en consecuencia para obtener un beneficio.

6.2.2.6 Estrategias de manipulación de mercados

Algunos de los métodos utilizados por los operadores de alta frecuencia no son tan limpios ya que causan problemas al mercado y, en cierto sentido, son ilegales; estas estrategias disfrazan sus ofertas evitando que otros participantes en el mercado descubran sus intenciones comerciales. Una de las características más significativas de los operadores de HFTS es la manera como usan las cancelaciones para estimular el mercado y extraer información valiosa. Tres de estas tácticas son conocidas como: stuffing, smoking y spoofing.

6.2.2.6.1 Stuffing

Consiste en generar deliberadamente un gran número de cotizaciones que los competidores tienen que procesar, pero que estas firmas ignoran ya que ellos las han generado, de esa manera obtienen una ganancia en el tiempo de proceso, permitiéndoles obtener beneficios de las cotizaciones de sus competidores que estarán retrasadas debido al procesamiento de las órdenes generadas por ellos; en consecuencia, la maquinaria del mercado también sufrirá retrasos e incluso puede colapsar debido al excesivo volumen de mensajes.

6.2.2.6.2 Smoking

Este procedimiento consiste en la publicación de órdenes límite seductoras para atraer a los comerciantes menos rápidos, entonces ellos revisan rápidamente estas órdenes en términos menos generosos, con la esperanza de ejecutar con rentabilidad contra el flujo entrante de órdenes de mercado de los comerciantes menos rápidos.

6.2.2.6.3 Spoofing

Consiste en el envío de una gran cantidad de órdenes límite en un corto periodo de tiempo; estas no están destinadas a ser ejecutadas, su objetivo es la manipulación de precios. Esta actividad ilegal distorsiona la forma del libro de órdenes, con el objetivo explícito de engañar a otros comerciantes. En presente gráfico podemos ver el nivel de manipulación que

emplean los HFT ya que el mayor número de operaciones son canceladas y menores las ejecutadas. Con ello, está claro que se deja en desventaja a los traders tradicionales.



Figura 3. Operaciones de HFT canceladas vs. ejecutadas

Fuente: Finanzasparamortales.es

En la categoría otras estrategias se encuentran:

- i) La estrategia estructural escudriña la existencia de cotizaciones desactualizadas, estas son órdenes límites de compra o venta que se encuentran a un precio superior o inferior, respectivamente, que aún son vigentes y que no han sido retiradas.
- ii) La estrategia direccional consta de posiciones descubiertas y apuestas agresivas. Se basan en una anticipación estimada de la dirección del movimiento de precios intradiarios.
- iii) El arbitraje de latencia involucra el comercio en tiempos por debajo de un segundo entre el momento en el que los precios del mercado se mueven y cuando los creadores de mercado actualizan sus precios de cotización.

6.2.3 Impacto de las estrategias de trading de alta frecuencia en los mercados financieros

Las estrategias de trading de alta frecuencia y su eficiencia han sido cuestionadas durante mucho tiempo (Pastrana & Varela, 2017). Sin embargo, los defensores sostienen que estas prácticas contribuyen a la calidad de los mercados financieros. Podemos señalar entre sus principales beneficios los siguientes:

6.2.3.1 Incremento de la liquidez

Los creadores de mercado proveen un flujo continuo y regular de cotizaciones. Esto es importante porque promueven el crecimiento a largo plazo del mercado. El volumen de cotizaciones es realmente alto debido al uso de sistemas de alta frecuencia.

6.2.3.2 Reducción de la dispersión

Al contar con sistemas, tanto de software como de hardware, más rápidos, los sistemas de alta frecuencia pueden cotizar con mayor seguridad y actualizar sus precios con mayor frecuencia. Es decir, el riesgo de cotizar fuera de tiempo o con precios incorrectos se reduce drásticamente.

6.2.3.3 Disminución del coste por transacción

El uso de programas de trading de alta frecuencia minimiza los costos de ejecución y el riesgo de mercado. Además, elimina las altas comisiones de los agentes de bolsa, puesto que todo el trabajo es realizado por un conjunto de algoritmos (Pastrana & Varela, 2017).

6.3 Modelo de creación del mercado

En el desarrollo del artículo “Un modelo de creación de mercado con trading de alta frecuencia” (Hernández & Sánchez, 2016) nos cuenta que el modelo de creación de mercado considera un agente en un mercado de valores, que presenta títulos de valores de compra y venta a un determinado precio de manera continua; este agente se denomina creador de mercado (MM por sus siglas en inglés, Market Maker).

La denominación de creador de mercado obedece a que provee liquidez continua y regular a sus clientes. De manera que, si un cliente desea comprar, esta orden es absorbida por el creador de mercado, es compensada con la orden de otro cliente, quien actúa como intermediario ante las posibles faltas de liquidez del mercado, de manera que crea un mercado entre sus clientes.

Como proveedor de liquidez, estos agentes reciben una compensación: compran a un precio inferior (bid) y venden a un precio superior (ask). La diferencia entre el precio de cotización al que los participantes del mercado están dispuestos a comprar (ask o precio de

demanda) o vender un activo (bid o precio de oferta), se conoce como el Bid-Ask Spread. Debido a que cada agente puede comprar o vender una acción en un momento dado, el spread representa los beneficios de estos. Si hay un mayor número de vendedores y compradores compitiendo, hay más liquidez y, en consecuencia, se reduce la amplitud del spread.

Las características propias que poseen las estrategias del creador de mercado es que no son direccionales, es decir no hay una ganancia asegurada debido a que el precio del activo puede subir o bajar. Generalmente, no guardan posiciones durante la noche, y no sostienen activos riesgosos al final del día de negociación. Otro atributo importante es que mantienen su inventario o posición del activo de riesgo en un nivel mínimo de existencias, o cercano a cero durante el día de negociación, y frecuentemente equilibran sus posiciones en diferentes mercados, gracias al uso de algoritmos de alta frecuencia de negociación para el envío de órdenes.

Un creador de mercado compite con otros creadores para comprar o vender acciones, cuando el precio de una acción aumenta, los creadores subirán sus precios de compra, causando un movimiento ascendente. De esta manera, un creador de mercado está expuesto a tres principales riesgos, que son riesgo de inventario, riesgo de selección adversa y riesgo de ejecución.

- El riesgo de inventario es el riesgo de sostener una posición corta o larga de un activo riesgoso, es decir es la posibilidad de pérdida asociada a las variaciones de los precios de los activos.
- El riesgo de selección adversa hace referencia a que el precio del mercado tenga un desvío desfavorable desde el punto de vista del creador de mercado, cuando este haya asumido una posición.
- El riesgo de ejecución surge por la incertidumbre de ejecución de órdenes límite, en caso de no ser ejecutadas o ser parcialmente ejecutadas.

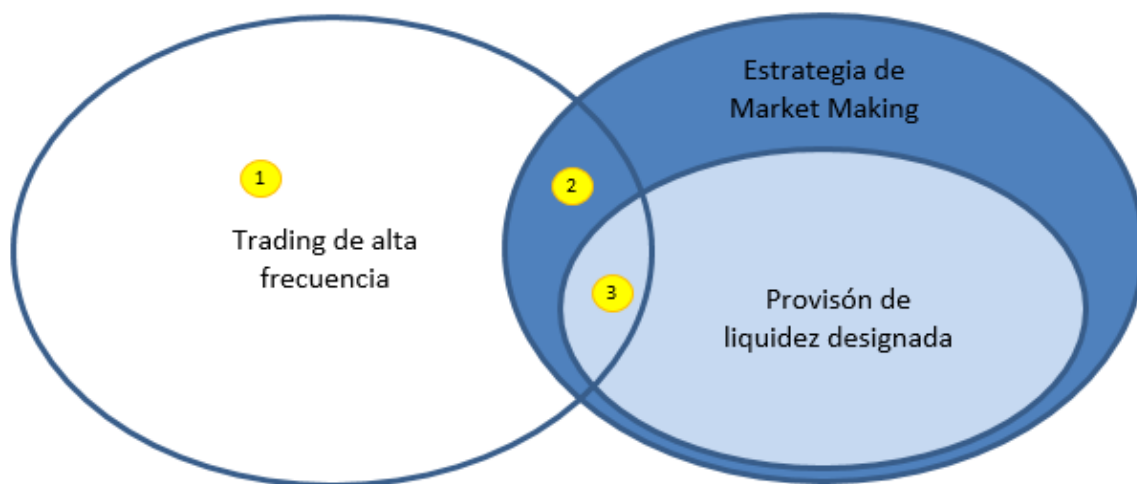


Figura 4. HFT y los creadores de Mercado

Fuente: Gomber & Haferkorn, 2013

- [1] Representa todas las estrategias de HFT, sin incluir la estrategia de Market Making.
- [2] Representa el HFT que aplica la estrategia de Market Making, sin actuar como proveedor de liquidez designado.
- [3] Representa el HFT que aplica la estrategia de Market Making y está registrado como proveedor de liquidez designado. Por ejemplo, The Global Electronic Trading Company (GETCO).

6.4 Beneficios y riesgos del HFT

La irrupción del trading de alta frecuencia en el mercado global fue de gran fuerza. La evolución de la tecnología de infraestructuras de mercado y de comunicaciones dieron origen a esta nueva forma de negociar valores, como un paso “natural” para los grandes fondos de inversión y grandes inversores en general. Para José Antonio Perez (2011) no se cuestionaban los beneficiosos efectos sobre la liquidez y la eficiencia de los mercados, hasta que la crisis puso en relieve serias dudas. Las regulaciones buscan evitar que la HFT pueda perjudicar la transparencia en la formación de precios, la equidad en el acceso al mercado para todos los inversores y especialmente la protección del pequeño inversor.

En sus entrevistas, José Antonio Perez (2011) nos detalla las ventajas que tiene el HFT y que son más estas ventajas que los inconvenientes que pueda presentar. El trading de alta frecuencia, como subconjunto del trading algorítmico, es el siguiente paso en la negociación de valores que ha girado de los mercados de renta variable hacia mercados electrónicos, con

comisiones mucho más competitivas. Es importante resaltar que el camino actual hacia el mercado es conectarse desde un ordenador en casa u oficina al mercado y colocar órdenes o tomar liquidez de ese mercado desde donde uno se encuentre. Los operadores de alta frecuencia pueden conectarse no solo a mercados de renta variable, pueden hacerlo a mercados de derivados, de renta fija, de dividendos entre otros. Esto es muy importante porque al proveer de liquidez al mercado, los traders de alta frecuencia son capaces de mover la liquidez entre mercados menos líquidos haciéndolos más eficientes y menos volátiles. Por otro lado, Pastrana y Varela (2017) coinciden que el HFT permite la colocación de las órdenes comerciales de manera inmediata y precisa; además, el cálculo correcto de las operaciones debido a los controles automáticos que poseen los ordenadores que las gestionan. Otro aspecto importante es el almacenamiento de datos históricos y datos en tiempo real para tomar sus propias decisiones y así retirar de la ecuación el riesgo emocional que carga el trader humano.

Por el contrario, los principales riesgos y aspectos negativos de este tipo de trading destacan principalmente los riesgos relativos al orden del mercado y a la alteración del funcionamiento normal del mismo. En tal sentido, Arenillas (2012) indica que, en el trading de alta frecuencia, los algoritmos pueden reaccionar de manera desmesurada ante determinadas circunstancias o evoluciones del mercado, así como, directamente pueden imposibilitar el funcionamiento regular de los sistemas de negociación por sobrecarga por la introducción de un número excesivamente elevado de órdenes en el mercado. Incluso, hasta pueden generar órdenes erróneas o duplicadas que perturben el normal funcionamiento y orden del mercado (Sánchez & Pineda, 2013). Por otro lado, una de las estrategias hechas por la negociación automática y el trading de alta frecuencia, podrían suponer que se trata de abuso de mercado, por determinadas prácticas constitutivas de manipulación (Levens, 2015).

Por ejemplo, en Europa, la Autoridad Europea de Valores y Mercados, más conocida como ESMA, advierte entre los posibles ejemplos de manipulación del mercado, la introducción de órdenes de escasa cuantía para corroborar el nivel de órdenes ocultas se conoce como órdenes ping, con la intención de estimar los volúmenes existentes en las plataformas sin obligaciones de pre-transparencia (dark platform o dark pool). En cambio, la introducción de grandes volúmenes de órdenes en las que generalmente se ofrece un precio superior o inferior al de cotización con la intención de cerrar una operación en sentido opuesto se llama layering y spoofing; mientras que la introducción, renovación o

cancelación de grandes volúmenes de órdenes para crear incertidumbre entre el resto de participantes se conoce como quote stuffing, Finalmente, la introducción de órdenes para impulsar una tendencia en la cual se puedan abrir o deshacer posiciones a un precio favorable se conoce como momentum ignition (ESMA, 2012).

Es así como las Directrices ESMA sobre sistemas y controles aplicados por las plataformas de negociación, las empresas de servicios de inversión y las autoridades competentes en un entorno de negociación automatizado aprobados en 2012 contemplan los instrumentos financieros en un entorno de asesoramiento automatizado y que las bolsas de valores europeas los incorporen a sus prácticas de supervisión debido a que pueden poner en juego cuatro valores esenciales del sistema financiero como nos lo detalla Sánchez & Pineda (2013).

- El funcionamiento regular del mercado, que puede ser alterado en caso de que no se adopten suficientes controles sobre la negociación algorítmica y la HFT.
- La estabilidad financiera, ya que desórdenes en los mercados pueden tener consecuencias sobre la liquidez y la formación de precios y, en última instancia, sobre las instituciones financieras.
- La protección del inversor, puesto que algunos inversores en este caso minoristas pueden no ser conscientes de los riesgos adicionales de aquellos mercados en los que operen técnicas de HFT.
- La integridad del mercado, en la medida en que la existencia de actuaciones fraudulentas o abusivas por parte de operadores de HFT puede reducir la confianza de los inversores en el mercado reduciendo el volumen de negociación y, por tanto, la liquidez.

Como podemos observar, no existe un consenso definitivo entre los expertos. Algunos trabajos muestran que el trading de alta frecuencia consume liquidez en situaciones de alta volatilidad del mercado. Por lo tanto, podrían existir situaciones en las que el HFT retire o provea liquidez en el mercado en cualquier momento según las circunstancias del que detecten, alterando en definitiva los precios de un determinado instrumento financiero y por ende la cotización (Sánchez & Pineda, 2013).

6.5 Riesgo estructural

El trading de alta frecuencia tiene como elemento distorsionador del mercado el llamado *Flash Crash*, afectar a la integridad y estabilidad de los mercados financieros. Eventos hechos realidad en las actividades del trading de alta frecuencia (Graus & Martín, 2018).

Para Arenillas (2012) es posible que la volatilidad de los mercados y el trading de alta frecuencia estén correlacionados y plantea cuestiones relevantes desde el punto de vista de la estabilidad financiera.

“Algunos ejemplos de mal funcionamiento de algoritmos que han derivado en serios problemas han sido la fallida OPV de BATS Global, el 23 de marzo de 2012, o la pérdida por parte de Knight Capital, el 1 de agosto de 2012, de 440 millones de dólares, debido a un algoritmo mal diseñado, y que acabando derivando en su adquisición por parte de GETCO, uno de sus competidores” (Graus & Martín, 2018).

Es imposible ignorar que, debido a su volumen de negociación, el trading de alta frecuencia desempeña un papel importante en la estabilidad del mercado y las autoridades están obligadas a velar por dicha estabilidad.

6.5.1 Flash Crash

El flash crash es un fenómeno que consistente en una variación súbita de los precios del mercado, una quiebra de las cotizaciones; y que, transcurrido un breve período de tiempo, recuperen sus valores iniciales. En los últimos años se han dado en más de una ocasión y si bien no existe un motivo claro de su ocurrencia, no está demostrado que los HFTs tengan una relación directa en dicha aparición (Crespo, 2019).

El primer evento registrado y que dio origen a ese término -Flash Crash- se dio el 6 de mayo de 2010, fue la primera vez en la historia en la que se pierde el control sobre las máquinas. Crespo (2019) nos comenta que aquel día los mercados de valores de Estado Unidos abrieron a la baja debido a la preocupación existente por la crisis griega. Sin embargo, otros autores apuntan directamente la responsabilidad a Navinder Sarao, quien a través de su programa de alta frecuencia buscaba beneficiarse manipulando el mercado a través de la cancelación de miles de órdenes de compra y venta antes de ser ejecutadas (Levine, 2015). Aquel día el programa ordenó cancelar 75,000 contratos de futuros E-MiniS&P500 con valor de 4.100 millones de dólares; muchos de los operadores de alta

frecuencia fueron programados con un software similar comenzaron su posterior venta agresiva y contribuyeron a las fuertes caídas que se produjeron ese día (Crespo, 2019).

Como consecuencia de lo ocurrido, se paró el mercado de futuros E-Mini durante 5 segundos para parar la continua caída de precios. Se consiguió el objetivo, los precios se estabilizaron y empezaron a remontar. Aproximadamente a las 15:00 Hrs, los precios de la mayoría de los activos se habían recuperado significativamente y las operaciones se reanudaron de una manera más ordenada (Borch, 2016).

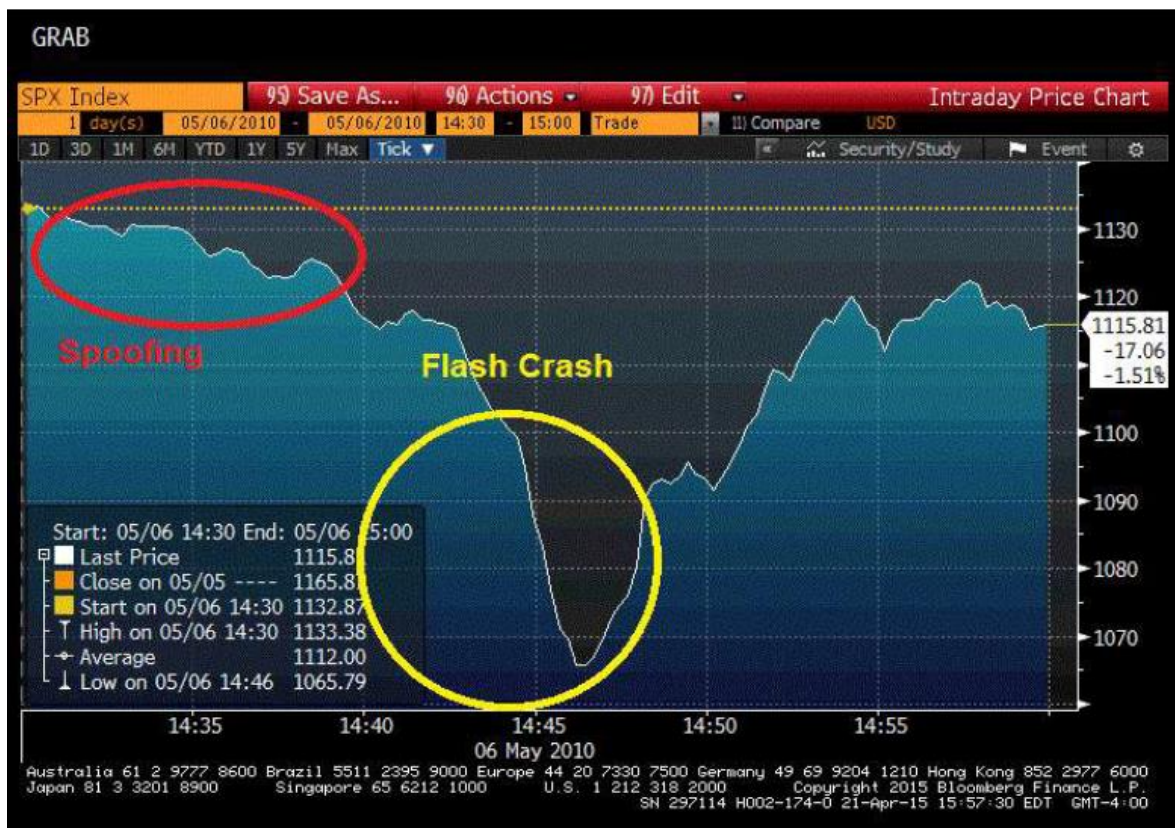


Figura 5. Flash Crash

Fuente: Levine, 2015

7 REGULACIÓN

Como en todas las cosas siempre hay defensores y detractores. En ese sentido, Fernández (2011) nos manifiesta que los defensores del HFT destacan que la aplicación de la tecnología da liquidez al mercado, abarata los costes y contribuye a eliminar posibles ineficiencias en la formación de precios. Por otro lado, los detractores del HFT argumentan que contribuye a elevar la volatilidad del precio, pone en una situación de inferioridad a los inversores

tradicionales, además, inserta mayor riesgo sistémico en el mundo financiero, claro ejemplo el Flash Crash de Wall Street del 6 de mayo de 2010. Por lo tanto, es importante contar con una regulación y supervisión adecuada (Lewis, 2014).

Cabe indicar, que el trading de alta frecuencia tiene un efecto positivo en cuanto la modernización de las plataformas, al fomento de los avances tecnológicos y sistemas de negociación, sin perjuicio de que los algoritmos se sigan haciendo cada vez mucho más complejos y termine resultando más difícil la evaluación de su impacto en el mercado y su correspondiente supervisión.

Además, la MIFID II en Europa, como la FINRA en USA ha incluido normas para el trading algorítmico. Por otro lado, se indica que uno de los mayores problemas respecto a la regulación del trading de alta frecuencia es definir qué es con exactitud, ya que, aunque existen características generalmente aceptadas, no existe una definición universal.

7.1.1 Europa

La UE cuenta con la Directiva sobre Mercados de Instrumentos Financieros (MIFID) del 2007, la misma que fue modificada en el 2008 y 2010, esta sirve como base de las regulaciones estatales y es una guía reguladora para los sistemas de negociación y las empresas de inversión, transacciones de los inversores de los mercados bursátiles. También estipula que los países miembros de la UE unifiquen sus normas que rigen actividades y servicios de inversión, así como, transparencia antes y después de la negociación. Por otro lado, la MIFID II diseñada tanto para los traders algorítmicos en general como a los de alta frecuencia, cuyo objetivo principal es el de nivelar el campo de juego.

También, con la MIFID II se procede a implementar nuevas normas donde se exigían a los inversores contar con una licencia de las autoridades de los mercados y con ello poder operar y dar un mantenimiento de los registros más claro, con el fin de lograr atajar las conductas abusivas. Inclusive, se tiene una percepción generalizada, de que, todavía existe un amplio margen de actuación con respecto a la regulación en este sector.

Es importante mencionar que, dentro de estas señales, se mencionan algunas que pueden derivarse del trading de alta frecuencia, como por ejemplo órdenes de negociar u operaciones que:

- Cambien la representación de los precios de la mejor demanda u oferta en un instrumento financiero admitido a cotización en un mercado regulado y se retiren antes de ser ejecutadas.
- Incluyan revocaciones de posición en un período corto y representen una proporción significativa del volumen diario de operaciones de un instrumento financiero en un mercado regulado, que podrían estar asociadas con cambios significativos en el precio de dicho instrumento financiero.
- Se concentren en un periodo de tiempo corto en la sesión comercial y produzcan unos que se invierta posteriormente.
- Sean dadas o realizadas en el momento específico o en torno a él, en que se calculen los precios de referencia y los precios de liquidación, produciéndose cambios en los precios.

Por tal razón, en el tema de manipulación de mercado, se exige a los operadores que adopten medidas estructurales encaminadas a prevenir y detectar las prácticas de manipulación del mercado. Se menciona la destacada labor llevada a cabo por la ESMA, tanto en el análisis de los efectos del HFT, como en el intento de regular, siempre dentro de sus competencias.

Se indica que la ESMA publicó, en diciembre de 2011, las directrices sobre sistemas y controles aplicados por las plataformas de negociación, las autoridades competentes y las empresas de servicios de inversión en un entorno de negociación automática, donde se pretende proteger a los inversores y al mercado de los riesgos derivados de la negociación automática y del trading de alta frecuencia.

Tal como lo indican Graus & Martín (2018), que sería favorable determinar un impuesto para las operaciones de alta frecuencia, sobre todo, para las cancelaciones, ya que, de esta manera se estaría nivelando el campo de juego.

Es importante precisar, que la EU cuenta con un mecanismo de seguridad, el cual protege a las bolsas europeas de cambios abruptos en la volatilidad de los precios en dicho mercado. Por lo que, este mecanismo se activara cuando los precios fluctúen fuera de las bandas establecidas, con el fin, de evitar algún flash crash.

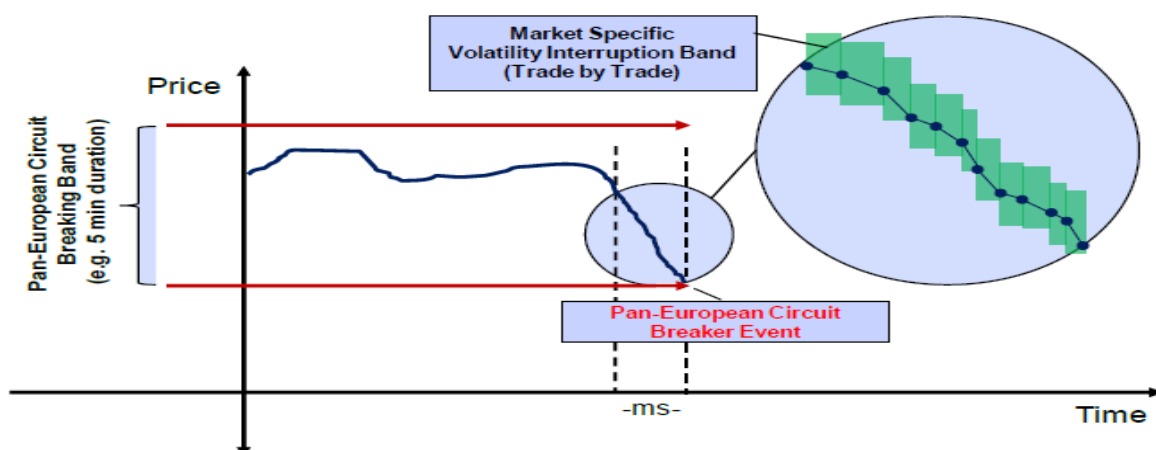


Figura 6. Interrupciones de volatilidad

Fuente: Gomber & Haferkorn, 2013

7.1.2 Norte América

Como es de conocimiento el HFT se originó en Estados Unidos y tuvo un gran auge en Norte América. Después que Canadá en el 2010 implementara un sistema de comercio alternativo que graba las ganancias de HFT y también aplica un impuesto a estas transacciones, logro disminuir el volumen de estas y evitando su proliferación.

En el caso de Estados Unidos, la Commodity Futures Trading Commission (CFTC) propone que se deben incluir controles previos y posteriores al comercio, registros obligatorios, salvaguardias del sistema e informes.

Se podría indicar que el trading de alta frecuencia estimulo en mayor proporción desde el 2005 a la regulación del sistema de Regulación del Mercado Nacional (reg NMS siglas en ingles) de USA. Cabe resaltar, que este sistema permite a los inversores lograr conocer las estrategias de otros participantes y su intención principal es que, en tiempos de desaceleración o crisis, la actividad continúe con el fin de evitar una parálisis y crear la igualdad de oportunidades en dicho mercado. Al respecto, Lewis (2014), en su libro Flash Boy señala lo siguiente:

“La Reg NMS pretendía crear una igualdad de oportunidades en el mercado de valores de EE. UU. En su lugar, institucionalizó una desigualdad más perniciosa. Un pequeño grupo de personas con los recursos para acceder a tecnología más rápida pudieron acceder a información privilegiada y operar en base a dicha información”.

USA cuenta con la SEC (Securities and Exchange Commission), quien es la encargada de hacer cumplir las leyes federales del mercado de valores, el mercado de opciones y la regulación de la bolsa de valores (Allen, 2018).

Por otro lado, Canadá, cuenta con la Organización Reguladora de la Industria de Inversiones de Canadá (IIROC) y los Administradores de valores canadiense (CSA) quienes en el 2013 aprobaron una regulación para comercio electrónico, la cual implica, supervisión y gestión del riesgo, exigiendo a los sistemas automatizados no interferir en los mercados ordenados y justos.

7.1.3 Asia

Graus y Martin (2018) mencionan que la gran mayoría de las firmas de HFT que operan en Asia principalmente son de Estados Unidos y la UE, puesto que, huyen de las estrictas regulaciones de sus regiones y a la vez buscan expandir su presencia en el mundo.

Es importante mencionar, el destacado avance y desarrollo de HFT en Singapur impulsado prácticamente por una regulación amigable y al instalar una nueva plataforma de TI, es ahora uno de los mercados más rápidos del mundo.

En el caso de Japón, su regulador es la Agencia de Servicios Financieros (FSA) y exige que las empresas de HFT cuenten con sistemas adecuados de gestión de riesgos y sean registrados ante los reguladores. Además, se establece que para operar a través del HFT se deberá contar con una oficina en Japón o ser representada por un Agente en el país.

En China, se encuentra La Comisión Reguladora de Valores de China (CSRC) quien luego de encontrar fallas en tecnología de la información y control de riesgos de una empresa, tuvo que plantearse una supervisión y control más rígido a la negociación algorítmica.

7.2 Rentabilidad económica del HFT frente a los sistemas tradicionales

El trading de alta frecuencia permite que grandes instituciones puedan obtener una pequeña pero notable ventaja con la condición de proveer liquidez a los mercados, a través de millones de órdenes ejecutadas a la velocidad de la luz (Coll, 2013). Estas instituciones, a su vez, obtienen beneficios con operaciones ventajosas y consiguen spreads más favorables (Hernández & Sánchez, 2017). Ambas partes se complementan, si bien la

rentabilidad por transacción es baja, y, por lo tanto, deben realizar un gran número de operaciones para obtener un beneficio (Sánchez & Pineda, 2013). Esta a su vez, asegurada un ingreso suficiente de liquidez. Las grandes firmas tienen dos vías de ingresos directos: una, mediante el spread por proveer liquidez y dos, mediante los descuentos en las tarifas que los centros de negociación ofrecen para atraer a inversores de alta frecuencia (Dodd, 2010).

Los spreads y la liquidez tienen una relación inversa. A mayor liquidez del mercado, menor será el spread obtenido; mientras que aquellos con un bajo volumen de operaciones suelen ofrecer spreads más grandes.

Tal como podemos visualizar en la tabla...claramente podemos apreciar a una de las grandes empresas que opera HFT como lo es Goldman Sachs y que durante el periodo del 2012 comprendido sobre una base de 169 días. En este caso se muestran 16 días de pérdida versus 153 días de ganancia, con lo cual nos deja super claro que el HFT nos deja una alta rentabilidad.

Tabla 2
Operaciones de Trading Goldman Sachs: Periodo 2012

DIAS	N°	%
Días de pérdida	16	9%
Días de ganancia	153	91%
TOTAL	169	100%

DETALLE DE DIAS QUE GENERARON PERDIDA

DETALLE DE DIAS QUE GENERARON GANANCIA

DIAS	PERDIDA EN MM \$	DIAS	GANANCIA EN MM \$
2	Entre: 50 y 75	41	Mas de 100
2	Entre: 25 y 50	37	Entre 75 y 100
12	Menos: 25	75	Entre 50 y 75

Gurublog

Fuente: Elaboración propia

7.2.1 ¿Es ético el trading de alta frecuencia?

Proporcionar una ventaja a grandes instituciones sobre organizaciones más pequeñas e inversores minoristas es cuestionable desde el punto de vista ético, dado que no fomenta condiciones de competencia equitativa. Los inversores minoristas además de

competir entre ellos también deben competir con un algoritmo que es superior al trading humano.

Algunas posiciones contrarias al trading de alta frecuencia argumentan que la tan mentada liquidez no es tan útil como debería, ya que con la velocidad a la que opera este tipo de trading, los flujos de dinero pueden entrar y salir del mercado en un abrir y cerrar de ojos, y esto impide que otros inversores se puedan beneficiar de ellos.

Tabla 3
Beneficios y desventajas del HFT

Beneficios y desventajas del trading de alta frecuencia	
Beneficios	Críticas
Proporciona liquidez a los mercados	Proporciona una liquidez fantasma que sólo ayuda a los inversores de trading de alta frecuencia
Hace que los spreads pequeños merezcan la pena	Puede causar daños colaterales a otros inversores
Ofrece posiciones ventajosas	Las instituciones ganan una ventaja injusta sobre otros inversores
No es necesario un bróker/costes más bajos	No tiene en cuenta el análisis fundamental
Ayuda a reducir la volatilidad en los mercados	

Trading de alta frecuencia: volumen

Fuente: Elaboración propia

7.2.2 Importancia del volumen en el trading de alta frecuencia

Estados Unidos siempre ha sido el principal centro de operaciones para el trading de alta frecuencia, que representa al menos la mitad del volumen del mercado de acciones del país cada año desde 2008. El volumen alcanzó su máximo nivel en 2009 con un 60% y, conforme la crisis económica comenzó a pasar factura, la cuota del trading de alta frecuencia fue decayendo y se estancó en el 50% durante tres años consecutivos, hasta 2016, cuando comenzó a subir de nuevo.

Por lo tanto, en la actualidad el HFT se ve representado como se muestra en el siguiente gráfico, donde el 70% lo tiene EE.UU., seguido de Europa con 50% y finalmente Asia con 40%.

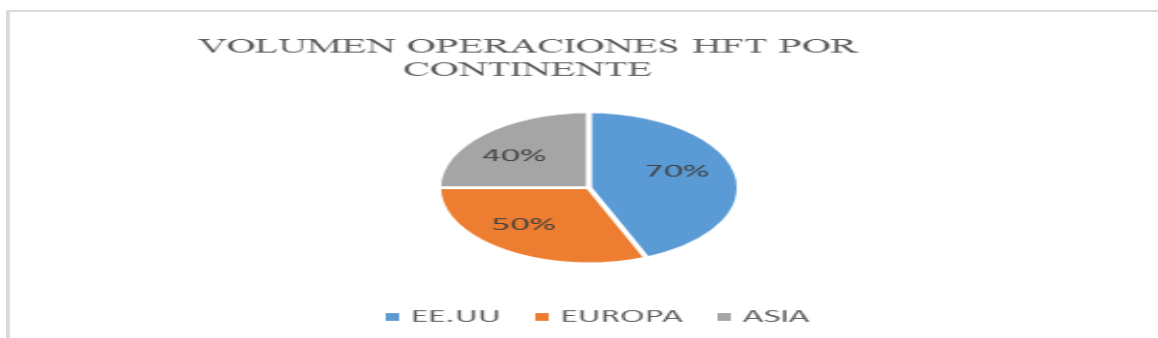


Figura 7. Participación de operaciones de HFT de los principales continentes.

Fuente: Elaboración Propia

El trading de alta frecuencia no ha sido tan popular en Europa (aunque también ha sido muy significativo); Estados Unidos fue mucho más rápido en adoptarlo. Comenzó a emerger en el Viejo Continente en 2006, cuando en EE. UU. ya suponía alrededor del 25% del volumen de las operaciones con acciones del país (Vashistha & Vashistha, 2018).

8 MERCADO DE VALORES PERUANO

Respecto al mercado de valores peruano, está regulado por la SMV (Superintendencia de Mercado de Valores) quien es un organismo técnico especializado adscrito al Ministerio de Economía y Finanzas. Su finalidad es velar por la protección de los inversionistas, la eficiencia y transparencia de los mercados bajo su supervisión, la correcta formación de precios y la difusión de toda la información necesaria para tales propósitos. Por otro lado, tiene funciones tales como, dictar las normas legales que regulen materias del mercado de valores, mercado de productos y sistema de fondos colectivos, supervisar el cumplimiento de la legislación del mercado de valores, mercado de productos y sistemas de fondos colectivos por parte de las personas naturales y jurídicas que participan en dichos mercados y promover y estudiar el mercado de valores, el mercado de productos y el sistema de fondos colectivos. (SMV).

Por otro lado, en una entrevista personal a Wilmer Villavicencio Vicepresidente de Asesoría Bursátil de Mercado de Capitales de Credicorp Capital, manifiesta que dentro de la región el Perú es uno de los más pequeños en cuanto al total del volumen negociado. Además, nos aclara que en el Perú existe el ITF y el impuesto a la ganancia de capital, este último, fue exonerado solo para las operaciones dentro del Perú, ya que desmotivó en gran medida a los inversionistas a seguir invirtiendo a través de la Bolsa de Valores de Lima, sino

que también, puso en riesgo al país para que siga siendo considerado como Mercado Frontera. En ese sentido, se consideró que solo se aplica para las operaciones fuera del territorio nacional. Es importante señalar, que Perú se encuentra dentro del MILA (Mercado Integrado Latinoamericano) con lo cual, se busca expandir sus horizontes, así como, ampliar sus operaciones en monto y número de emisores. Respecto al HFT, Wilmer nos indica que, si bien es cierto que en el Perú no hay empresas que se dedican a realizar Trading de Alta Frecuencia, este, se puede realizar a través de otras plataformas no directamente, pero si a través de las plataformas para operar en otro país que si opera con HFT.

Además, según el último reporte del MILA con corte a mayo 2019, el Perú cuenta con mayor número de emisores, sin embargo, en volumen negociado es todo lo contrario, tal cual, podemos apreciar en los siguientes gráfico y tabla.

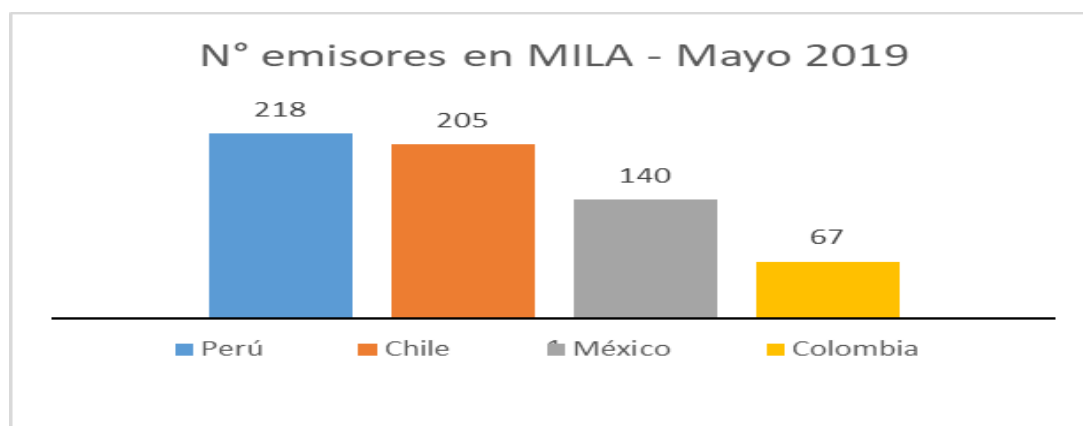


Figura 8. N° de emisores por país Mercado MILA

Fuente: MILA News mayo 2019 N° 92

Elaboración propia

Tabla 4

Volúmenes negociados en los mercados MILA

	Total Volumen Negociado en los mercados MILA (USD)			
	Mes Actual	Mes Anterior	YTD 2019	% Variación mes
Chile	\$ 3.348.539.259	\$ 4.026.053.979	\$ 17.803.757.080	-16,83%
Colombia	\$ 1.190.138.503	\$ 1.164.422.518	\$ 6.115.769.402	2,21%
México	\$ 9.249.280.172	\$ 7.413.476.274	\$ 42.393.922.194	24,76%
Perú	\$ 639.337.502	\$ 131.919.952	\$ 1.528.508.647	384,64%
Total Mercados MILA	\$ 14.427.295.436	\$ 12.735.872.723	\$ 67.841.957.323	13,28%

Fuente: MILA News mayo 2019 N° 92

9 CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que hemos llegado en este trabajo son las siguientes:

1. La irrupción de nuevas tecnologías en el mercado de valores ha cambiado por completo el modo en cómo se negocia en bolsa. Nuevos actores forman parte del mercado; por un lado, las máquinas que ejecutan por sí mismas miles de órdenes por segundo para obtener beneficios, por el otro, físicos, matemáticos e ingenieros que dan soporte a estos sistemas.
2. Lo expuesto en el punto 1 ratifica la diferencia abismal que existe entre el trading tradicional frente al trading de alta frecuencia en términos de recursos, tiempo y rentabilidad. *Recursos* porque reduce los costos de negociación; asimismo, los costos operativos debido a la automatización de sus procesos. Además, de poder prescindir de los servicios de un intermediario. *Tiempo* por la capacidad de sus sistemas de emitir cientos o miles de órdenes en fracciones de segundo. Y *rentabilidad* debido al enorme volumen de sus colocaciones, recordemos que el margen por operación es insignificante.
3. Los sistemas de trading de alta frecuencia, además, mejoran la eficiencia del mercado, reducen el spread de los precios y proporcionan liquidez, permitiendo colocar órdenes de forma inmediata, facilita la fijación de precios y reduce la volatilidad. Sin embargo, en momentos de estrés sí es posible que los sistemas de HFT consuman en situaciones de alta volatilidad del mercado; ya que sobre ellos no recae la obligación de mantener sus posiciones como sí los tienen los creadores de mercado.
4. Se reduce la carga emocional y psicológica que recae sobre los traders tradicionales, esto a su vez reduce los errores humanos sobre la base de factores emocionales errores humanos y ser súper rápidas guardan una tendencia a ser más líquidas. Es importante recalcar, que el HFT cuando es abundante consume liquidez y cuando es escasa proporciona liquidez.
5. Los sistemas de HFT solo son capaces de desarrollarse en mercados cuya infraestructura permita su despliegue. Recordemos que estos sistemas basan su estrategia en la colocación de miles de órdenes en fracciones de segundo. Para ello, es necesario contar con el acceso a los servidores del mercado de valores con líneas

de internet de alta velocidad y baja latencia. Además, de reducir la distancia física a sus servidores.

6. Es importante contar con una regulación que permita el desarrollo de este tipo de sistemas sin la necesidad de ahogarlos en regulaciones excesivas. Por lo tanto, contar con una regulación específica es indispensable con el fin de evitar crisis, burbujas y una especulación exagerada sobre una economía financiera. Es importante mencionar, el trabajo de la UE con la aplicación de su regulación restrictiva donde también se está sumando USA llevaría a varios operadores de HFT a migrar a otros mercados, como es el caso de Asia y los mercados emergentes como Brasil, México, Nueva Zelanda, Rusia y el MILA en su conjunto, los cuales buscan incrementar la liquidez de sus mercados introduciendo el HFT.
7. No hay estudios concluyentes en la actualidad que indiquen que el trading de alta frecuencia influye de manera negativa en la volatilidad del mercado de valores. En ese sentido, si es factible afirmar que el Trading de Alta frecuencia a cambiado la forma de realizar de las negociaciones, teniendo un impacto muy alto en dicho mercado.
8. Finalmente, es importante indicar que, si bien es cierto el Perú no cuenta con operaciones de trading de alta frecuencia. Sine embargo, el país proyecta enormes posibilidades de incorporar dicho sistema, siempre y cuando mejore su liquidez, existan mayores emisores, desarrollen infraestructura tecnológica, amplíen la capacidad de su banda ancha, entre otros aspectos. En ese sentido, el Perú si incorpora y desarrolla el HFT tendrá mayores y mejores posibilidades de lograr competitividad en el mercado internacional.

10 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, H. J. (2018). The SEC as Financial Stability Regulator. *Journal of Corporation Law*, 43(4), 715-774. Recuperado de <https://search.proquest.com/docview/2063385142?accountid=17242>
- Antequera, W. (2016). Historia y orígenes de la Bolsa. Recuperado 16 de marzo de 2019, de <https://www.rankia.com/blog/bolsa-desde-cero/3349076-historia-origenes-bolsa>
- Arenillas, C. (2012). Hombres contra máquinas: 'High Frequency Trading'. *Economía Exterior*, 60, 21-28.
- BBVA. (2015, marzo 22). BBVA Trader: Análisis fundamental vs análisis técnico. Recuperado 1 de marzo de 2019, de <https://www.bbva.com/es/invertir-bolsa-desde-cero-analisis-fundamental-analisis-tecnico/>
- Beliz, G. (2018). 5-R/E: las cinco r/evoluciones de la inteligencia artificial en América Latina. *Integración & comercio*, 44, 8-16. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6551929>
- Borch, C. (2016). High-frequency trading, algorithmic finance and the Flash Crash: reflections on eventalization. *Economy and Society*, 45(3-4), 350-378. <https://doi.org/10.1080/03085147.2016.1263034>
- Coll, R. H. (2013). Trading de Alta Frecuencia. *Strategia*, 0(28), 69-71. Recuperado de <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/strategia/article/view/17970/18221>
- Crespo, J. (2019). Negociación de alta frecuencia (High Frequency Trading). Recuperado de <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/35941>
- Cuya, M. L. (2016). La disrupción de las startups FinTech en el mundo financiero. *Departamento Académico de Ciencias de la Gestión - PUCP, s.d*, 1-12. Recuperado de http://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/70687/La_disrupción_de_las_startups_FinTech_en_el_mundo_financiero.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cvitanic, J., & Kirilenko, A. A. (2010). High Frequency Traders and Asset Prices. *Ssrn*, (March 2010). <https://doi.org/10.2139/ssrn.1569067>
- Del Río, J., & Martínez, C. (2015). Análisis y comparativa de los sistemas automáticos de trading frente al trading discrecional.
- Dodd, R. (2010). Transacciones poco transparentes, 99, 26-28.
- Duhigg, C. (2009). Stock Traders Find Speed Pays, in Milliseconds. Recuperado 9 de febrero de 2019, de <https://www.nytimes.com/2009/07/24/business/24trading.html>

- Escolano, F., Cazorla, M. Á., Alfonso, M. I., Colomina, O., & Lozano, M. Á. (2003). *Inteligencia artificial : modelos, técnicas y áreas de aplicación*. Thomson. Recuperado de https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=_spC6S7UfZgC&oi=fnd&pg=PP1&dq=inteligencia+artificial&ots=sPjqHDToy_&sig=jjmywcbt095h56SoapaJngM-vW4#v=onepage&q=inteligencia artificial&f=false
- ESMA. (2012). *Directrices sobre sistemas y controles aplicados por las plataformas de negociación, las empresas de servicios de inversión y las autoridades competentes en un entorno de negociación automatizado*. Recuperado de https://www.esma.europa.eu/sites/default/files/library/2015/11/esma_2012_122_es_0.pdf
- Fernández, D. (2011). En manos de la máquina. *El País*. Recuperado de https://elpais.com/economia/2012/01/30/actualidad/1327925905_429238.html
- Geisse, G. (2014). Tres momentos históricos en la ciudad hispanoamericana del siglo XIX. *Eure*, 38, 7-33. Recuperado de <http://www.eure.cl/index.php/eure/article/viewFile/966/78>
- Gomber, P., & Haferkorn, M. (2013). High-Frequency-Trading. *Business & Information Systems Engineering*, 5(2), 97-99. <https://doi.org/10.1007/s12599-013-0255-7>
- Graus, J., & Martín, C. (2018). *High Frequency Trading*. Madrid.
- Hernández, D., & Sánchez, K. (2017). Un modelo de creación de mercado con trading de alta frecuencia. *Odeon*, 123. <https://doi.org/10.18601/17941113.n11.06>
- Hernani, J. (2016). El futuro de los mercados de valores: Un sector ante los retos regulatorio y tecnológico. *Boletín de estudios económicos*, 71, 291-316.
- Levens, T. (2015). Too Fast, Too Frequent? High-Frequency Trading and Securities Class Actions. *Ssrn*, 1511-1558. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2623956>
- Levine, M. (2015). Guy trading at Home Caused the Flash Crash. *Bloomberg*.
- Lewis, M. (2014). *Flash Boys: la revolución de Wall Street contra quienes manipulan el mercado*. Barcelona: Ediciones Deusto.
- López, J., & Escudero, V. (2016). Industria 4.0, la gran oportunidad. *Economía Aragonesa*, 59, 109-122. Recuperado de <http://gorilaa.com/resources/o6loOSw1mk/6a204800660741ecb9de0cb060c8a024.pdf#page=111>
- Pastrana, F. A., & Varela, W. A. (2017). *Análisis de las ventajas de los sistemas de trading*

- de alta frecuencia frente a los sistemas tradicionales en el mercado de valores colombiano.* Recuperado de [http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/ESUMER/867/1/Impacto del trading de alta frecuencia en el mercado de valores colombiano corregido.pdf](http://repositorio.esumer.edu.co/bitstream/ESUMER/867/1/Impacto%20del%20trading%20de%20alta%20frecuencia%20en%20el%20mercado%20de%20valores%20colombiano%20corregido.pdf)
- Perez, J. A. (2011). Negociación de alta frecuencia: más ventajas que inconvenientes. *Bolsa*, 190, 46-50.
- Prix, J., Loistl, O., & Huetl, M. (2007). Algorithmic Trading Patterns in Xetra Orders. *The European Journal of Finance*, 13(8), 717-739. <https://doi.org/10.1080/13518470701705538>
- Ruiz, A. (2014). *Trading Algorítmico: Investigación Práctica y teorema No Free Lunch*. Universidad de La Laguna, San Cristóbal de La Laguna. Recuperado de <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/1465/Algorithmic+Trading+Practice+Research+and+No+Free+Lunch+Theorem.pdf?sequence=1>
- Sánchez, M., & Pineda, A. (2013). La denominada negociación automatizada de alta frecuencia (high frequency trading), características y regulación. *Revista de Derecho del Mercado de Valores*, 12, 227-244. Recuperado de [https://www.cuatrecasas.com//media_repository/docs/esp/la_denominada_negociacion_automatizada_de_alta_frecuencia_\(high_frequency_trading\)._revista_de_derecho_del_mercado_de_valores_n_12_2013_\(enero-junio\)._316.pdf](https://www.cuatrecasas.com//media_repository/docs/esp/la_denominada_negociacion_automatizada_de_alta_frecuencia_(high_frequency_trading)._revista_de_derecho_del_mercado_de_valores_n_12_2013_(enero-junio)._316.pdf)
- Schwab, K. (2016). *La Cuarta revolución industrial*. Barcelona: Penguin Random House.
- Siri, J. R., & Serur, J. A. (2018). Trading algorítmico: Una revolución en los mercados de capitales. *Integración & comercio*, 44, 204-215.
- Toro, E., Molina, A., & Garcés, A. (2006). Forecasting of Stock Exchange through Intelligent Techniques. *Tecnura*, 19, 57-66.
- Vashistha, A., & Vashistha, A. (2018). Transformando los servicios globales. *Integración & comercio*, 44, 82-98.
- Zamagni, V. (2011). *Historia económica de la Europa contemporánea: de la Revolución industrial a la integración europea*. Barcelona: Crítica.