



# **Universidad del CEMA**

**Tesis de Maestría en Dirección de Empresas  
(MBA)**

**Rise of the Machines: High Frequency Trading en  
el mundo y su potencial en Argentina**

**Autor: Lic Jose Luis Onis**  
**[jlo11@cema.edu.ar](mailto:jlo11@cema.edu.ar)**

**Tutor: Prof. Dr. Rodolfo Apreda**

**Capital Federal, Octubre de 2011**

## Abstract

El Algorithmic Trading y el HFT son moneda común en los mercados de capitales desarrollados de Estados Unidos y Europa, llegando a representar más del 60% del volumen operado en distintas clases de activos hoy e involucrando a la mayoría de los grandes *players*, desde los mayores bancos de inversión a *hedge funds*.

La tendencia indica que esta proporción de trading automatizado seguirá creciendo, dejando atrás al trading manual y moviéndonos hacia un *skynet* financiero, donde los robots operaran entre si, removiendo al elemento humano de la ecuación, relegándolo al elemento comercial y al mantenimiento de estos sistemas y algoritmos, cambiando así la posición central del trader hacia el PhD en Matemática/IT.

Argentina todavía no ha visto esta revolución en sus Mercados, aunque existen incipientes avances dados por la CNV y mercados como Rofex/Mercado a Término de Rosario, que van abriendo el camino en esta dirección.

Este trabajo busca analizar ventajas y desventajas de esta nueva modalidad de trading desde el punto de la vista de la liquidez, volatilidad, descubrimiento de precios, eficiencia de mercado y riesgos, analizando las críticas más frecuentes de sus detractores.

Autorizo a la Universidad del CEMA a publicar y difundir a los fines exclusivamente académicos y didácticos la Tesis/Trabajo Final de mi autoría correspondiente a la carrera cursada en esta institución.

Jose Luis Onis  
DNI: 27.771.603

# Índice

Abstract .....	2
Introducción .....	4
Sección 1: Conceptos .....	6
Sistema de Trading y componentes .....	6
Ordenes, Order Books y logica de matching .....	7
Tipo de mercados: brokers/dealers y acceso directo. ....	9
Players .....	9
Interfaces únicas y protocolos. ....	11
Redes globales.....	12
Vendors .....	12
El tiempo .....	12
Eficiencia: descubrimiento de precios, liquidez y volatilidad .....	13
Ruteo, Mercados Nacionales y normativa relacionada. ....	13
Estados Unidos .....	13
Argentina.....	14
Brasil.....	14
Regulación .....	14
Estados Unidos .....	14
Argentina.....	15
Sección 2: Desarrollo.....	17
High Frequency Trading .....	17
Sección 3: Argumentos empíricos, de factibilidad, numéricos y regulatorios.....	21
Sección 4: Análisis crítico, marco regulatorio y modificaciones propuestas .....	28
Conclusiones .....	30
Bibliografía .....	33
Anexo I: Situación Argentina.....	34

## Introducción

Desde el comienzo del trading financiero, la velocidad ha sido un factor clave para realizar negocios rentables. Desde los jinetes que galopaban por Europa para llevar las noticias sobre la Primera Guerra Mundial a los Bancos para saber en qué activos posicionarse según quien iba ganando, pasando por la instalación de las primeras líneas de telégrafo transoceánicas entre América y Europa, hasta los *brokers* que, en el nacimiento del NYSE, alquilaban oficinas lo más cerca posible del recinto bursátil para llegar más rápido al piso para ejecutar a grito pelado las órdenes de compra y venta de sus clientes, todos los participantes en su momento han valorado el tiempo como un factor clave en la rentabilidad de su negocio.

El tiempo de ventaja ha significado distintas cosas según la época: mientras que en el siglo XVIII podíamos definir como ventaja competitiva saber 2 semanas antes quien había ganado una batalla en Europa para saber si nos deshacíamos de ciertas inversiones, en el siglo XIX que un buque llegara a América 5 días antes - 40 en lugar de 45-, con un diario europeo permitía saber si convenía comprar algodón o no.

Hoy, en el siglo XXI, los milisegundos –y pronto los microsegundos y luego los nanosegundos, marcaran la diferencia entre una operación rentable y otra que no lo es, con la velocidad de la luz como límite teórico/practico.

El advenimiento de la IT como base y soporte técnico del negocio financiero que se viene observando desde los años 80 (primero los sistemas electrónicos de precios, luego de trading, luego las redes de comunicaciones locales, luego regionales y luego globales, la fibra óptica, la duplicación constante de la capacidad de computo, y finalmente Internet) han hecho que los cambios en el tiempo, que antes consistían en reducir en un orden de magnitud los tiempos en que podíamos acceder a la información que queríamos, hoy nos permitan reducir de a varios ceros al mismo tiempo con cada cambio.

En este trabajo buscare describir el estado del arte de lo que se conoce como HFT o trading de alta frecuencia, una modalidad de operación donde los jugadores del mercado ingresan órdenes de compra y venta contra los *Matching Engines* de los mercados a velocidades que se miden en milisegundos.

Este es un tipo de estrategia que podemos englobar dentro de lo conocido como Algorithmic Trading, o trading automatizado.

Mientras que en esta se utilizan algoritmos basados en datos pasados, extrapolaciones o estimaciones de precios, cantidades y sus variaciones y correlaciones, en aquella se busca ganar una ventaja competitiva frente al resto mediante la velocidad de acceso al Mercado.

Esta busca procesar primero y más rápido market data (información sobre precios, cantidades y tiempo) colocando ordenes antes que el resto de los participantes de mercado.

En teoría y bien hecho, es posible aprovechar el concepto de prioridad precio/tiempo que se utiliza para armar los *books* de órdenes de los mercados para sacar una ventaja sobre el resto de los jugadores.

En las próximas secciones avanzare sobre estos conceptos, detallando los componentes básicos de una infraestructura de trading, pasando por su interacción y profundizando en como el efecto de la velocidad impacta en la estrategia.

Analizaremos el estado del arte, los principales *players*, y ventajas y desventajas declaradas por sus defensores y detractores.

La polémica actual reside en si este tipo de tecnología es beneficioso o perjudicial para los mercados de capitales.

Los defensores aducen que provee liquidez, reduce volatilidad, permite un descubrimiento de precios más eficiente y una construcción más uniforme de la teoría del precio continuo –no fragmentado-. Los detractores, tomando como base la experiencia del evento conocido como el Flash Crash del 6 de Mayo de 2010, donde el índice Dow Jones Industrial Average, perdió 1000 puntos en cuestión de pocos minutos, acusan a esta tecnología y modalidad de trading, de volver más inestable a un mercado ya hoy bastante ciclotímico y vulnerable por los vaivenes de la crisis económico financiera mundial.

Pese a que llegar a una conclusión sobre el tema es harto complicado y no conclusivo, intentare repasar los conceptos básicos, analizare la defensa y las acusaciones y detallare mi análisis tomando una postura fundada en mi investigación y experiencia.

El trabajo se encuentra estructurado de la siguiente manera:

Sección 1: Conceptos. Se detallaran los conceptos básicos relacionados al trading electrónico, algorithmic y high frequency trading.

Sección 2: Desarrollo.

Sección 3: Argumentos empíricos, de factibilidad, numéricos y regulatorios.

Sección 4: Análisis crítico, marco regulatorio y modificaciones propuestas.

Conclusiones: conclusiones y recomendaciones

Bibliografía: detalle del material utilizado en el análisis.

Anexo I: Caso Argentina.

Antes de terminar la introducción quisiera aclarar que actualmente desempeño mi función laboral en Primary Trading Solutions, empresa propiedad de Rofex / Mercado a Término de Rosario y que mi análisis y conclusiones son solamente el fruto de mi análisis profesional y que no reflejan necesariamente la posición de mi empleador sobre estos temas y que he hecho todo lo posible por hacer un análisis profesional y sin sesgos, sin tomar en cuenta los intereses comerciales de mi empleador.

## Sección 1: Conceptos

Buscare en esta sección detallar los componentes de un sistema electrónico de trading, su interacción, conceptos de funcionamiento y de HFT<sup>1</sup>.

### Sistema de Trading y componentes

Un Sistema electrónico de trading es aquella infraestructura que permite el ingreso de órdenes, generación y envío de *market data* con precios y el *matcheo* de dichas ordenes en base a un criterio predefinido.

La ventaja de los sistemas electrónicos de trading sobre sus antecesores –los manuales– es que permiten automatizar todo este proceso y brindar confiabilidad, escalabilidad, seguridad y performance: capacidades que luego de cierto volumen son imposibles de alcanzar en modo manual.

Pese a que no existe una estructura estándar en los distintos mercados mundiales para sistemas de trading, generalmente se emplea una arquitectura compuesta por los siguientes elementos:

- Una interface de ingreso de órdenes del lado del servidor, la cual implementa un protocolo propietario o estándar.
- Terminales de Trading con un *trader* humano operando u otros sistemas, que hablan ese protocolo y se conectan a dicha interface. Estas son conocidas como *front end* si el usuario ingresa manualmente las órdenes, u *OMS* si es una aplicación más sofisticada.
- Un *matching engine* (ME), el cual recibe órdenes de compra y venta y según un criterio predefinido las *matchea*, juntando así compradores y vendedores de un mismo activo que se ponen de acuerdo en un precio y una cantidad (total o parcial).
- Una interface de Market Data, que presenta los precios disponibles en el sistema como referencia, e informa de nuevas operaciones realizadas, a la que se conectan distintos *vendors* de data y las terminales y sistemas mencionados en el primer *bullet*.
- Un Sistema de *backoffice* para hacer el seguimiento de las operaciones concertadas, la realización de *allocations* o *giveups*, si el mercado y el regulador lo permitieran, y el seguimiento de posiciones, status de *clearing* y liquidación de transacciones.

---

<sup>1</sup> Todos los nombres de los conceptos serán utilizados en idioma inglés por no existir una traducción oficial y por entender que así son conocidos en los círculos financieros, a donde este trabajo está dirigido

Generalmente estos elementos se suelen agrupar también en front office (las actividades relacionadas propiamente dichas al trading) y en backoffice (las actividades relacionadas al *clearing* y *settlement* de las transacciones, mantenimiento de garantías y márgenes, si las hubiera y seguimiento de las operaciones realizadas)

Otra clasificación usada también en la industria es la de *pre-trade*, *trade* y *post-trade* para separar las actividades en función de su ubicación relativa a la concertación de la transacción, en donde por ejemplo recibir *market data* para saber los precios de bid y offer son actividades de *pre-trade* y el *giveup* de una operación ya realizada, a otro broker, de *post-trade*.

A nivel institucional, estos sistemas electrónicos funcionan en un 'ecosistema' financiero compuesto por bolsas y mercados de valores, instituciones de custodia de los títulos valores, y entidades que realizan el *clearing* y *settlement* de las transacciones.

## Ordenes, Order Books y logica de matching

Entendemos por orden una instrucción de compra o venta ingresada en un mercado por un bróker, ya sea sobre cartera propia o en representación de un cliente, sobre un activo especificando cantidad y según el caso, precio.

Según el Mercado y la autorización del regulador, existen distintos tipos de órdenes<sup>2</sup>, siendo las más comunes las detalladas a continuación:

- Orden *Market*: orden para comprar o vender cierta cantidad de un activo al precio disponible de Mercado, recorriendo el *order book* hasta completar la cantidad total. De esta operación surge un PPP (precio promedio ponderado) compuesto por las cantidades parciales multiplicadas por el precio de cada una de ellas, para determinar el precio de ejecución.
- Orden *Limit*: orden ingresada con precio y cantidad, si hubiera disponible contraparte se ejecuta la porción de la cantidad disponible y el resto queda *bookeado* a ese precio.
- Orden tipo *Market to Limit*: orden para comprar o vender cierta cantidad de un activo al precio de mercado, si la cantidad total no se ejecuta, el restante queda en el *book* como orden tipo *limit* al precio ejecutado.
- Orden *Stop Limit*: orden que se ingresa con 2 precios, precio de stop y precio de limit, cuando se alcanza el precio de stop (otro participante opera a ese precio en el mercado), se ejecuta una orden de compra o venta por el precio limit.
- Orden *Iceberg*: orden para comprar o vender cierta cantidad de un activo a un precio específico. Este tipo de orden es generalmente utilizado por inversores institucionales u operadores que desean hacer una operación por una cantidad

---

<sup>2</sup> Es importante tener en cuenta que dependiendo el Mercado, la definición de este tipo de órdenes podría cambiar ligeramente, pero en general siguen estos lineamientos.

importante y que no quieren que esta provoque un movimiento de precio desfavorable que pudiera afectar a la posición recientemente tomada. Este tipo de orden permite partir la orden en varios fragmentos iguales, los cuales se ejecutan en el intervalo de tiempo, ocultando así la cantidad original total del *trade* y causando un menor efecto en el precio.

A su vez es posible combinar los tipos de órdenes disponibles con un parámetro de duración:

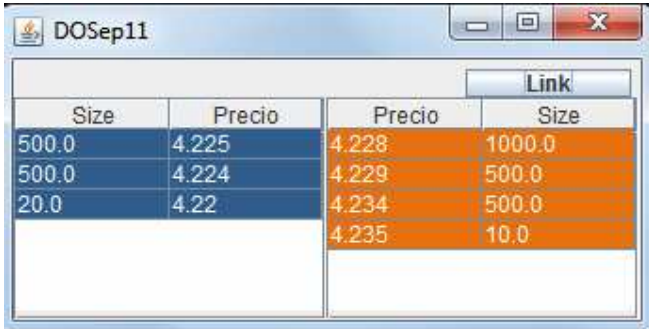
- **Fill or Kill:** la orden se ingresa en el Mercado y si no puede llenarse automáticamente se cancela, no quedando en el *book*.
- **DAY:** la orden queda en el Mercado por el día, pero al cerrar la rueda, según el horario definido por el Mercado, esta expira, o sea, desaparece.
- **GTC (*good till canceled*):** válida hasta cancelada) con o sin fecha definida: ciertos mercados permiten el modificador DATE que da la posibilidad de indicar hasta que fecha la orden podrá estar en el *book* hasta ser ejecutada hasta la fecha especificada o indefinidamente.

Todos los mercados cuentan con un libro de órdenes, u *order book*, como se conoce en inglés, que ha evolucionado desde una pizarra donde se escribían con tiza los precios y cantidades ofertadas por los agentes a sistemas electrónicos de bases de datos que almacenan las ofertas de los clientes.

Al ingresar una orden, si esta no es operada inmediatamente (no hay mercado), el trader tiene la opción de dejarla *bookeada*, esto es, que quede en este libro, registrada, para una futura operación si otra parte accediera a comprar o vender a ese precio.

Un *order book* típico se muestra en la siguiente figura, tomado de Rofex<sup>3</sup>, el mercado de derivados (futuros y opciones) de Argentina, para el producto Dólar americano contra Peso Argentino futuro (DO), posición Septiembre 2011.

Como se puede ver, en la siguiente captura:



Size	Precio	Precio	Link
500.0	4.225	4.228	1000.0
500.0	4.224	4.229	500.0
20.0	4.22	4.234	500.0
		4.235	10.0

<sup>3</sup> <http://www.rofex.com.ar>



Tenemos del lado izquierdo, las ofertas de compra (*bid*), con cantidades 500 a un precio de 4.225, 500 a 4.224 y 20 a 4.22, del lado de la oferta (*offer o ask*) tenemos 1000 a 4.228, 500 a 4.229, otros 500 a 4.234 y 10 a 4.235.

El Mercado implementa un concepto llamado prioridad precio/tiempo, en donde las ordenes se agrupan según el mejor precio (más alto para precio de compra, más bajo para precio de venta) y en función del horario de ingreso, esto es, la que primera entra para un mismo precio, primero será operada (FIFO por precio).

En este caso en particular se presentan en modo agregado, que implica que todas las órdenes de un mismo precio se agrupan, llegando a una cantidad total por mismo precio, aunque sin perjuicio de esto, se operara primero la porción a ese precio que primero entro.

Todo Mercado define una política de *matching* para las ordenes ingresadas por sus miembros, el caso más común y lógico es dado una orden de compra y venta sobre un mismo activo a un mismo precio, el mercado se encargara de juntarlas y operarlas, produciéndose así la operación, haciendo una compra/venta para cada una de las partes.

Si la cantidad ingresada fuera superior o inferior a la ofertada en ese momento, existe la opción de que el remanente quede en el *order book* o que directamente se descarte.

Existen también distintos modos de operación como subasta (*auktion*) y también distintos grupos horarios, como *pre-market* y *after hours*, que son utilizados para la formación de precios, previos y luego de la rueda general, y que cumplen la función de estabilización del mercado.

## Tipo de mercados: brokers/dealers y acceso directo.

Actualmente la operación en mercados puede simplificarse en 2 modalidades: que la orden de un cliente ingresada a través de un bróker se ejecute contra inventario del bróker/dealer (conocida también como *internalization*), o que esta sea enviada a un 'repositorio' u *order book* central, donde todas las órdenes son *matcheadas* entre sí.

Esta modalidad, es conocida como DMA o acceso directo al mercado y en principio es más transparente para los inversores finales ya que siempre se está operando contra el precio del mercado.

Independientemente de esto, por aspectos regulatorios todo *trade* debe ser informado al mercado donde se registra y ejecuta y publicado según la normativa aplicable.

## Players

Actualmente en Mercado de Capitales podemos encontrar distintos tipos de jugadores que podríamos clasificar en:

- Inversores institucionales: son generalmente fondos de pensión y jubilación, estatales y privados y fondos soberanos que deben garantizar un rendimiento

para sus asegurados cuando estos dejen de trabajar o para futuras generaciones. También compañías de seguro, fondos de universidades, etc.

Ejemplos son: California Public Employees' Retirement System (CalPERS), California State Teachers' Retirement System (CalSTRS), el Federal Retirement Thrift Investment Board, el fondo soberano de Noruega y de Arabia Saudita.

- Bancos de Inversión: bancos especializados en el *underwriting* de *securities* de sus clientes, las cuales hacen un mercado primario al comprar la emisión original para sí mismo y luego colocar en sus clientes y luego pueden oficiar de *market maker* en mercados secundarios.

Ejemplos son: Goldman Sachs, Merrill Lynch, Deutsche Bank Securities, Morgan Stanley, UBS Securities.

- Mutual Funds: fondos de inversión armados con aportes de inversores que son manejados por *money managers* especializados, operando en distintos tipos de activos.

Ejemplos: Vanguard, PIMCO y Fidelity son empresas que arman mutual funds con objetivos específicos que definen los activos en que invierten.

- Hedge Funds: avanzados fondos de inversión que mediante técnicas más sofisticadas buscan obtener un rendimiento por encima del *benchmark*, empleando un conjunto más agresivo de activos financieros, como derivados financieros, CDS y que emplean mucha ingeniería financiera, matemática, trading cuantitativo y apalancamiento.

Ejemplo de estos son: Blackrock, Citadel, Paulson & Co.

- Broker: entidad que solo hace intermediación para sus clientes y que cobran un fee como comisión, *ruteando* las ordenes de sus clientes a *dealers* como GS, ML, DBS y MS, entre otros. En los *discount brokers*<sup>4</sup> podemos mencionar E\*trade, Ameritrade e Interactive Brokers.
- Broker/Dealer y Dealers, pueden o no realizar intermediación, cuentan con inventario propio y compran y venden securities a sus clientes o a sus clientes y brokers, buscando ganar un *fee* sobre el spread de compra/venta que ofrecen.
- Clientes retail: inversor que mediante una cuenta en un *discount broker* o full broker opera directamente sobre el mercado accionario americano.

Y aunque sea irónico, hoy los Bancos Centrales mundiales (la Fed, el ECB, el BOJ y SNB, entre otros), participan activamente en los mercados cambiarios, de crédito y de

---

<sup>4</sup> Brokers que ofrecen como servicio financiero solamente el ingreso de órdenes, no dan asesoramiento ni acceso a research propio, es un modelo de negocio que se hizo popular en los 80 y tuvo éxito por sus bajas comisiones.

*equity* para debilitar sus monedas y sostener sus activos, por lo que considero interesante mencionarlos como *players* importantes.

Otra clasificación muy usada en la industria es la de buy side y sell side.

Con esto nos referimos a:

Buy side: este subgrupo está compuesto por el conjunto de instituciones que invierten en activos financieros como herramienta para manejar los fondos que tienen depositados de sus clientes, como pueden ser mutual funds, aseguradoras y fondos de pensiones.

Estas empresas compran y venden *securities*, pero se las denomina buy side porque compran servicios de inversión del sell side.

Sell side: este subgrupo está compuesto por broker/dealers y empresas de *research* que proporcionan recomendaciones de compra y acceso a liquidez para la compra/venta de títulos valores.

## Interfaces únicas y protocolos.

A medida que los nuevos sistemas electrónicos fueron naciendo en la década de los 80, primero como una herramienta para diseminar precios, mientras las operaciones todavía seguían concretándose por teléfono, y luego a fines de los 90 cuando se avanzó hacia una migración completa hacia lo electrónico, mediante la desaparición del piso, el lenguaje de comunicación o protocolo utilizado por estos sistemas era específico y distinto para cada uno de ellos.

Los problemas de interoperabilidad abundaban ya que, por ejemplo, el protocolo utilizado por el NYSE era distinto al utilizado en el Chicago Mercantile, pese a que los conceptos financieros subyacentes –compra, venta, asignación, orden market – fueran los mismos.

El comienzo del siglo XXI trajo de la mano la estandarización de la comunicación entre los participantes mediante la creación del protocolo FIX<sup>5</sup> (Financial Information Exchange) el cual permitió homogenizar, las actividades de trading sobre distintos tipos de equipos (monedas, *equity*, crédito, derivados) de una única manera, pasando de esta forma de un torre de Babel, a un ‘Esperanto’ de los Mercados Financieros.

Las ventajas de este lenguaje único son muchas, y entre ellas podemos destacar la facilidad con la que es posible conectar a nuevos participantes y mercados, el menor tiempo de desarrollo de aplicaciones y la unificación de criterios en las operaciones.

La aparición de FIX sirvió para unificar el lenguaje de comunicación y potenciar una tendencia ya existente: la consolidación de los mercados en Estados Unidos, objetivo propuesto por la regulación NMS.

---

<sup>5</sup> <http://www.fixprotocol.org>

## Redes globales

La existencia de un lenguaje global de comunicaciones entre Mercados – FIX – hizo que el próximo paso lógico fuera la existencia de redes de comunicaciones que conectaran a los distintos mercados, permitiendo de esta manera la existencia de una “Internet Financiera”.

Entre las más conocidas y usadas podemos mencionar a: TNS<sup>6</sup>, BT Radianz<sup>7</sup>, Bloomberg Tradebook<sup>8</sup> y Thomson Reuters<sup>9</sup>.

Estas redes permiten conectar a un participante a múltiples mercados mundiales con una única conexión, formando una topología de estrella y aprovechando los efectos de red.

## Vendors

Existen empresas especializadas que brindan análisis y precios en tiempo real para sus clientes, estas son utilizadas como herramientas de soporte para la toma de decisiones de inversión:

A nivel internacional podemos mencionar Bloomberg, Thomson Reuters, Sungard<sup>10</sup>, CMA<sup>11</sup> y a nivel nacional Nosis<sup>12</sup>.

## El tiempo <sup>13</sup>

A medida que nos vamos adentrando en el mundo del HFT es necesario hacer una definición de cómo se mide el tiempo en los niveles inferiores a un segundo.

1.0	second [ s ]
0,001 [ thousandth ]	millisecond [ ms ]
0,000 001 [ millionth ]	microsecond [ μs ]
0,000 000 001 [ billionth ]	nanosecond [ ns ]
0,000 000 000 001 [ trillionth ]	picosecond [ ps ]

Actualmente (Octubre de 2011) cuando hablamos de latencia - el tiempo que lleva realizar una operación - utilizamos magnitudes del orden de los milisegundos para referirnos a una orden y del orden de microsegundos para el tiempo de propagación en una red de telecomunicaciones interna.

---

<sup>6</sup> <http://www.tnsi.com>

<sup>7</sup> <http://www.radianz.com>

<sup>8</sup> <http://www.bloomberg.com>

<sup>9</sup> <http://www.thomsonreuters.com>

<sup>10</sup> <http://www.sungard.com>

<sup>11</sup> <http://www.cma.com.ar>

<sup>12</sup> <http://www.nosis.com.ar>

<sup>13</sup> Tomado de: [http://www.simetric.co.uk/si\\_time.htm](http://www.simetric.co.uk/si_time.htm)

Hoy es común encontrar soluciones que hablen de 25.000 ordenes/sec, lo que sería una orden por 0,0004 segundos, o una orden cada 40 milisegundos

Últimamente han aparecido sistemas<sup>14</sup> que pueden procesar Market Data en una millonésima de segundo.

### **Eficiencia: descubrimiento de precios, liquidez y volatilidad**

Price discovery: proceso por el cual las voluntades de compra y venta de activos por distintos actores, ofreciendo un precio que – en teoría – lleva descontada toda la información disponible sobre el activo, permite establecer el valor (que podemos definir como el valor actual de su flujo de fondos futuros) en este momento.

Liquidez: es la propiedad por la cual es posible adquirir o desprenderse de un activo con relativa sencillez, sin altos costos y sin que la operación modifique el precio de manera significativa.

Volatilidad: medida de variación de los precios en ambas direcciones de un activo en un intervalo dado.

### **Ruteo, Mercados Nacionales y normativa relacionada.**

Todo mercado de capitales se encuentra más o menos regulado y los distintos organismos nacionales de cada país se encargan de emitir la regulación que consideran necesaria para la defensa del público inversor, la estabilidad del sistema y la reducción del riesgo sistémico.

En Argentina y en Estados Unidos se emplea la figura de Mercados autorregulados: mientras que el regulador impone el marco, cada uno de ellos emite la normativa para sus agentes y aplica sanciones según corresponda dentro de su funcionamiento normal, esto permite descentralizar la función de control, delegando el día a día en los propios mercados y dejando al regulador para una función más macro y específica que involucren delitos concretos.

A los fines de este trabajo mencionamos a los siguientes reguladores y la legislación de Estados Unidos y de nuestro país que se relaciona con el tema que estamos tratando.

### **Estados Unidos**

La SEC (*Securities and Exchange Comision*) es el regulador autorizado y creado por ley luego de la crack del 30 y es la encargada de la aplicación de las siguientes leyes:

---

<sup>14</sup> <http://burstream.com/?p=116>

FINRA es el regulador independiente de Estados Unidos - formado por todos los Mercados, broker/dealers y demás participantes – es el organismo de autocontrol encargado de emitir normativa y aplicar sanciones según corresponda, a sus asociados.

## Argentina

CNV:<sup>15</sup> La Comisión Nacional de Valores (CNV) es una entidad autárquica con jurisdicción en toda la República Argentina.

La CNV fue creada por la Ley de Oferta Pública No. 17.811 y su objetivo es regular la oferta pública velando por la transparencia de los mercados de valores y la correcta formación de precios en los mismos, así como la protección de los inversores.

La acción de la CNV se proyecta sobre las sociedades que emiten títulos valores para ser colocados de forma pública, sobre los mercados secundarios de títulos valores y sobre los intermediarios en dichos mercados.

La acción de la CNV también se proyecta sobre la oferta pública de contratos a término, de futuros y opciones, sobre sus mercados y cámaras de compensación, y sobre sus intermediarios.

## Brasil

CVM: La Comissão de Valores Mobiliarios es el regulador autorizado que ejerce una función de *oversight* sobre todo el sistema bursátil Brasileiro.

## Regulación

### Estados Unidos

Entre las leyes más destacadas que hacen referencia al trading podemos mencionar:

The Securities Act of 1933  
The Securities Exchange Act of 1934,  
The Trust Indenture Act of 1939  
The Investment Company Act of 1940,  
The Investment Advisers Act of 1940  
The Credit Rating Agency Reform Act of 2006

Y las más actuales:

---

<sup>15</sup> Tomado de: <http://www.cnv.gob.ar/quees.asp>

Reg NMS<sup>16</sup>: Regulación sancionada en el 2007 que busca la integración de los Mercados de Valores nacionales a nivel precio.

Antes de su existencia era posible que un mismo activo (ej Acción de General Motors) se negociara a distinto precio en diferentes Mercados locales en el mismo momento.

Lo que esta regulación busca es establecer un mercado integrado, respetando las diferencias de cada Exchange involucrado, pero con un precio nacional independientemente de donde se esté ejecutando.

Esta surgió para solucionar la fragmentación que se produjo en los 70/80. Hoy un mercado participante, si no tiene el NBBO debe *enrutar* la orden a otro Mercado que lo tenga.

NBBO<sup>17</sup>. *National Best Bid Offer*, o mejor precio de compra venta nacional, precio que se calcula en base a los precios de compra/venta de un activo en los distintos mercados locales disponibles, y que es considerado el mejor (más bajo de venta, más alto de compra).

Este es el *benchmark* cuando se realiza una operación y lo que buscara un inversor a la hora de operar.

Existe cada vez una mayor presión y ciertas iniciativas en Estados Unidos para que la actividad de HFT sea regulada, pero se presentan ciertos desafíos y cuestionamientos que serán analizados en las próximas secciones.

## Argentina

Ley 17811<sup>18</sup> : el proyecto presentado el 16 de julio 1968 es la Ley de Oferta Publica vigente hoy en nuestro país y en su objetivo declarado dice:

“El proyecto en cuestión tiene por objeto sustituir la antigua legislación vigente contenida en el Código de Comercio y en leyes y decretos modificatorios, por un sistema actualizado que regule en forma integral todo lo referente a la oferta pública de títulos valores, a la organización y funcionamiento de las bolsas de comercio y mercados de valores y a la actuación de las personas dedicadas al comercio de aquéllos.

La intención de modernizar las instituciones esenciales de la actividad económica argentina, se combina en el proyecto con el propósito de proteger a los inversores, especialmente a aquellos que forman el medio común de los habitantes, y que por carecer de la información necesaria han padecido en mayor grado las consecuencias de la actividad de empresas improvisadas o carentes de la solidez necesaria para garantizar un seguro y productivo destino al ahorro público”

---

<sup>16</sup> Tomado de: [http://en.wikipedia.org/wiki/Reg\\_NMS](http://en.wikipedia.org/wiki/Reg_NMS)

<sup>17</sup> Tomado de: <http://en.wikipedia.org/wiki/NBBO>

<sup>18</sup> <http://www.cnv.gob.ar/LeyesReg/Leyes/esp/LEY17811.htm>

Decreto 677/2001: Régimen de Transparencia de la Oferta Pública.

Regulación CNV sobre Acceso Directo al Mercado (DMA)

Regulación CNV FIX<sup>19</sup>: En esta la CNV reconoce la importancia del protocolo FIX y como la interconexión entre mercados nacionales es clave para evitar la fragmentación, en el proyecto de cambio del Texto Ordenado y del reglamento para Mercados dice:

“Que el Protocolo FIX es el protocolo estándar de la industria financiera, que han adoptado la amplia mayoría de los mercados internacionales de valores negociables para interconectar sus sistemas de negociación”

Y pide:

“Que concretamente se requiere a las entidades autorreguladas que antes del 30 de junio de 2011, presenten a tal fin un plan de trabajo a los efectos de implementar, antes del 30 de junio de 2012, una interface de mensajería compatible con el Protocolo FIX versión 4.2 o superior, elaborando asimismo las especificaciones técnicas necesarias para que una tercera parte pueda implementar una aplicación que opere con total funcionalidad con su sistema informático de negociación de valores negociables”

Esto nos lleva a pensar que las bases para la implementación de HFT en nuestro país están siendo sólidamente definidas.

---

<sup>19</sup> <http://www.cnv.gob.ar/LeyesReg/CNV/esp/RGC587-11.htm>



## Sección 2: Desarrollo

En esta sección se aborda el objeto del trabajo.

En esta sección profundizo sobre el tema central de este trabajo: High Frequency Trading, detallando que es, como se desarrolla, ventajas y desventajas descriptas por los participantes y reguladores y su impacto en el Mercado.

### High Frequency Trading

Podemos definir al trading de alta frecuencia o HFT en base al estudio<sup>20</sup> hecho por el Boston Consulting Group para la SEC como: “una estrategia que se apoya en la rotación de pequeñas posiciones muy rápidamente mediante el ingreso de órdenes de compra o venta de activos, basadas en la detección de ineficiencias o patrones de Mercado”

Como indica el estudio, la tecnología y la velocidad son características claves ya que esta requiere sistemas automatizados capaces de identificar oportunidades e ingresar grandes cantidades de órdenes y operarlas a velocidades medidas en milisegundos.

Dada la sofisticación de esta actividad, los *players* que las utilizan son generalmente bróker/dealers con un avanzado desarrollo de su tecnología interna como Getco, Goldman Sachs, Deutsche Bank Securities, UBS, entre otros.

Este tipo de *players* suelen ser al mismo tipo *market makers* de los mercados donde ejecutan este tipo de estrategias, por lo que el beneficio obtenido es apalancado por los *rebates* o concesiones económicas que el mercado les hace (bonificación de los *fees* de registro o de mercado y hasta pago de comisiones por la actividad de *market making*).

El objetivo de este ingreso tan rápido de ordenes es capturar el spread de compra venta antes que otros jugadores, spreads que en muchos casos suelen estar medidos en decimas de centavos (ej. 0.001), pero que por la alta velocidad (rapidez) y cantidad de operaciones (escala), hacen rentable el negocio.

Generalmente ese tipo de actividad hace que **las posiciones solo sean mantenidas durante el mismo día en que son abiertas (*trading intraday*)**, 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.

Dado el beneficio económico logrado en los últimos tiempos, muchos participantes se han volcado a este tipo de actividades, llegando a superar<sup>21</sup> esta modalidad el 60% del volumen de *equities* operados en Estados Unidos, desde un 35% en 2005.

---

<sup>20</sup> Disponible en <http://www.sec.gov/news/studies/2011/967study.pdf>

<sup>21</sup> Estimaciones conservadoras, algunas otras fuentes mencionan números más cercanos al 75% hoy en *equities*, con incipiente avance en FX y bonos.

Podemos decir que dos factores claves han dado pie al surgimiento y crecimiento de esta tendencia: la modernización de la estructura de los mercados de capitales y el desarrollo de la tecnología informática de ultra alta velocidad.

Desde el punto de vista de mercados los factores puntuales han sido:

- La “electronización” de los mercados: el hecho que los mercados sean electrónicos y el *matching* automático, permiten ganar en velocidad, eficiencia y escala. Esto permite el rápido procesamiento de *Market Data* y el ingreso de órdenes en base a patrones o algoritmos. Sistemas manuales harían imposible esto.
- La decimalización: en un principio los precios de las *equities* se expresaban con fracciones, esto es, una acción de MSFT podía valer USD3 y 4/7. La decimalización hizo posible pasar el formato de los precios a decimales, lo que los hizo más fácilmente operables por programas automatizados. Esta iniciativa de la SEC permitió abrir los precios y generar spreads más ‘finos’.
- La competencia entre los distintos tipos de mercados permitió que estrategias más sofisticadas pudieran ser implementadas, y que los participantes pudieran hacer que los mercados – conservadores por definición – permitieran el uso de tecnología de automatización de forma cada vez más avanzada.
- DMA: el acceso directo al Mercado y el uso de un *order book* central permite que una orden ingresada pegue directamente sobre el conjunto de todas las órdenes disponibles, permitiendo impactar sobre todo el conjunto del mercado para ese activo y no de forma fragmentada como podría ser contra el inventario de un *dealer*.
- La regulación NMS (National Market System), el concepto de NBBO (National Best Bid Offer), las flash orders, y el concepto de ruteo electrónico de órdenes (*order routing*): este conjunto de regulaciones, impuestas por la SEC, permitió la integración de los mercados, la unificación del mejor precio de compra y venta de un activo en todo el país, independientemente del mercado en que se opere, y la obligación legal de que una orden deba ser enrutada (enviada) a otro Mercado si el que la recibe no tiene el mejor precio para ese título/valor en ese momento.

Y los avances en tecnología tales como:

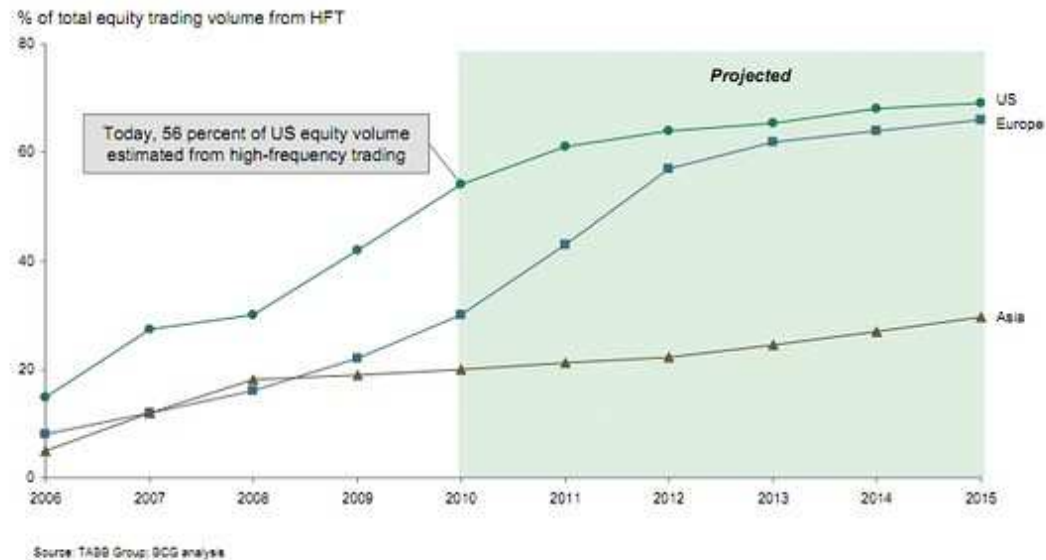
- Aumento en la velocidad de transferencia en redes de datos, en varios ordenes de magnitud: de 100 Mbit/seg, a 1GB/seg, luego 10Gb/seg y finalmente Infiniband internamente.
- Aumento de capacidad de procesamiento de los procesadores (Ley de Moore que dice que cada 18 meses se duplica la capacidad de procesamiento de los equipos).

Estos cambios tecnológicos permitieron que fuera más fácil que complejos algoritmos pudieran procesar gran cantidad de datos (por ej.: cálculo de escenarios, correlaciones entre miles de activos en tiempo real y gestión del riesgo) lo suficientemente rápido como para que el tiempo entre esta actividad y el envío de una orden al mercado no significara un riesgo de quedar desfasado del cambio que se acababa de producir en el precio o cantidad.

Las redes de comunicaciones, el uso de fibra óptica y la tecnología de ruteo inteligente permitieron que la orden generada en Chicago pudiera estar en NYC a microsegundos de enviada, esto hizo viable las estrategias de HFT.

En el siguiente grafico – tomado del informe mencionado - se puede ver la evolución del HFT en los mercados americano, europeo y asiático a nivel de participación en la operatoria total y su proyección hasta 2015 donde se espera que alcance un valor superior al 75%.

Exhibit 3.3.2-1: Significant growth in high-frequency trading (HFT)



Los Sistemas de HFT trabajan leyendo el *book* de órdenes y generando estrategias en base a algoritmos propios y **secretos**, proveyendo y tomando liquidez mediante el envío de órdenes y cancelaciones, buscando aprovechar los precios de ese momento.

La existencia de conexiones ultra rápidas de *Market Data* permite la recepción y procesamiento de estos *books* en casi tiempo real y el ingreso de órdenes que según la estrategia, podrían ejecutar una estrategia de formación de precios.

La velocidad es un factor tan importante que los *players* de este segmento llegan incluso a alquilar espacio de rack en los *datacenters*<sup>22</sup> de los mercados para estar más cerca del sistema central de procesamiento, ganando así unos microsegundos en el tiempo de latencia hasta llegar al *Matching Engine*.

En esto la velocidad es clave, ya que poder procesar el *book* e ingresar miles de órdenes antes que un competidor, es lo que da la ventaja competitiva. La combinación de tecnología con algoritmos de procesamiento del *book* e ingreso de ordenes permite adelantarse a los cambios y poder posicionarse (“*frontrun*”) al resto de los participantes.

Esta cuestión, la base de la defensa y la crítica de este tipo de estrategias, que en principio podría parecer ilegal, o al menos una práctica desleal, será analizada en la próxima sección.

---

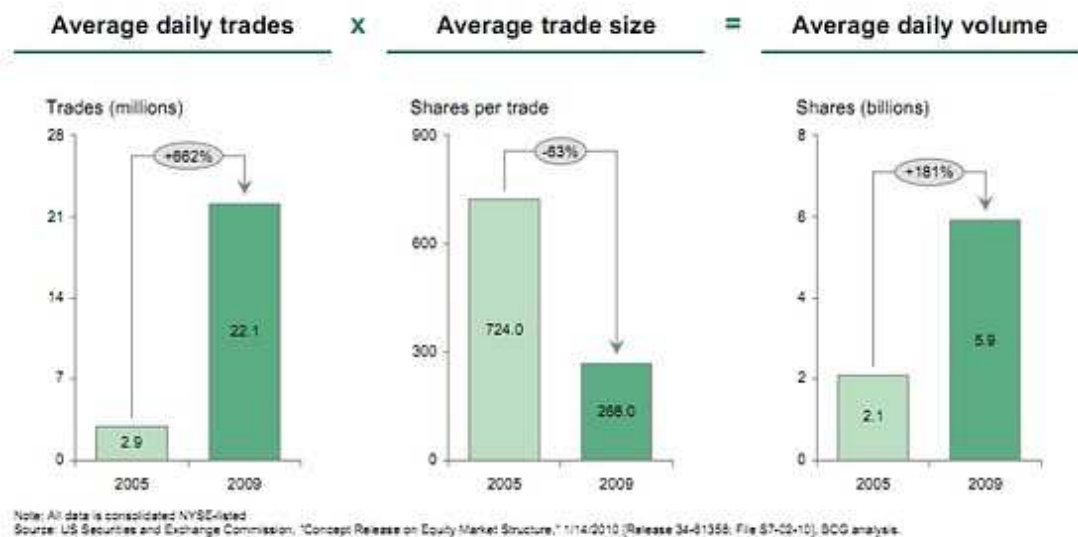
<sup>22</sup> Este concepto se conoce como co-location, los Mercados de valores alquilan espacio en sus racks de cómputo para que los participantes tengan un menor tiempo de acceso. Cada milla cuenta.

### Sección 3: Argumentos empíricos, de factibilidad, numéricos y regulatorios

En esta sección analizare más profundamente el fenómeno HFT desde el punto de vista numérico y empírico sobre el Mercado Estadounidense.

Como se puede ver en el siguiente gráfico<sup>23</sup>, y pese a que es no es posible adjudicar la causa perfectamente, es posible deducir que, combinado con el aumento del HFT medido en volumen, la cantidad de *trades*, el tamaño promedio de cada uno de ellos y el volumen, medido en acciones, se han visto afectados.

Exhibit 7.5.2.2-2: Trends in trading activity, partly driven by high-frequency trading



Como se puede ver, la cantidad promedio de *trades* diaria – operación de compra/venta de *equities* – paso en 4 años de 2.9M de operaciones a 22.1M, un aumento del 662%, esto tiene un correlato interesante con el tamaño promedio del trade, pese a que podría intuirse que este continuaría (relativamente) estático al aumentar la cantidad total de *trades*, este ha disminuido de 724 acciones por trade a 268, esto es, -63%, este cambio se condice con la premisa del HFT que indica que aumenta la cantidad de trades –posiciones tomadas – pero que estas son más chicas, fruto de que buscamos impactar el precio sin una intención real de asignar capital.

<sup>23</sup> Tomado de 20)

El tercer dato medido sigue confirmado esto, ya que se ve que el volumen total operado, paso de de 2.1 billones de acciones por dia, a 5.9B.

Diversos estudios han analizado el impacto en mercado del HFT.

En mi investigación tuve en cuenta un paper titulado “*High Frequency Trading and Its Impact on Market Quality*”.<sup>24</sup>

Este estudio busco analizar las estrategias utilizadas por los players del segmento HFT, la rentabilidad del negocio y su relación con las principales características del mercado, como liquidez, volatilidad y eficiencia de precios.

El estudio, que tomo un conjunto de datos reales pasados y aplico técnicas de análisis de *market data*, encontró lo siguiente:

- 77% de los *trades* apuntaban a implementar una estrategia de Price-reversal.
- No encontró evidencia que los HTFs se retiren del mercado en tiempos problemáticos (caída masiva de precios o retiro de liquidez) o que haga front-running de otros participantes que no implementan HFT.
- Las 26 firmas de HTFs de la muestra ganan aprox USD 3B anualmente
- Las firmas de HFT demandan liquidez en el 50.4% de los trades y la proveen en el 51.4%.
- Los HTFs hacen que otros trades ocurran más rápido (acercan puntas más rápidamente que si no estuvieran activos)
- Los HTFs ingresan órdenes dentro del spread de precios el 50% del tiempo.
- Si los players de HFT **no** fueran parte del mercado, el trade promedio de 100 acciones resultaría en un movimiento de precio de USD0.013 más que el actual, mientras que uno de 1000 acciones causaría uno adicional de USD0.056.

El estudio concluye que los HTFs son parte integral del proceso de descubrimiento y eficiencia de precio. Según el autor esta modalidad de trading contribuye a la eficiencia de Mercado, esto es, el activo tiene un precio justo todo el tiempo.

Otro punto clave, y crítica fundamental de los detractores, es que según este estudio, al retirar la actividad HTF que iniciaba los *trades* de la muestra, la volatilidad no se ve afectada, pero que cuando se elimina completamente toda actividad (*trade* contra una pata ingresada por HTF) esta aumenta significativamente.

Del lado de los defensores de esta actividad, entre ellos los bancos de inversión que los utilizan y empresas desarrolladoras y comercializadoras de este tipo de software, utilizan como argumento que el HFT es una actividad de bajo riesgo por las siguientes razones:

- El HFT es una actividad de bajo margen (implica bajo riesgo y baja recompensa) por *trade*.

---

<sup>24</sup> Disponible en: [http://www.futuresindustry.org/ptg/downloads/HFT\\_Trading.pdf](http://www.futuresindustry.org/ptg/downloads/HFT_Trading.pdf)

- El HFT no compete con inversores de largo plazo dado que los pequeños movimientos de precio que podría provocar en el día no impacta en el largo plazo, por ser momentáneos y corregidos rápidamente por función del arbitraje
- Los HFT toman el lado contrario del inversor de largo plazo, no el mismo, por lo que no cambian su precio target.
- HFT no es una burbuja, dado que no puede explotar ya que no usan un apalancamiento importante, por lo que las pérdidas no pueden ser masivas, y dado que no se asigna gran cantidad de capital, no impone un riesgo sistémico.
- El HFT hace que los mercados sean más profundos, con spreads más cercanos, más líquidos y con menor volatilidad.

En la siguiente tabla detallamos una comparación de la economía de costos entre un jugador de HFT y un inversor de largo plazo en el mercado de *equities* en Estados Unidos.

Margen de ganancia neta por acción por HFT: aproximadamente **USD 0.0001**

Fees del bróker: **USD 0.00005**

Fee de la SEC **USD 0.000054/acción**

Ganancia anual total: **USD 2Bn/año**

Comparación entre ganancias y costos entre *player* HTF e inversor largo plazo

<b>Concepto</b>	<b>HTF</b>	<b>Inversor de largo plazo</b>
Margen de ganancia	Pequeño	Grande
Costos de transacción	Pequeño	Grande
Requerimientos de capital	Pequeño	Grande
Consistencia de la ganancia	Grande	Pequeño
Potencial ganancia total	Pequeño	Grande

Del lado de los críticos encontramos las siguientes afirmaciones:

- El HFT ‘roba’, céntimos de centavos de los otros jugadores, que en un *trade* no significa nada, pero multiplicado por billones de operaciones al año es significativo.
- Es *frontrunning*, dado que al tener acceso más rápido a la *market data* es una forma virtual de operar con el diario ‘de mañana’ o mejor dicho, del próximo milisegundo.
- Ciertos participantes van aún más lejos y utilizan técnicas ilegales como ‘*quote stuffing*’ que saturan los enlaces por donde se envían los precios para que sea más difícil todavía para los otros inversores saber el estado de los mercados en un momento dado.

El evento del 6 de Mayo de 2010, conocido informalmente como el Flash Crash<sup>25</sup>, donde el Mercado perdió 10% de capitalización en menos de 10 minutos (el índice Dow Jones bajó 1000 puntos de 10.000 aprox) con una pérdida aproximada de capitalización de USD1 trillón y donde acciones tales como Procter & Gable llegaron a operarse a 1 centavo de dólar (desde un precio de USD60), es según sus críticos, la mejor demostración del efecto nocivo del HFT sobre los mercados de capitales.

Existen varias hipótesis sobre lo que paso ese día, las oficiales indican un conjunto de eventos desafortunados sin aplicar la culpa concretamente a nadie, las no-oficiales indican que el HFT mediante interacciones entre distintos participantes, el uso de *stub quotes* y ordenes tipo *market* sobre un mercado sin liquidez retroalimentaron la caída de precio en múltiples activos.

El efecto 'velocidad' de la operación del HFT hace que un cambio de precio por un error (podría ser una orden mal ingresada, un market maker retirándose y secando la liquidez) se propague de tal manera que se lleve "puesto" el Mercado en cuestión de segundos.

La alta correlación de los activos financieros, índices con títulos individuales, derivados con sus subyacentes, ETFs con las *securities* que los componen, hacen que el trading automático que se basa en correlaciones esperadas y arbitraje entre estos, dispare también caídas y subidas masivas.

Según el *Wall Street Journal*, basado en el informe de la SEC y la CTFC:

"HFTs [then] began to quickly buy and then resell contracts to each other—generating a 'hot-potato' volume effect as the same positions were passed rapidly back and forth. The combined sales by the large seller and high-frequency firms quickly drove the E-mini price down 3% in just four minutes."

Y IOSCO, la organización que reúne a los reguladores de títulos valores internacionales (como la CNV y la SEC) opino:

"While algorithms and HFT technology have been used by market participants to manage their trading and risk, their usage was also clearly a contributing factor in the flash crash event of May 6, 2010."

Aunque es imposible concluir sin lugar a duda el culpable de estos eventos - dado el inmenso volumen de datos y la imposibilidad de asociarlos perfectamente -, y diversos mini-Flash Crashes que ocurrieron luego de este, sí es posible intuir que el uso de tecnologías de alta velocidad y automatizadas tienen la capacidad de ser un factor desestabilizante si no son usadas, controladas y reguladas efectivamente.

Pero en una industria donde la innovación es contante y donde el milisegundo cuenta, supervisión, regulación, control son todas actividades que introducen latencia, el enemigo principal de la alta velocidad, por lo que el regulador debe encontrar un punto

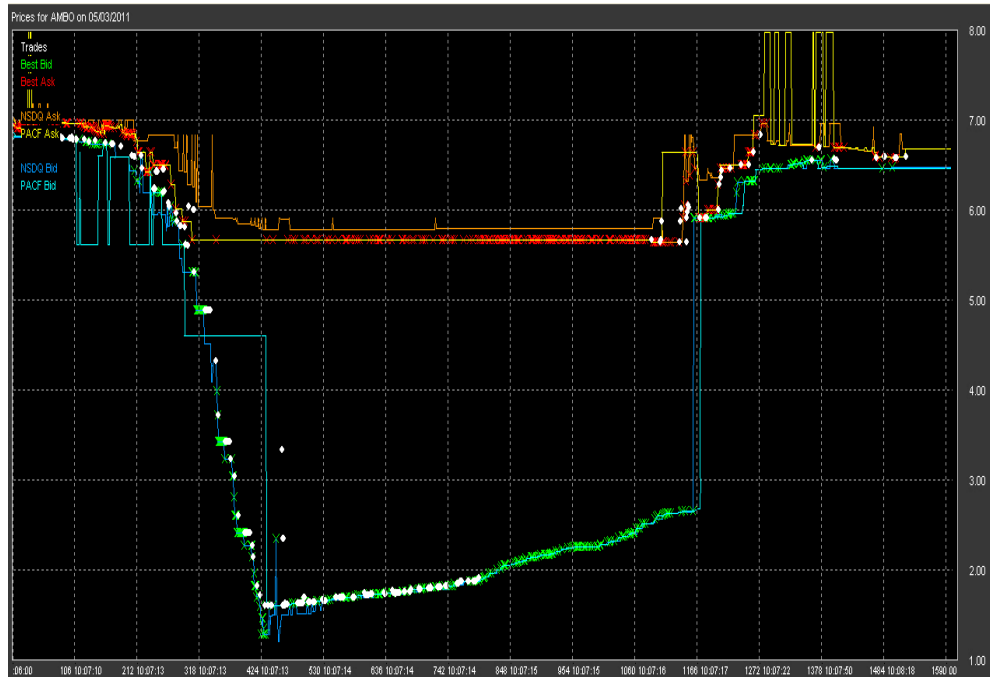
---

<sup>25</sup> Término utilizado para indicar una caída masiva y **muy** rápida del precio de un activo que generalmente se recupera rápidamente.



medio razonable que no coarte la libertad tecnológica de los participantes, pero que tampoco permita el uso de tecnología que amplifique el riesgo sistémico.

En los siguientes gráficos se ven distintos movimientos de precios adjudicados al uso de tecnología HFT y que pueden ser justificados mediante errores o desbalances de cotizadores automáticos y *'runaway algorithms'*<sup>26</sup> como se define en la jerga.



En este se ve caída del precio de AMBO que baja de USD6 a USD1 en cuestión de milisegundos.

En esta captura de Bloomberg podemos ver como el precio cae rápidamente para recuperarse en cuestión milisegundos, en ese momento la empresa perdió más de 500 millones de USD de capitalización sin que existiera ninguna noticia que justificara la caída en la cotización.

<sup>26</sup> Algoritmos programados con un cierto fin (ej: arbitraje del SP500 (SPY) contra el DAX siguiendo el tipo de cambio EURUSD, pero que en un momento dado, por una interacción no esperada con otro algoritmo o error de programación, pierde su objetivo y empieza comportarse de manera errática.



En base a este gráfico, nos preguntamos: ¿Cómo es posible que pase esto? ¿Cómo es posible que una acción pierda el 50% de su precio y la empresa el 50% de su capitalización de mercado en milisegundos sin información significativa (quiebra, fraude, etc) o noticias macro que la afecten?

Primero, es posible deducir que esto no involucra actividad manual dado que sucede en milisegundos, tanto la caída como la recuperación, segundo, sería imposible para un *trader* humano vaciar de liquidez la plaza de una determinada security en el NYSE, por más ilíquida que fuera, de manera tan brusca.

Muy posiblemente se trate de la acción combinada de varios algoritmos, que al detectar una baja 'normal' de precio por una venta, se activan al mismo tiempo disparando un *fire sale*, que tira el precio del activo hacia abajo, dado que como es imposible suponer el precio, generalmente se manejan con órdenes market o limit sobre último precio operado.

Mientras que un banco de inversión puede probar su algoritmo contra un conjunto de precios de mercado, la interacción entre los diversos algoritmos HFT de distintos participantes no puede ser probada previamente dado el secreto que envuelve a estas estrategias.

La interacción de estos algoritmos y la alta velocidad, que impiden intervención humana rápida, tienen un efecto de profecía autocumplida, en donde una baja se ve exacerbada por la venta de otro algoritmo que vuelve a afectar así al primero por su brusquedad, entrando en un *loop* donde el límite es la cotización: USD 0.

Mary Shapiro, la actual *chairwoman* de la SEC señala a las *stub orders* como uno de los principales culpables de estos movimientos extremos de precios, los que se ven exacerbados por el HFT.

Este tipo de órdenes tienen precios ridículos o muy fuera de mercado, que generalmente los *market makers* ingresan para cumplir con su obligación de cotizar en todo momento pero sin intención realmente de comprar o vender

En un mercado sin HFT, de operadores manuales, estas nunca serían operadas dado que un operador humano las desearía por ser erróneas y a sabiendas que el mercado las 'daría vuelta'<sup>27</sup>, por ser valores claramente erróneos, digamos USD0.01 o USD100.000<sup>28</sup>,

Pero un sistema que no controle (control implica milisegundos perdidos) si el precio es razonable directamente la operaría, llevando más abajo el precio todavía y provocando una cantidad de *trades* que difícilmente el mercado pueda cancelar luego y con el consiguiente contagio de precios en activos relacionados (hoy, básicamente, todos).

Según reportes recientes, desde Mayo de 2010 han habido más de 549<sup>29</sup> *flash crashes* en distintos activos relacionados a HFT.

---

<sup>27</sup> Término utilizado en la jerga que significa que las anularía.

<sup>28</sup> En estos valores, durante el flash crash llegaron a operarse las acciones de Procter and Gamble y de Accenture.

<sup>29</sup> Según <http://www.zerohedge.com/article/exclusive-presenting-flash-crashes-2010-part-1>

## Sección 4: Análisis crítico, marco regulatorio y modificaciones propuestas

Actualmente el marco regulatorio impuesto por la SEC en Estados Unidos y por el regulador de la comunidad Europea y de los países miembros individualmente para este tipo de actividades es inexistente, y pese a que han aparecido algún tipo de *request for comments* o *press releases* que anuncian el interés del regulador en mayor control sobre ese tipo de actividades en el futuro, actualmente nada tiene peso de ley.

Los reguladores van varios pasos atrás de los principales participantes del mercado.

A modo de defensa de los reguladores podemos decir que es muy difícil competir en una industria de tecnología tan avanzada y sofisticada en donde los mejores talentos son capturados por los grandes bancos de inversión y donde el regulador no puede competir ni en salarios ni en prestigio – estigma del trabajo en el sector público - para al menos poder realizar una supervisión razonable.

La misma naturaleza de la actividad no ayuda, dado que es imposible estimar ex ante cual sería el resultado de un algoritmo de HFT *suelto* en el mercado ya que depende de millones de interacciones con otros *players* del Mercado.

Tampoco el tema del secreto ayuda, dado que generalmente estos algoritmos y el detalle de como realizan estas actividades suelen ser información confidencial de la organización dado que le otorga una ventaja competitiva, lo que hace poco probable que fuera a acceder a compartirla con nadie.

Más allá de todo esto, es fundamental el desarrollo de un marco de supervisión de este tipo de actividades que permita un seguimiento razonable para garantizar la estabilidad del Mercado de Capitales.

Ahondaremos más este tema en las conclusiones, pero creemos necesario la implementación de una *clearing house* de algoritmos, una registración obligatoria de los participantes que están involucrados en HFT y sus capacidades, la implementación de un *consolidated tape* nacional (se encuentra propuesto pero vemos dudosa su implementación y fondeo con el corto/mediano plazo ) y su análisis en tiempo real y *circuit breakers* más específicos y correlacionados que los existentes actualmente, entre otras cosas, para reducir el riesgo sistémico de esta actividad.



## Conclusiones

En base a mi investigación y análisis, creo que es clave, antes de llegar a una conclusión sobre si el HFT es beneficioso o nocivo para el Mercado, separar lo que es innovación tecno-financiera de simple manipulación de mercado, *quote stuffing* o movimientos artificiales de precio.

Dichas actividades existen desde siempre y seguirán existiendo en mercados de capitales mientras la codicia le gane a la decencia.

Hay una frase dicha por Gregg E. Berman de la SEC, en la 12th Annual SIFMA Market Structure Conference que me pareció clave para entender esta problemática:

“But what’s illegal is illegal at any speed.”

Es mi conclusión que lo que se está viviendo hoy con la tecnología de trading financiero es lo que podemos llamar una carrera armamentista (“arms race”) donde todos los *players* cuentan con el incentivo (nicho HFT, *rebates* y posibilidad de sacar céntimos de centavo a cada *trade*) para desarrollar tecnología más eficiente, contratando a los mejores profesionales e invirtiendo cada vez más en sistemas ultra rápidos. Esto ha sido así desde el nacimiento de los mercados de capitales, solo que hoy más que nunca se encuentra estrechamente ligado a la IT.

Entendemos que la actividad de HFT no es *per se*, ilegal o nociva para el Mercado según la evidencia analizada, y vemos que las acusaciones de sus críticos, aunque ciertas por un lado, a mi entender rozan la práctica desleal, pero no cruzan la línea de lo legal.

Por ejemplo, que un *market maker* abandone una plaza llevándose toda la liquidez, provocando una corrida en el precio de un activo, sucede independientemente del uso de HFT.

Lo que la alta velocidad logra es potenciar los efectos, hacer más grande el impacto, pero mientras en los contratos de los MMs con el mercado este contemplada (o no prohibida) la opción de retirarse cuando estos quieran, el impacto no puede ser calificado como un delito, más allá del impacto que provoque sobre el Mercado.

La existencia de las *stub quotes* está permitidas por ley, y es posible ingresarlas de forma manual o automatizada.

No es posible pedirle a un participante que deje de ganar dinero con todas las herramientas disponibles, pero sí que lo haga dentro del marco de la ley.

Podemos decir que la no existencia de un marco que regule esta actividad es lo que provoca un vacío legal que deja a estas actividades en un 'sombra' que da lugar a sospechas más que a realidades.

Para subsanar esto, hago dos propuestas, primero a nivel usuario individual y luego a nivel macro de Mercado.

Respecto a la situación en que se ve el pequeño inversor, es probable que no este siquiera al tanto que hay robots peleando por 2 centavos del precio de la acción de Microsoft que su fondo de pensión compra.

Entiendo que en este caso es función del regulador trabajar en la capacitación y concientización de los inversores sobre este tipo de tema, y debería hacerlo.

Entiendo que el problema acá es el desconocimiento del riesgo, y no la presencia en sí misma.

A nivel del mercado como un todo, puedo decir que el riesgo es que un algoritmo empiece a funcionar mal y en cuestión de segundos lleve el mercado a un nivel de precios que no represente su valor real, disparando un efecto similar en otros algoritmos, que haría imparable la caída por su efecto encadenado en cuestión de segundos (efecto contagio).

Entiendo que esto es un riesgo importante, pero también lo era un *trader* en el piso que tuviera un ataque de locura y empezara a vender los papeles de sus clientes a cualquier precio.

Como se ve, lo que acá cambia es la magnitud del impacto, no la esencia del riesgo. Estamos ante un tema de escala.

Los HFTs no controlados tienen la posibilidad de ser un desestabilizador de mercado dado que potencian movimientos, como subas o bajas bruscas, ya que no hay más un *trader* detrás de una pantalla que pueda decir que MSFT no tiene sentido a USD 5, sino máquinas que en base a algoritmos buscan ir tomando centavos del precio a alta velocidad, lo que tiene el potencial de llevar el precio a USD 0.

Para mitigar este riesgo la SEC ha empezado a implementar un mecanismo conocido como *circuit breakers*, que luego de un porcentaje de caída en un tiempo muy corto, suspenden el trading sobre el activo.

La SEC debería avanzar en la implementación de *circuit breakers* en todos los activos e índices de manera correlacionada y significativa, para detener este tipo de caídas no reales, causadas por un error del algoritmo de trading.

La SEC debería también regular la actividad de HFT, sin imponer costos que desincentiven su uso, sino más bien aplicando un régimen de transparencia donde los jugadores declaren el uso que hacen de su tecnología y su magnitud.

Obviamente sin dar a conocer sus algoritmos secretos, pero si forzándolos a analizar el potencial disruptivo del mal funcionamiento.

La SEC debería avanzar en la implementación del CAT (Consolidated Audit Trail) dado que hoy se encuentra ciega frente al inmenso volumen de órdenes ingresado, esto debería ir acompañado de presupuesto, tecnología y gente capacitada que pueda seguir en tiempo real lo que está sucediendo.

Es mi conclusión final entonces que el HFT llegó para quedarse, es una herramienta con claros beneficios (provisión de liquidez, spreads más finos, price discovery más rápido, estabilidad de mercado y precio continuo) que superan sus probables perjuicios (potencial de desestabilización de mercado en caso de una falla), y que como toda nueva actividad con poder disruptivo debe ser regulada por quienes por poder de la ley tienen esa función, pero que no debe ser demonizado dado que se trata de una herramienta, la cual depende más de como se la use que de su naturaleza intrínseca.



## Bibliografía

### Libros

Larry Harris, Trading & Exchanges: Market Microstructure for Practitioners. 2003, 1era edicion. Oxford University Press.

Barry Johnson, Algorithmic Trading and DMA: An introduction to direct access. trading strategies. 2010 1era edicion.

### Sitios web

<http://www.cnv.gob.ar>. Visitado Agosto 2011

<http://www.sec.gov>. Visitado Agosto 2011

<http://www.finra.org>. Visitado Agosto 2011

<http://www.zerohedge.com/article/prima-facie-evidence-nbbo-broken-explains-why-senator-kaufman-getting-very-angry-corrupt-sec>. Visitado Agosto 2011

<http://www.seekingalpha.com>. Visitado Agosto 2011

<http://www.nyse.com>. Visitado Agosto 2011

<http://www.nasdaq.com>. Visitado Agosto 2011

### Papers

Estudio BCG para la SEC

<http://www.sec.gov/news/studies/2011/967study.pdf>. Visitado Agosto 2011.

Respuesta de TradeWorx para la SEC

<http://sec.gov/comments/s7-02-10/s70210-129.pdf>. Visitado Agosto 2011.

High Frequency Trading and Its Impact on Market Quality

[http://www.futuresindustry.org/ptg/downloads/HFT\\_Trading.pdf](http://www.futuresindustry.org/ptg/downloads/HFT_Trading.pdf)

Rise of the Machines: Algorithmic Trading in the Foreign Exchange Market

<http://www.federalreserve.gov/pubs/ifdp/2009/980/ifdp980.pdf>

## Anexo I: Situación Argentina

Lo único bueno de estar tan atrasados en Argentina en materia de Mercado de Capitales es que nos permite conocer las experiencias de los países desarrollados y poder adoptar la tecnología y prácticas que realmente funcionan, y en teoría apalancar la experiencia de afuera, transitando un camino ya caminado, evitando errores.

Es una realidad que nuestra CNV tarde o temprano se encontrara con esto, pese a que nuestro mercado de capitales es infinitamente menor a los tratados en este trabajo, tarde o temprano la tecnología DMA, Algorithmic Trading y HFT llegaran a nuestro país con una fuerza imparable.

Recomendamos a la CNV que aproveche la experiencia de la SEC, especialmente al considerar que nuestro mercado, por su mínimo volumen es mucho más volátil que el extranjero.

Actualmente la CNV ha emitido una regulación que nos parece significativa para este tema, que es la regulación RGC587/11 en donde dice que los mercados deberán tener una interface o puerta FIX disponible para mediados de 2012.

Entiendo que este es el primer paso - así lo ha sido afuera - para el desembarco de esta tecnología, dado que permite sacar al intermediario de lo operativo del ingreso de órdenes y así avanzar hasta la automatización completa.

Mientras que hoy en el Mercado de Valores de Buenos Aires, el esquema de trading es el mencionado como 'a través de bróker/dealer' o sea, generalmente matcheado contra inventario propio, algunos brokers más avanzados, como el caso de Invertironline.com y otros, hoy utilizan la tecnología para dar una experiencia cuasi-DMA, permitiendo a sus clientes *hittear* los precios de mercado.

Estos todavía no permiten la automatización tan ansiada, pero son los primeros pasos hacia eso.

Estimo que en 24/36 meses podremos estar hablando de una automatización completa, dado que el primer broker que ofrezca estos servicios contara con una ventaja competitiva muy atractiva para sus clientes, traders individuales cada vez más avanzados que demandan este tipo de tecnologías y grandes bancos que apalancaran la tecnología ya desarrollada por sus casas matrices en el exterior para aprovechar este nuevo nicho.

Que hará nuestro regulador cuando pase esto? Reviviremos la experiencia de la SEC?, tendremos nuestros Flash Crash?. Conociéndonos, es muy probable que si, quisiera creer que no y que podremos aprender de las experiencias y como decía al comienzo, aprovechar la única ventaja de estar tan atrasados respecto a los mercados de capitales extranjeros: poder aprovechar que otro ya pasó por estas problemáticas.

Respecto al estado del arte local, Rofex actualmente implementa un Sistema de DMA donde los productos que lista (Futuros y opciones de Soja, Maiz, Dólar Americano, Euro, Real, Petróleo WTI, ORO y tasa) pueden ser operados directamente contra el precio de Mercado.

La introducción de una nueva plataforma para comienzo de 2012 apunta a permitir, una vez habilitado por la CNV, el acceso de *players* que implementen estrategias de algorithmic trading, entre ellos de HFT en dicho Mercado de derivados.

Se viene una época muy interesante para el Mercado de Capitales Argentino, y existe una oportunidad muy clara para que este, apalancando esta tecnología pueda darle la liquidez y volumen necesarios para estar al nivel, de al menos, los *players* regionales como Brasil y Chile.