



## ***Onda4.com® – diciembre de 2024***

**RENUNCIA DE RESPONSABILIDAD:** Las señales proporcionadas por estos sistemas se proporcionan a título informativo. Los sistemas diseñados cuentan con el beneficio de haber sido diseñados con retrospectiva, omitiendo factores de mercado como p.e. falta de liquidez. No se aconseja ni solicita a nadie el uso de los sistemas mencionados aquí o el seguimiento de las señales. Esta información no implica una recomendación de compra o venta de acciones.

Prohibida su distribución. La inversión en bolsa tiene riesgo. Utilice siempre Stop-Loss. Onda4 no se responsabiliza de las operaciones de sus seguidores. Onda4 puede utilizar este material en ofertas y/o promociones en su web.

## INTRODUCCIÓN

El sistema de trading COSTA debe su nombre a un acrónimo con las palabras COintegration y STocks (o Acciones). Se trata de una estrategia basada en la cointegración estadística aplicada al mercado de acciones americano.

En este documento se explica a rasgos generales la implementación de una estrategia de pares que busca aprovechar la reversión a la media. La idea central consiste en seleccionar pares de acciones que estén correlacionadas y cointegradas, con el objetivo de obtener beneficios cuando sus precios divergen y posteriormente regresan a su equilibrio. La operativa consiste en vender en corto el valor más extendido y comprar el valor que ha caído más, con la expectativa de que ambos vuelvan a converger.

La estrategia que presentamos aquí se basa en operar una serie temporal creada mediante un criterio específico aplicado a dos valores. Este criterio debe producir una serie estacionaria, en la que sea rentable comprar en los valles y vender en los picos. En la primera versión de COSTA, se optó por operar la diferencia entre el precio de un valor y su estimación mediante regresión lineal usando datos de otro valor altamente correlacionado. Esta técnica mostró un desempeño excelente hasta otoño del primer año, cuando la rentabilidad alcanzó un techo, que se mantuvo hasta finales. Al año siguiente, se cambió el enfoque por la diferencia simple entre los dos valores, lo que resultó en resultados poco satisfactorios.

La operativa de pares puede llevarse a cabo de muchas formas diferentes, con distintos criterios de entrada, distintas formas de dimensionar las posiciones, e incluso con distintos criterios estadísticos para validar si un par tiene probabilidades comportarse de forma acoplada o "cointegrada" en el futuro. En este documento presento el rediseño completo de COSTA, que incluye las siguientes novedades:

- La serie temporal que se opera ahora es la diferencia de los osciladores RSI de cada valor. Esta serie temporal es muy dinámica y va a generar más operaciones que otras aproximaciones, con lo que ya no es necesario construir un portfolio de muchos mercados. La versión actual opera una cartera de 14 pares, mientras que la versión anterior buscaba operaciones entre 20 pares.
- El nuevo portfolio, más reducido, no incluye valores ETF como en versiones anteriores. Esta es una ventaja importante, pues las normas KID (Key Information Document) impiden el acceso a los ETF a clientes españoles en algunos brókers. Ahora solo se operan acciones USA, con suficiente liquidez y volumen diario.
- La cointegración ahora se calcula mediante el test Engle-Granger, que realmente evalúa la cointegración, mientras que el test Dickey-Fuller solamente comprueba estacionariedad en una serie temporal que necesita definirse previamente, lo cual introduce sesgos y discrecionalidad.
- Las posiciones ahora se dimensionan por objetivo de volatilidad. Cada par está ecualizado en volatilidad, así que cada valor opera un número diferente de títulos para compensar el riesgo. Al abrir la posición, la volatilidad de ambas patas del spread va a ser exactamente la misma.

Este nuevo enfoque muestra estadísticas muy superiores a los anteriores. En cierto modo, la lógica es similar a la que describe Perry Kaufman en su libro Alpha Trading, donde se utiliza la diferencia de osciladores estocásticos para construir la serie; aunque Kaufman en su libro de 2011 no incluye el dimensionamiento a nivel de portfolio ni test estadísticos para seleccionar los valores.

El tipo de aproximación operativa que se explica aquí ofrece varias ventajas, como la normalización implícita de los datos, la ecualización de la volatilidad de los pares o la comprobación de relaciones estructurales en los datos que confirman que dos pares deberían seguir acoplados a largo plazo. Es una mejora importante.

Oscar G. Cagigas

Prohibida su distribución. La inversión en bolsa tiene riesgo. Utilice siempre Stop-Loss. Onda4 no se responsabiliza de las operaciones de sus seguidores. Onda4 puede utilizar este material en ofertas y/o promociones en su web.

## LA COINTEGRACIÓN

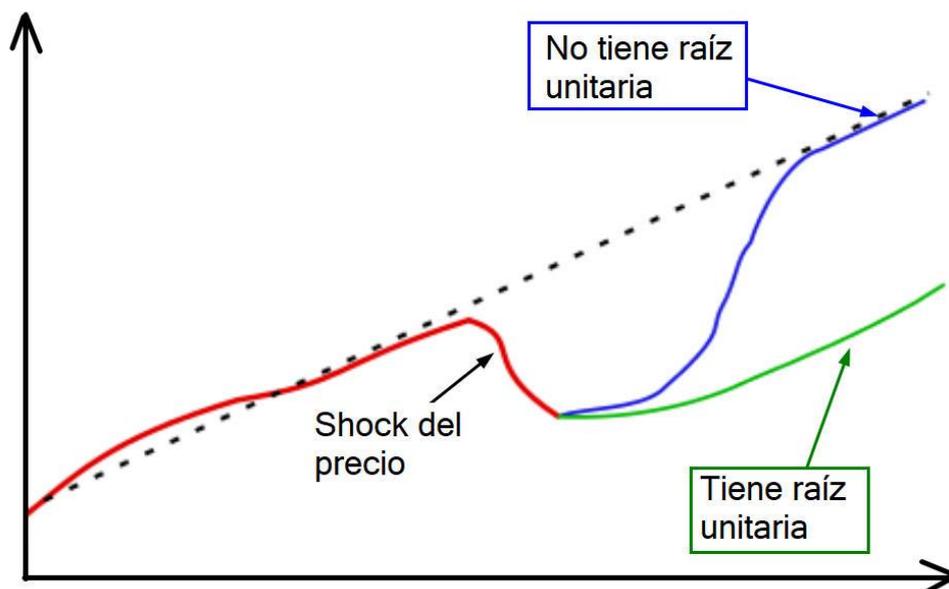
La cointegración es una propiedad matemática de las series temporales que indica si existe una relación de equilibrio a largo plazo entre dos o más series. Esto significa que, aunque los precios de los activos puedan divergir en el corto plazo debido a fluctuaciones del mercado, tenderán a regresar a un equilibrio común en el tiempo. Esta característica es fundamental en estrategias de pares, ya que permite identificar relaciones estructurales que pueden explotarse mediante operativas de reversión a la media.

Un aspecto clave de la cointegración es la estacionariedad de las series resultantes. Una serie se considera estacionaria si sus propiedades estadísticas, como la media, la varianza y la autocorrelación, permanecen constantes a lo largo del tiempo. Para determinar si una serie es estacionaria, es necesario comprobar si tiene raíces unitarias.

Decir que una serie tiene raíz unitaria equivale a afirmar que el precio de hoy depende completamente del precio de ayer más un componente aleatorio. En términos simples, esto implica que el impacto de un cambio de precio se perpetúa indefinidamente, haciendo que la serie sea no-estacionaria. Por el contrario, si una serie no tiene raíces unitarias, los efectos de los cambios de precio se disipan con el tiempo, permitiendo que la serie regrese a un equilibrio.

Un ejemplo ayuda a ilustrar esta diferencia: imagine una serie no-estacionaria, donde un shock de mercado (como una noticia relevante) provoca un cambio brusco en el precio. Si la serie tiene raíz unitaria, este cambio será permanente, y el precio no volverá a su tendencia anterior. En cambio, si la serie es estacionaria, el impacto del shock se disipará gradualmente, y el precio retornará a su trayectoria inicial.

El test estadístico tradicional para determinar si una serie tiene raíces unitarias es el test de Dickey-Fuller (DF). Este test ha sido ampliamente utilizado en estrategias de pares para validar la estacionariedad de spreads entre dos valores, una condición necesaria pero no suficiente para la cointegración.



En la versión actual de la estrategia COSTA, se introduce el test de Engle-Granger como herramienta principal para evaluar la cointegración entre pares de valores. Este cambio representa una mejora significativa respecto al uso previo del test de Dickey-Fuller, por varias razones:

- Relación Directa entre los Valores del Par  
El test de Engle-Granger comienza ajustando una regresión lineal entre las dos series para encontrar la mejor relación que minimice los errores de ajuste. Esto no solo permite evaluar la cointegración, sino también generar automáticamente un spread óptimo. Por el contrario, con el test de Dickey-Fuller es necesario definir previamente el spread, lo que introduce sesgos y discrecionalidad en el análisis.
- Reducción de Falsos Positivos  
El test de Dickey-Fuller aplicado directamente a un spread puede indicar estacionaridad incluso si la relación entre los valores no es cointegrada. Esto sucede porque el DF no evalúa la relación estructural entre las series, sino únicamente las propiedades de la serie resultante. Engle-Granger, al analizar los residuos de la regresión entre las series, proporciona una evaluación más robusta y específica de la cointegración.
- Validación de Relaciones Estructurales  
El enfoque de Engle-Granger asegura que los pares seleccio-

Prohibida su distribución. La inversión en bolsa tiene riesgo. Utilice siempre Stop-Loss. Onda4 no se responsabiliza de las operaciones de sus seguidores. Onda4 puede utilizar este material en ofertas y/o promociones en su web.

nados no solo tengan alta correlación, sino que además estén vinculados por una relación estructural estable a largo plazo. Esto es especialmente útil en mercados donde las correlaciones pueden fluctuar en respuesta a eventos externos, pero las relaciones cointegradas tienden a mantenerse.

- Optimización Automática del Spread

Al usar Engle-Granger, no es necesario determinar de antemano cómo construir el spread. La regresión lineal inicial encuentra los coeficientes que mejor explican la relación entre las series, eliminando la necesidad de ajustes manuales.

En resumen, el test de Engle-Granger aporta mayor rigor estadístico y flexibilidad a la estrategia COSTA, permitiendo seleccionar pares de valores con una base más sólida. Esta metodología refuerza el fundamento de la operativa de pares al centrarse en relaciones duraderas y estadísticamente validadas, aumentando la probabilidad de éxito en la estrategia.

### EL Z-SCORE

Para operar la serie temporal estacionaria es necesario saber si esta serie se ha alejado mucho del cero por arriba (para abrir cortos en el spread) o mucho por abajo (para abrir largos).

Puesto que cada serie temporal tiene un precio y volatilidad diferentes no podemos establecer un umbral de entrada fijo, así que lo que vamos a hacer es normalizarlo en desviaciones estándar. Esto es lo que se llama una puntuación Z o Z-score; que simplemente es un cambio de variable para convertir el nivel actual de la serie en un nivel equivalente, medido en desviaciones estándar:

$$\mathbf{Zscore = ( dato - media ) / desviación}$$

De esta forma, podemos comprar el spread proveniente de cualquier serie temporal si traspasa el nivel -2 porque eso significa que ha caído 2 desviaciones estándar, con independencia de su precio. Y abrir cortos si supera el nivel +2.

El z-score se utilizaba mucho cuando no había ordenadores, para poder aplicar la tabla de una distribución normal estándar (media 0 y varianza 1) a datos con media y varianza distintas de la es-

tándar. La estrategia COSTA utiliza un umbral del z-score en los entornos de +2 y -2 para abrir posiciones.

## EJEMPLO DE OPERACIÓN

A continuación vemos un gráfico que compara los rendimientos porcentuales de JPMorgan Chase (JPM), mostrado en barras de color negro, con la empresa Synovus Financial (SNV), que se muestra con una línea azul. Se puede ver que ambos valores se mueven de forma conjunta, y esto ocurre con independencia de su precio, ya que en el momento mostrado, JPM cotiza a un precio de unas cinco veces el precio de SNV. Ocasionalmente, SNV parece subir o bajar más que JPM, pero tiene tendencia a volver junto a este otro valor.



Estas dos empresas están relacionadas a nivel fundamental pues ambas son instituciones financieras que operan en los Estados Unidos. JPMorgan Chase es una entidad global con una amplia gama de servicios financieros, mientras que Synovus es una institución regional enfocada en el sureste de Estados Unidos.

En la imagen siguiente vemos el valor JPM. En el gráfico podemos ver dos valores para el estadístico t: -2.3945 y -1.9921. Esto

Prohibida su distribución. La inversión en bolsa tiene riesgo. Utilice siempre Stop-Loss. Onda4 no se responsabiliza de las operaciones de sus seguidores. Onda4 puede utilizar este material en ofertas y/o promociones en su web.

es así porque en el test de Engle-Granger, se generan dos estadísticos  $t$ , correspondientes a las dos posibles direcciones de la regresión lineal: una donde JPM se predice utilizando los datos de SNV, y otra donde SNV se predice utilizando los datos de JPM.

En el análisis de series financieras, es habitual aceptar el valor menos restrictivo (el estadístico  $t$  más negativo) como representativo de la cointegración, ya que este enfoque prioriza la identificación de relaciones prácticas entre las series, incluso si los niveles de confianza no son estrictamente simétricos entre ambas direcciones. En este caso, consideramos el estadístico  $t = -2.3945$ , que no descarta completamente la hipótesis nula al 90% de confianza pero que proporciona evidencia suficiente para considerar una relación útil entre ambas series en el contexto financiero.

El 13 de septiembre de 2024, el z-score del spread JPM-SNV alcanza el nivel 2.33 al cierre, lo que activa una operación sobre el par de mercados. En el caso del valor JPM (debajo), el rango de variación diario promedio o ATR era de 5.4365 dólares. Para alcanzar el objetivo diario de volatilidad de 598 dólares se operan 109 títulos de esta compañía, lo que supone un tamaño de posición de 22,271 dólares.



Prohibida su distribución. La inversión en bolsa tiene riesgo. Utilice siempre Stop-Loss. Onda4 no se responsabiliza de las operaciones de sus seguidores. Onda4 puede utilizar este material en ofertas y/o promociones en su web.

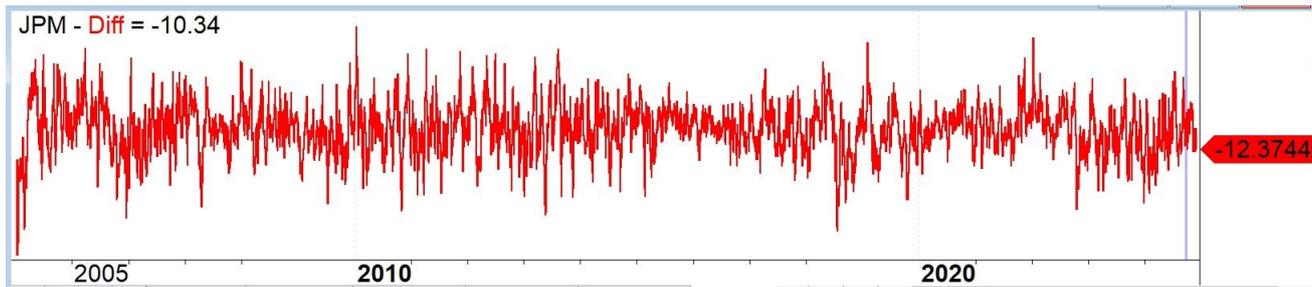


En el caso de SNV (arriba), el tamaño de la posición es de 19,901 dólares. En este valor se abre una posición corta, mientras que en JPM se abre una posición larga. En SNV la posición consiste en la venta en corto de 446 acciones. Esta operación se abre al día siguiente, lunes 16 de septiembre, en la apertura del mercado, con el número de títulos calculado con los datos del cierre del viernes. El detalle de los cálculos se puede ver en las imágenes.

El 24 de septiembre, el z-score cruza el nivel cero al cierre y esto activa un cierre del spread, que se implementa en la apertura del 25 de septiembre, con una ganancia de 1043.65 dólares después de comisiones, que en este caso se compone de ganancia en las dos patas del spread, aunque eso no es lo habitual.

La operación se hizo con el número de títulos exacto para que la volatilidad de la posición fuera igual en las dos patas, y también igual al objetivo diario.

La serie temporal que generó la entrada y salida de esta posición fue la diferencia de los osciladores RSI de estos dos valores (a la que luego se aplicó el z-score). La serie original con la diferencia de RSI se puede ver en la siguiente imagen, en color rojo.

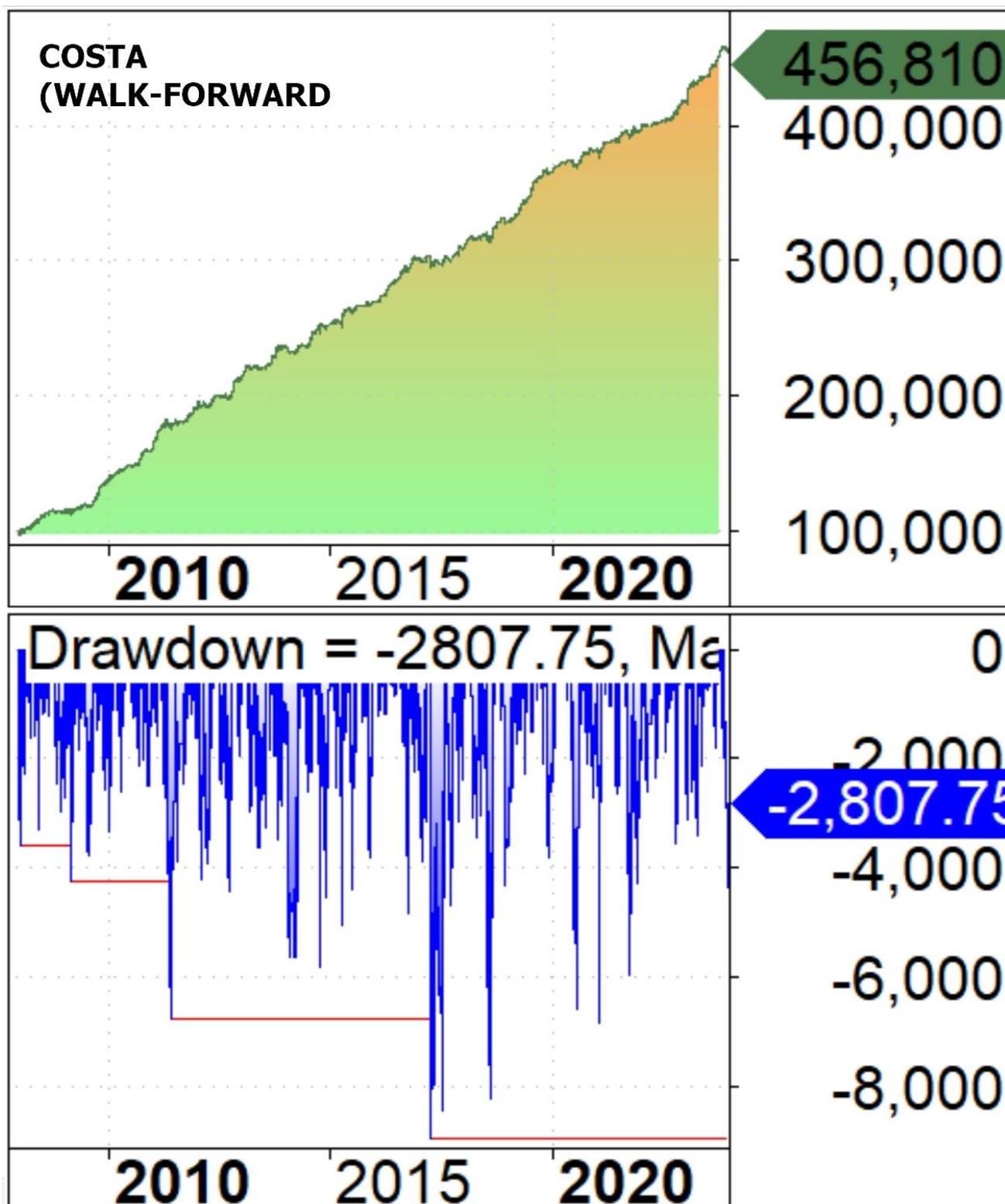


## ESTADÍSTICAS DE DISEÑO

A continuación se muestran las estadísticas del análisis Walk-Forward con 4 años de entrenamiento (IS) y 1 año de prueba (OOS). Los pares son seleccionados inicialmente por criterios de volumen, volatilidad, correlación y estadístico t (test Engle-Granger). Los valores candidatos se prueban para seleccionar aquellos que superen unos criterios mínimos de rendimiento, como tener una relación entre ganancia y máximo drawdown superior a 2 o generar más de 60 operaciones de pareja, para garantizar la validez de la muestra. En la selección de pares no solamente se tiene en cuenta el rendimiento sino también la diversificación, de forma que se fomentan aquellos pares con sectores diferentes a los que ya han sido seleccionados. Entre los sectores tenemos el sector financiero, compañías eléctricas, empresas de telecomunicaciones, restaurantes, empresas de transportes, de semiconductores, etc

Estas son las estadísticas de pareja de la simulación Walk-Forward:

- Número de trades: 946
- Fiabilidad: 65.22%
- Gan. Media por operac: 372
- Profit Factor: 1.89
- Peor pérdida: -7394.03
- Máximo Drawdown: -9012.01
- Recovery Factor: 39.59
- Ulcer Index: 0.78
- Ulcer Performance Idx: 12.73



El análisis Walk-Forward resulta en una curva de capital suave, con un drawdown muy reducido. En la siguiente imagen vemos detalle de la rentabilidad por años y meses.

Prohibida su distribución. La inversión en bolsa tiene riesgo. Utilice siempre Stop-Loss. Onda4 no se responsabiliza de las operaciones de sus seguidores. Onda4 puede utilizar este material en ofertas y/o promociones en su web.

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Yr
2008	388	-614	1,625	2,062	2,935	2,640	1,345	2,178	2,006	-576	-404	400	13,984
2009	721	-44	-312	1,085	1,331	1,676	-1,126	501	5,841	5,245	6,825	-202	21,541
2010	2,205	2,941	1,773	3,343	1,113	1,059	-446	438	3,286	5,364	2,918	810	24,805
2011	6,699	6,216	3,280	3,186	-2,429	1,258	1,349	653	205	3,602	948	5,837	30,805
2012	1,346	1,046	-2,078	2,203	3,198	3,218	-547	1,792	-3,781	5,176	8,697	1,414	21,683
2013	4,228	4,166	-936	1,297	-1,551	599	420	1,580	6,185	7,946	409	-767	23,574
2014	-4,269	612	1,148	2,975	620	-1,409	3,466	7,174	2,994	1,636	-1,179	1,793	15,560
2015	2,110	287	11	5,144	3,054	797	1,401	2,499	-1,260	754	-258	3,879	18,417
2016	0	3,445	810	3,793	4,283	2,673	626	7,877	-484	3,141	5,280	-289	31,157
2017	-1,199	437	2,630	-4,342	1,540	-2,837	3,625	1,064	-1,899	4,806	2,293	1,202	7,319
2018	3,752	3,734	694	-975	264	2,053	-4,225	2,908	8,256	3,908	2,655	-3,155	19,869
2019	899	2,461	1,434	6,861	2,451	4,711	4,796	7,015	3,170	2,428	3,222	-2,080	37,368
2020	3,023	1,280	2,152	-146	2,117	-419	-3,743	4,049	5,936	-722	2,921	-274	16,176
2021	-2,953	4,532	4,535	-705	2,269	1,070	1,736	3,623	-3,400	1,522	1,858	1,062	15,147
2022	3,994	-832	-45	2,396	-488	1,041	-86	1,807	5,118	-642	5,726	3,764	21,753
2023	5,816	5,185	2,398	687	2,009	1,838	5,276	2,761	5,621	5,566	1,807	-1,312	37,652
<b>Avg</b>	<b>1,673</b>	<b>2,178</b>	<b>1,195</b>	<b>1,804</b>	<b>1,420</b>	<b>1,248</b>	<b>867</b>	<b>2,995</b>	<b>2,362</b>	<b>3,072</b>	<b>2,732</b>	<b>755</b>	

## DIMENSIONAMIENTO

La nueva versión de COSTA opera el número de acciones en cada pata que resulten en una volatilidad diaria de unos 600 dólares o un 19% anualizado estimando una media de 4 posiciones abiertas simultáneamente. Se trata de una volatilidad conservadora.

Puesto que ahora ya no establecemos el tamaño de la posición a priori sino en base a la volatilidad de los activos, podría darse el caso de que un valor tenga una volatilidad tan baja que su posición en el mercado sea elevada, lo que podría resultar en un problema de margen. El tamaño de la posición ahora es dinámico, y cambia en cada operación. No obstante, la operativa se ha optimizado para una cuenta estándar de 100k y el portfolio tiene ahora menos pares, así que un problema de margen debería ser algo excepcional. En caso de darse un problema de margen la operativa deberá llevarse a cabo en base al capital disponible.

Los intermediarios no hacen compensación de las garantías cuando se operan dos valores correlacionados en direcciones contrarias, como sí que hacen cuando se trata de futuros, así que la

operativa de COSTA es preferible en una cuenta de margen que de cash.

## CONTROL DE RIESGO / STOP LOSS

La operativa de pares siempre debe tener un stop loss pues uno de los componentes del spread podría alejarse indefinidamente, bien sea por noticias, cambios en la compañía, etc. Por esta razón, COSTA cierra mañana en la apertura cualquier posición que haya excedido hoy al cierre del mercado una pérdida conjunta de las dos patas del 20% del tamaño de la posición en el momento de abrirla. Al día siguiente la pérdida puede ser mayor o menor, dependiendo del gap de apertura de los valores. Esta metodología no solamente es sencilla sino que parece dar buenos resultados a largo plazo, y permite hacer toda la operativa a la apertura USA de las 15:30, hora española peninsular.

## RUTINA DEL SISTEMA COSTA

Las alertas del sistema COSTA son muy fáciles de seguir. Se utiliza la nomenclatura estándar (BUY/SHORT/SELL/COVER) sobre el mercado a operar, se muestra su pareja entre paréntesis (por si hubiera más entradas en el mismo día), se indica el número de títulos y el tamaño de la posición calculado al cierre de ayer.

Aquí vemos un ejemplo de alerta con varias operaciones. Se abren los spreads DRH-H, ASML-MCHP y CAKE-TXRH; y se cierra el spread AMAT-ENTG:

```
|-----  
COSTA 09/12/24 - 05:04:14  
-----  
SHORT DRH ( H ) 2259 Shares @ MKT, PosValue = 21957.48  
BUY H ( DRH ) 176 Shares @ MKT, PosValue = 27816.8  
SHORT ASML ( MCHP ) 28 Shares @ MKT, PosValue = 20266.12  
BUY MCHP ( ASML ) 217 Shares @ MKT, PosValue = 14371.91  
SHORT CAKE ( TXRH ) 402 Shares @ MKT, PosValue = 20160.3  
BUY TXRH ( CAKE ) 138 Shares @ MKT, PosValue = 27048  
SELL AMAT ( ENTG ) 106 Shares @ MKT  
COVER ENTG ( AMAT ) 160 Shares @ MKT
```

Esta alerta se recibe en el email alrededor de las 5am y automáticamente se guarda una copia en la zona de clientes. El cliente

Prohibida su distribución. La inversión en bolsa tiene riesgo. Utilice siempre Stop-Loss. Onda4 no se responsabiliza de las operaciones de sus seguidores. Onda4 puede utilizar este material en ofertas y/o promociones en su web.

debe introducir la orden durante la mañana, a cualquier hora, para comprar a mercado (MKT) con vigencia de la orden OPG. No es necesario estar presente en la apertura ya que usando este tipo de orden la harán justo en apertura, al precio de apertura.

## **LIMITACIONES DE LA ESTRATEGIA**

Dado que la estrategia está diseñada para operar acciones estadounidenses, las siguientes circunstancias pueden tener impacto en la operativa y en la supervisión de los resultados:

- **Adquisiciones o fusiones:** Si una de las empresas en un par es adquirida o se fusiona con otra, cualquier posición abierta debe cerrarse para evitar riesgos direccionales. Tanto la empresa como su par serán eliminados de la base de datos, lo que afectará la evolución de la curva histórica. Este ajuste será contabilizado al cierre del año.
- **Prohibición de ventas en corto:** En caso de que se prohíba la venta en corto de uno de los valores, si la restricción es temporal, se ignorará esa operación. Si la prohibición es permanente, el spread será eliminado y sustituido por otro par compatible.
- **Cambios regulatorios:** Modificaciones en las normativas del mercado, como restricciones operativas o nuevas regulaciones fiscales, podrían alterar significativamente la forma en que se lleva a cabo la estrategia.
- **Eventos corporativos imprevistos:** Las empresas están sujetas a circunstancias únicas, como litigios, escándalos, o reacciones exageradas a resultados financieros. Estos eventos pueden generar gaps significativos en contra de la posición abierta. Por ello, es fundamental adoptar una gestión de capital conservadora para mitigar el impacto de estas situaciones, que, aunque poco frecuentes, son posibles.

-----

Si desea suscribirse a la estrategia COSTA puede hacerlo en el siguiente enlace:

**[SUSCRIBIRME A COSTA](#)**