



Universidad de
San Andrés

Universidad de San Andrés

Departamento de Economía

Licenciatura en Economía

***La eficiencia de un portafolio diversificado internacionalmente a lo
largo del tiempo***

Autora: María Sofía Peluffo

Legajo: 24169

Mentor: Gabriel Basaluzzo

30 de mayo de 2016, Victoria

Índice

Resumen	3
Capítulo 1: Introducción	4
1.1 Contexto, problemática y objetivos	4
1.2 Pregunta de investigación	5
1.3 Principal contribución	5
Capítulo 2: Revisión de la literatura	7
Capítulo 3: Metodología	9
3.1 Los datos y su análisis	9
3.2 El modelo	16
Capítulo 4: Resultados	18
4.1 Fuerza “Between countries”	18
i. Correlaciones	18
ii. Fronteras eficientes	19
4.2 Fuerza “Within countries”	22
4.3 Ambas fuerzas	28
Capítulo 5: Conclusiones	31
Bibliografía	33
Anexos	35

Resumen

El siguiente trabajo de investigación estudia la eficiencia de un portafolio óptimo diversificado internacionalmente a lo largo del tiempo. Lo hace a partir de la existencia de dos fuerzas que coexisten de manera conjunta en todo momento: la “Between countries” y la “Within countries”. La primera de ellas refleja el grado de integración de los países a lo largo del tiempo, en tanto la segunda se enfoca en el aumento de la cantidad de activos con el pasar de los años.

Para estudiar la primera de las fuerzas mencionadas se toman los índices bursátiles de EEUU (S&P), Alemania (DAX), Inglaterra (FTSE) y Japón (NIKKEI) desde el 2000 a 2015 a fin de realizar un estudio comparado de los siguientes fragmentos temporales: 2000-2005; 2005-2010; 2010-2015. Gracias al cálculo de correlaciones junto con el modelo planteado a partir de los active returns se obtienen resultados relevantes, entre ellos: aumento de la correlación con Estados Unidos y Japón; aumento de la integración hacia EEUU; aumento de correlaciones en periodos de tranquilidad como son el 2000-2005 y 2010-2015, mientras que caídas en momentos de crisis como el 2005-2010. Sin duda el mayor aporte según la fuerza “Between countries” es la caída en la eficiencia de la cartera diversificada internacionalmente a lo largo del tiempo.

Al estudiar la fuerza “Within countries” se toman como medida del aumento de la cantidad de activos los índices de volatilidad de EEUU (VIX), Alemania (VDAX), Inglaterra (VFTSE) y Japón (JNIV). Al incluir estos últimos datos en el modelo de active returns planteado obtenemos como resultado central el aumento en la eficiencia de la cartera diversificada internacionalmente a lo largo del tiempo.

Dichos resultados sugieren, como principal contribución de esta investigación, que ambas fuerzas actúan en sentidos opuestos y de manera inversa. Incluso hay varios interrogantes que surgen a partir de esto último: ¿Cuál es la fuerza que predomina en un portafolio diversificado? ¿La “Within countries” o “Between countries”? ¿Qué ocurrió con la eficiencia de un portafolio diversificado a lo largo del tiempo? ¿Su riesgo y rentabilidad neta aumentó o disminuyó? ¿Es lo óptimo hoy en día diversificar internacionalmente o todo se encuentra tan integrado que invertir únicamente de manera local trae los mismos beneficios?

Capítulo 1: Introducción

1.1 Contexto, problemática y objetivos

Con el pasar de los años el grado de integración económica a nivel mundial ha ido mutando. A partir de 1980, 1990 comienza un proceso de liberalización financiera (McKinnon, 1993:2) que tiene como principal objetivo crear un mundo totalmente globalizado que funcione como un único bloque económico. Además, dicho proceso trae consigo una caída en los costos de transacción, lo que genera incentivos en los inversores para crear portafolios con riesgo diversificado internacionalmente. Estas carteras se ven afectadas principalmente por dos factores: el aumento en la cantidad de activos a lo largo del tiempo y el grado de correlación existente entre naciones. A lo largo del siguiente trabajo de investigación dichos elementos se medirán a partir de las fuerzas “Within countries” y “Between countries” respectivamente (Ver anexo 1). La primera de ellas se ve relacionada con la cantidad de activos dentro de una economía. A lo largo del tiempo la cantidad de acciones dentro de cada país ha ido aumentando drásticamente. Esto nos llevaría a pensar que el mínimo riesgo de la cartera eficiente ha ido disminuyendo a lo largo del tiempo, ya que a mayor cantidad de activos, se obtiene un portafolio más diversificado con menor riesgo. La segunda de estas fuerzas se ve relacionada con la correlación existente entre países que fue aumentando con el pasar de los años. Nos atrevemos a decir que dicha integración trajo como consecuencia un aumento del mínimo riesgo de la cartera eficiente. Hoy en día, gracias a la globalización, el mundo tiende a moverse como un único bloque económico a partir de la gran correlación que existe entre países haciendo que la diversificación para el armado de la cartera eficiente haya aumentado su mínimo riesgo con respecto a años anteriores.

El principal desafío de dicho proceso de investigación es la manera de medir cuantitativamente tanto la fuerza “Within countries” como la fuerza “Between countries”, tras realizar un análisis comparado entre ambas dos. Una vez obtenidos estos valores numéricos se hará un análisis detallado sobre qué fue lo que sucedió con la eficiencia de una cartera diversificada internacionalmente a lo largo del tiempo. Es decir, estudiaremos qué ocurrió con su riesgo y rentabilidad y a partir de ello se extraerán una gran cantidad de conclusiones.

1.2 Pregunta de investigación

La principal pregunta que busca responder dicho trabajo de investigación es la siguiente: ¿Qué ocurrió con la eficiencia (rentabilidad y riesgo) de un portafolio diversificado internacionalmente a lo largo del tiempo? Más específicamente ¿Cómo se comportan las fuerzas "Within countries" y "Between countries"? ¿Ambas son consistentes, es decir, se comportan de igual manera? ¿Cuál de ellas actúa en mayor medida? Dicha línea de investigación es sumamente relevante para tomar decisiones óptimas de inversión hoy en día, como por ejemplo: ¿Lo óptimo es que un inversor diversifique internacionalmente o no lo haga? Asimismo para el largo plazo: ¿Que ocurrirá con la fuerza "Between countries" y "Within countries" en años futuros?

1.3 Principal contribución

El mayor aporte de dicha investigación se centra en el comportamiento a lo largo del tiempo de la eficiencia de un portafolio óptimo diversificado internacionalmente. Inova en tanto se evalúan ambas fuerzas de manera simultánea. Llega a la conclusión de que estas últimas se comportan de forma opuesta, al considerar la rentabilidad y riesgo de cartera, en todos los periodos temporales.

A lo largo de la investigación se detallarán con exactitud las siguientes contribuciones: Según la fuerza "Between countries" se comprobará empíricamente que con el pasar de los años la integración hacia Japón y Estados Unidos ha aumentado mucho. Se ha ido creando un mundo que se abre de modo global y no se queda encasillado únicamente en la zona europea. Dicha apertura se ve acompañada con Estados Unidos como su principal líder. Las correlaciones con Estados Unidos aumentaron gracias a la presencia de los Mortgage Back Securities¹ y otras regulaciones (varias leyes, tratados de libre comercio y promociones comerciales por ejemplo). Además, al analizar las fronteras de eficiencia planteadas para el 2000- 2005 y 2010- 2015 (periodos de tranquilidad) se observa una caída en la eficiencia de las carteras a lo largo del tiempo conforme aumenta la correlación de las naciones con

¹ Títulos de garantía hipotecaria que representan el mayor segmento de renta fija en EEUU, en otras palabras, préstamos hipotecarios con una elevada calidad crediticia (<http://www.mornin.gstar.es/es/news/26363/mbs-la-alternativa-usa-a-los-t%C3%ADtulos-del-estado.aspx>)

Estados Unidos y Japón. En lo que tiene que ver con la fuerza “Within countries” se extraerán conclusiones sumamente valiosas respecto del comportamiento de los índices de volatilidad como medida del aumento de la cantidad de activos a lo largo del tiempo. Finalmente, al considerar esta fuerza, se concluirá que la eficiencia de la cartera aumenta a lo largo del tiempo, es decir, de manera directamente proporcional al aumento de la cantidad de activos.



Universidad de
San Andrés

Capítulo 2: Revisión de la literatura

Gran cantidad de autores han estudiado el impacto que tiene el grado de correlación entre países en la eficiencia de un portafolio diversificado internacionalmente. En otras palabras, la fuerza “Between countries”. Esta última se evidencia con los siguientes dos autores:

Rodriguez Grado (2009) realiza un estudio sobre el armado de portafolios diversificados internacionalmente. En él, determina cómo la asignación de activos en un portafolio está definido por la aversión al riesgo de los inversionistas, junto con sus necesidades de financiamiento y de liquidez. A la vez habla de la eficiencia de un portafolio diversificado, exigiendo como única condición la baja correlación entre activos. *“En consecuencia, para que la diversificación sea eficiente, los precios y rendimientos de los distintos activos seleccionados, deben tener bajas o nulas correlaciones entre sí, de forma que la incorporación de un activo nuevo al portafolio, reduzca la varianza total del mismo.”* (Rodriguez Grado, 2009: 201). Sin duda este trabajo de investigación es un gran aporte para nuestro estudio ya que aplica la idea de correlación al grado de relación existente entre los distintos países. Más aún, se logra probar empíricamente cómo a lo largo del tiempo, un aumento en la integración global (medido a partir del aumento en la correlaciones de países) lleva a un aumento del riesgo del portafolio óptimo diversificado internacionalmente. Siguiendo esta última línea de pensamiento se puede hacer referencia al aporte por parte de Odier y Solnik (1993) en su paper “Leassons for International Asset Allocation”. En él se determinan tres factores que tienen un rol central a la hora de hablar de los beneficios de contar con un portafolio que diversifica su riesgo internacionalmente. Entre ellos se encuentran: las correlaciones entre países, las volatilidades de mercado y los cambios en los riesgos de moneda. Al igual que nuestro trabajo de investigación, sostiene que hay un aumento de las correlaciones entre países a lo largo del tiempo. *“Financial markets worldwide have certainly become increasingly integrated in terms of the physical integration of information systems, as well as the growing harmonization of trading mechanisms and transaction processing”*(Odier y Solnik, 1993: 72) En el próximo capítulo de este trabajo de investigación se probarán estos aumentos de correlaciones de manera empírica y se indagará aún más en quienes son las naciones protagonistas de estos aumentos de correlaciones, es decir, entre qué naciones hay un mayor aumento de integración con el pasar de los años. Además, se determinará cómo se comportó

la eficiencia de un portafolio óptimo diversificado internacionalmente, lo que permitirá tomar decisiones futuras de inversiones óptimas.

En lo que tiene que ver con la fuerza “Within countries”, se tomó una observación hecha en el trabajo de licenciatura de Fuks (2015). Este último autor toma a Perú, Colombia y Chile y mide su costo de capital propio junto con su grado de integración financiera en el periodo 2010-2014. “El riesgo de un portafolio disminuye conforme crece la cantidad de activos” (Fuks, 2015: 11). A partir de esta afirmación podemos tomar a la fuerza “Within countries” como factor determinante de la eficiencia de un portafolio óptimo diversificado internacionalmente. Gracias a esto último se pudo plantear el principal aporte del presente trabajo de investigación: las fuerzas “Within countries” y “Between countries” como principales factores que determinan la eficiencia de un portafolio óptimo a lo largo del tiempo y que incluso actúan en direcciones opuestas.



Universidad de
San Andrés

Capítulo 3: Metodología

3.1 Los datos y su análisis

La recolección de datos es de suma importancia, ya que en base a los mismos se extraen resultados numéricos sumamente significativos. A la vez, se intenta obtener un resultado que pueda determinar una tendencia generalizada, aplicada a todo el mundo a lo largo del tiempo. Es por ello que dicho trabajo de investigación se centra en los datos de cuatro países, a saber: Estados Unidos, Alemania, Inglaterra y Japón. Estos últimos no han sido seleccionados al azar, sino que comparten las características de ser potencias mundiales y grandes focos de atracción para los inversionistas dadas sus condiciones sumamente estables tanto a nivel político como económico. A la vez, se diferencian por su ubicación geográfica y tendencias culturales. Esto último es de suma importancia en tanto nos permite poder utilizarlos como una muestra significativa para el modelo planteado y generalizar los resultados a nivel mundial.

Para el análisis de la fuerza "Between countries" se han extraído de Reuters² las cotizaciones diarias de los índices bursátiles de Estados Unidos (S&P), Alemania (DAX), Inglaterra (FTSE) y Japón (NIKKEI) desde el 2000 a 2015. Los datos se separaron en una planilla de Excel en los siguientes fragmentos temporales: 2000 - 2005; 2005 - 2010; 2010 - 2015. El objetivo de esto último es poder analizar el cambio en la eficiencia de un portafolio óptimo diversificado internacionalmente a lo largo del tiempo. Al separar los años de dicha manera se puede realizar un análisis temporal y de este modo poder obtener una tendencia con el objetivo de predecir lo que ocurrirá en años futuros. Al seleccionar las cotizaciones bursátiles para todos estos años se tomaron las cotizaciones diarias de apertura y de cierre, se realizó un promedio entre ambas y esa fue la cotización diaria para el S&P, DAX, FTSE y NIKKEI. Una vez obtenidas las cotizaciones diarias fue de suma importancia sentar fechas coincidentes ya que hay fechas en las que algunos índices operan pero otros no lo hacen pues cada país tiene sus propias reglas, legislaciones y días no laborables. Luego, para el modelo que se expresará en la siguiente sección era necesario trabajar con rentabilidades, por lo que

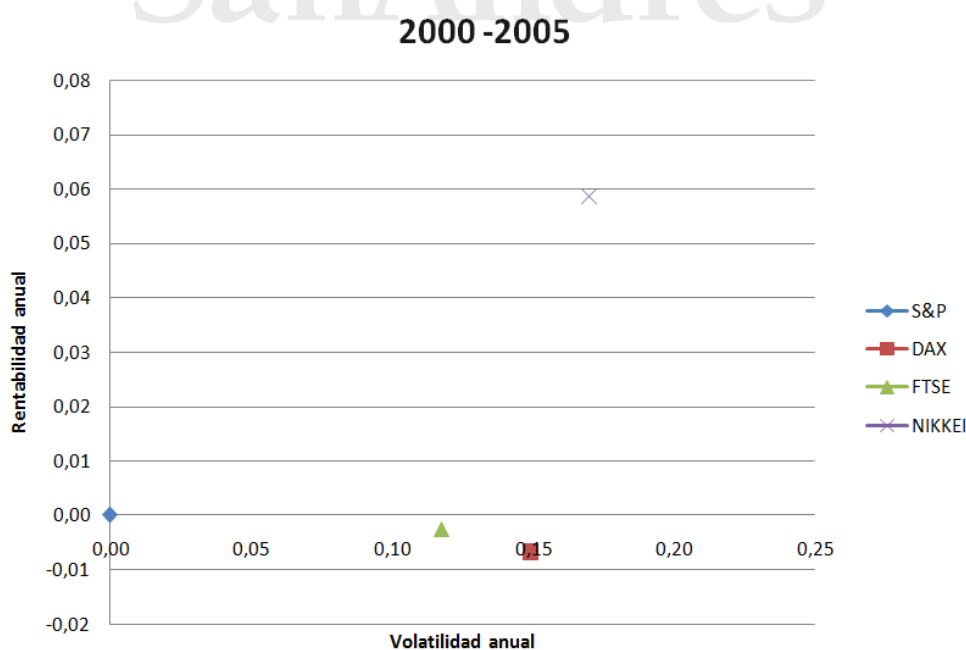
² "Thomson Reuters es el proveedor líder mundial de información inteligente para empresas y profesionales". Brinda información fundamental de los mercados financieros, a partir de cotizaciones históricas de índices bursátiles y de volatilidad por ejemplo. (<http://thomsonreuters.com.ar/es/conozcanos.html>)

a partir de las cotizaciones se calcularon las rentabilidades diarias para cada uno de los índices bursátiles de 2000- 2015. Para ello se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Retorno hoy} = \frac{(\text{cotización de hoy} - \text{cotización de ayer})}{\text{cotización de ayer}}$$

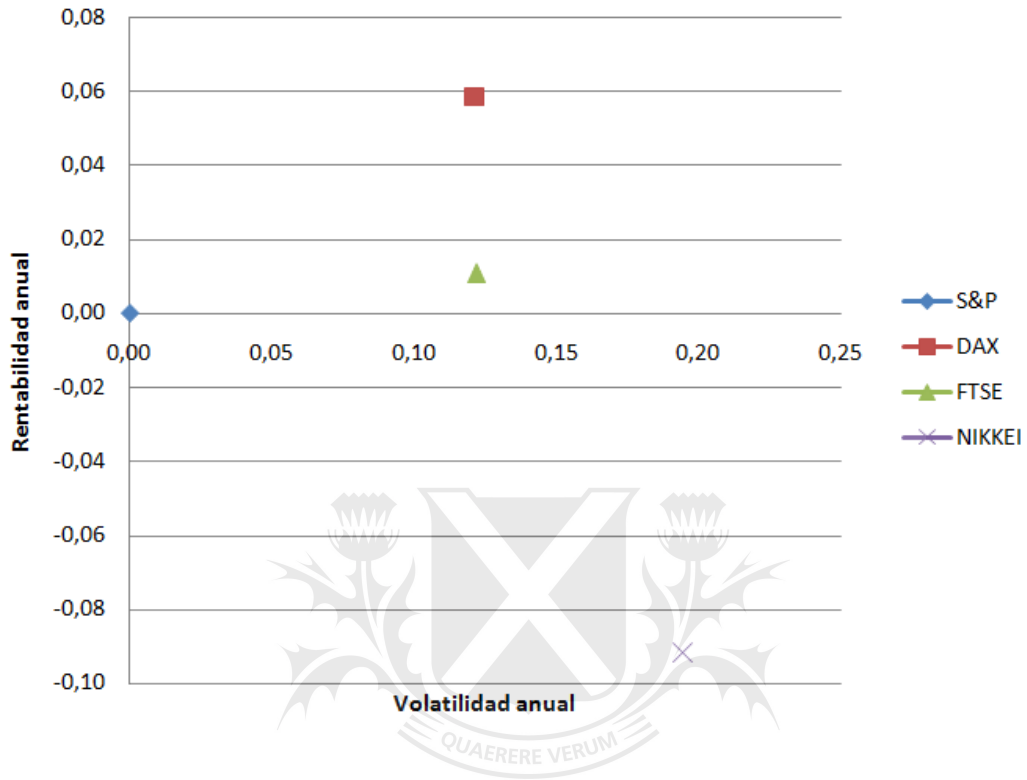
Una vez calculadas las rentabilidades diarias, se calcularon los active returns ³ respecto al S&P. Es decir, a cada uno de los retornos diarios de todos los índices se les restó el del S&P correspondiente a su fecha con la idea de poder quitarle el sesgo a las muestras de cualquier factor externo no relevante que las esté afectando. La elección del S&P no fue al azar sino que, como se verá a continuación, EEUU es hoy en día el líder a nivel mundial, todo se ve integrado hacia esta nación y gira en torno a ella.

Los índices bursátiles tienen características particulares, en tanto pagan bajos retornos pero a la vez tienen muy poco riesgo. Dicho comportamiento es persistente a lo largo del tiempo. A partir de los retornos medios y la matriz de varianzas y covarianzas (calculados en base a los active returns) se pueden llegar a calcular las rentabilidades y riesgos para cada uno de los activos de modo relativo, y con ellos los siguientes gráficos para todos los periodos temporales (Ver anexo 2). Cabe aclarar que las rentabilidades diarias fueron expresadas de manera anual y su riesgo correspondiente fue medido a partir del desvío standard anual. Para realizar dicha transformación se multiplicaron los retornos diarios por 252 y los desvíos standard diarios por la raíz de 252.



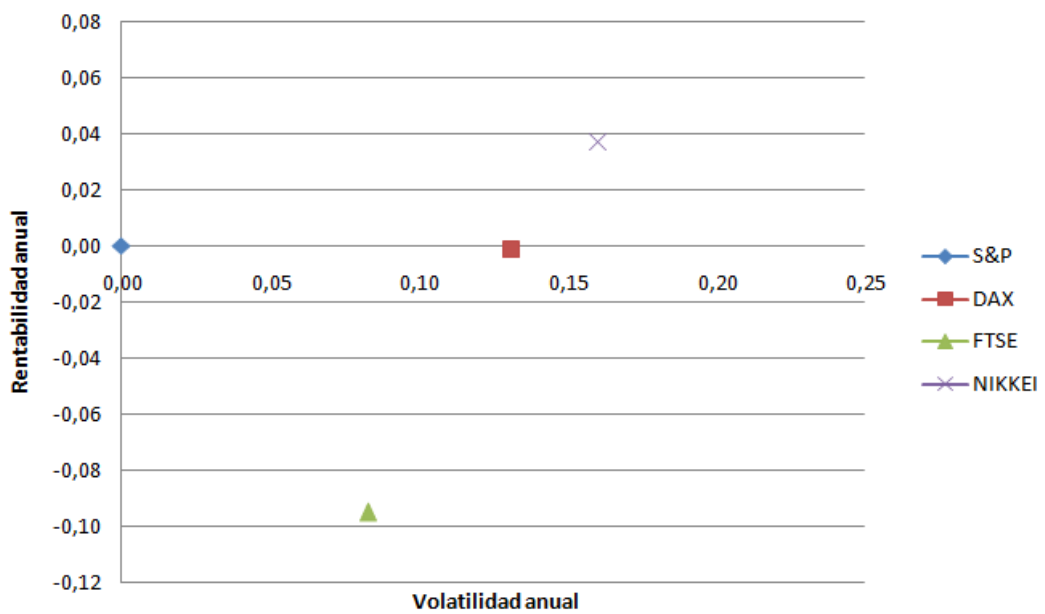
³ Retornos respecto de un benchmark. Es la diferencia entre un benchmark y un retorno actual.

2005 - 2010



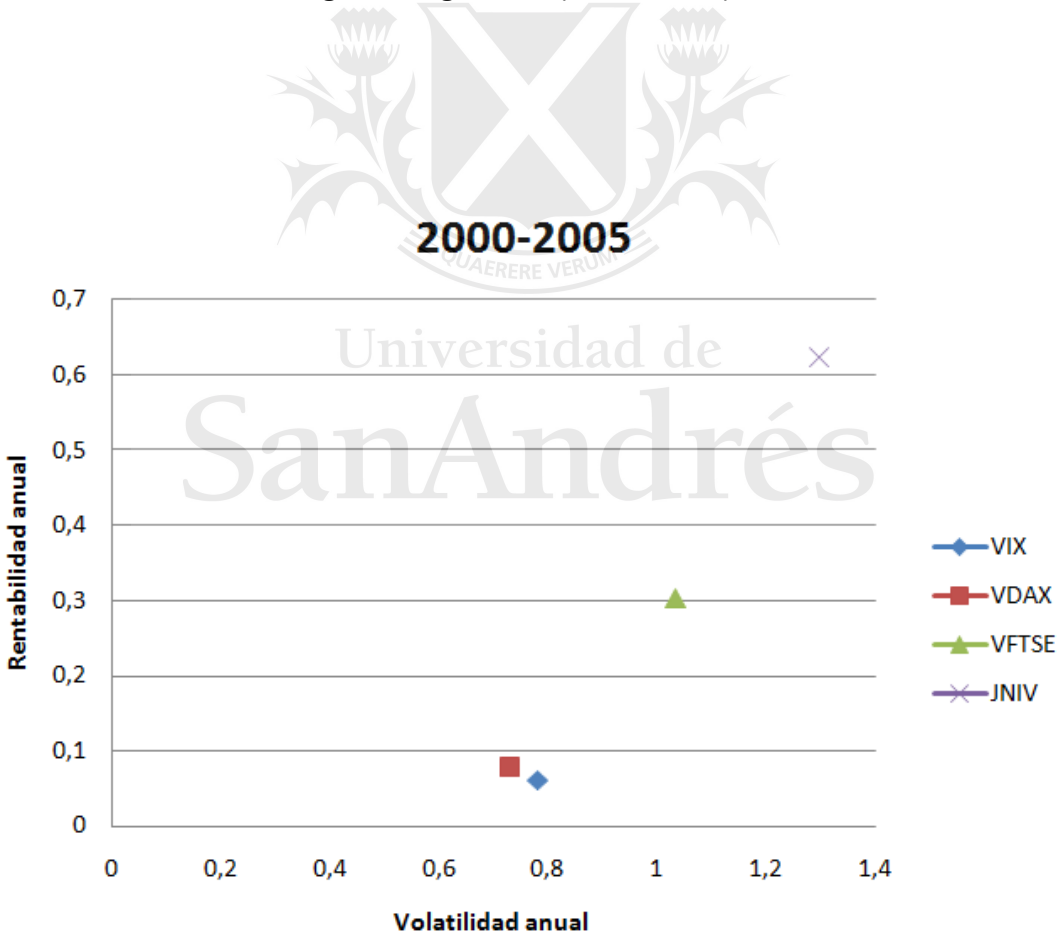
Universidad de San Andrés

2010 - 2015

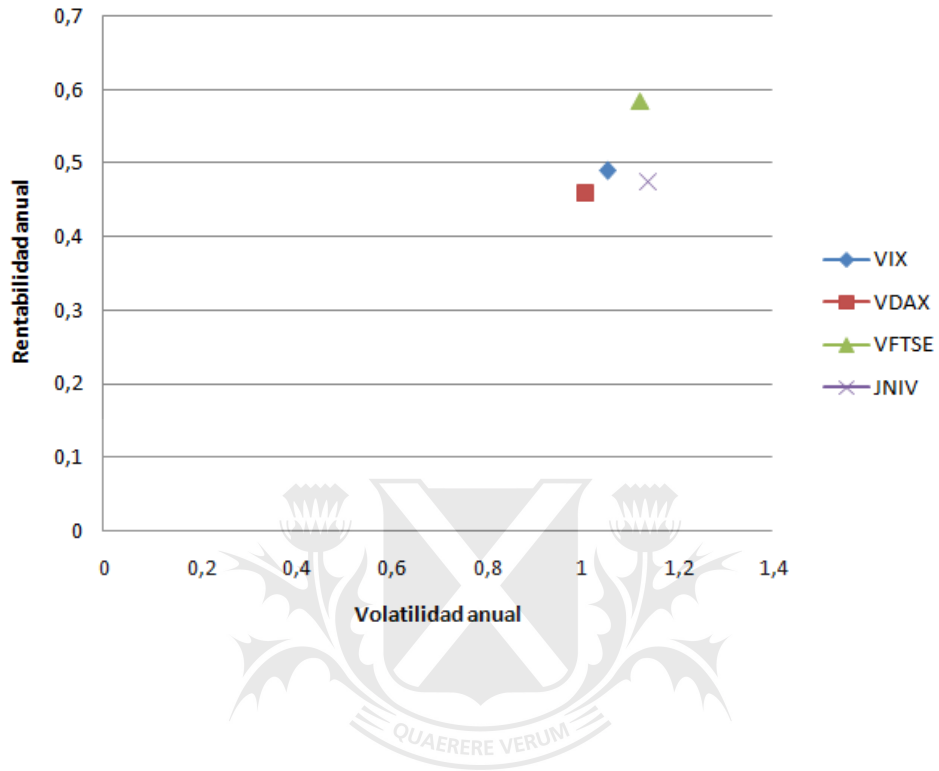


Se puede observar cómo el NIKKEI (índice bursátil de Japón) es el que mayor volatilidad presenta a lo largo del tiempo, seguido por el DAX (Alemania), luego el FTSE (Inglaterra) y finalmente el S&P (EEUU) que pertenece fijo en el cero dado que fue utilizado como punto de referencia para el resto de los puntos relativos.

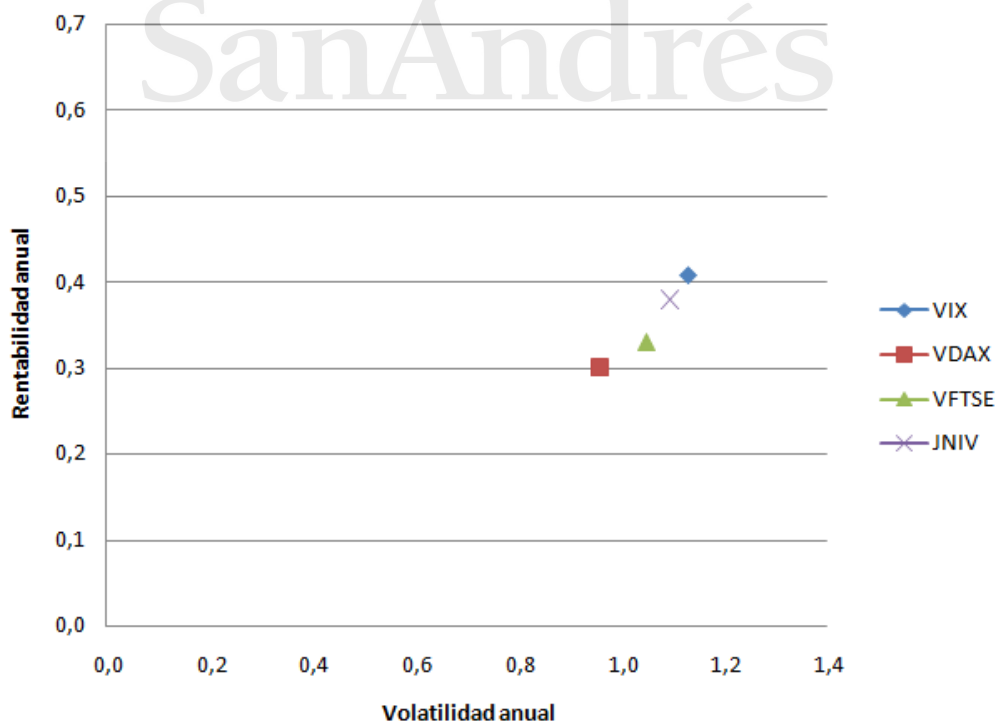
Para el análisis de la fuerza "Within countries" se extrajeron de Reuters no solo los índices bursátiles de Estados Unidos, Alemania, Inglaterra y Japón, sino que también sus índices de volatilidad respectivos: VIX, VDAX, VFTSE, JNIV. Se utilizaron los índices de volatilidad como medida para representar el aumento de la cantidad de activos en el tiempo. Bajo el mismo mecanismo que los índices bursátiles, aún utilizando el S&P como punto de referencia, se obtuvieron los siguientes gráficos: (Ver anexo 3)



2005 - 2010

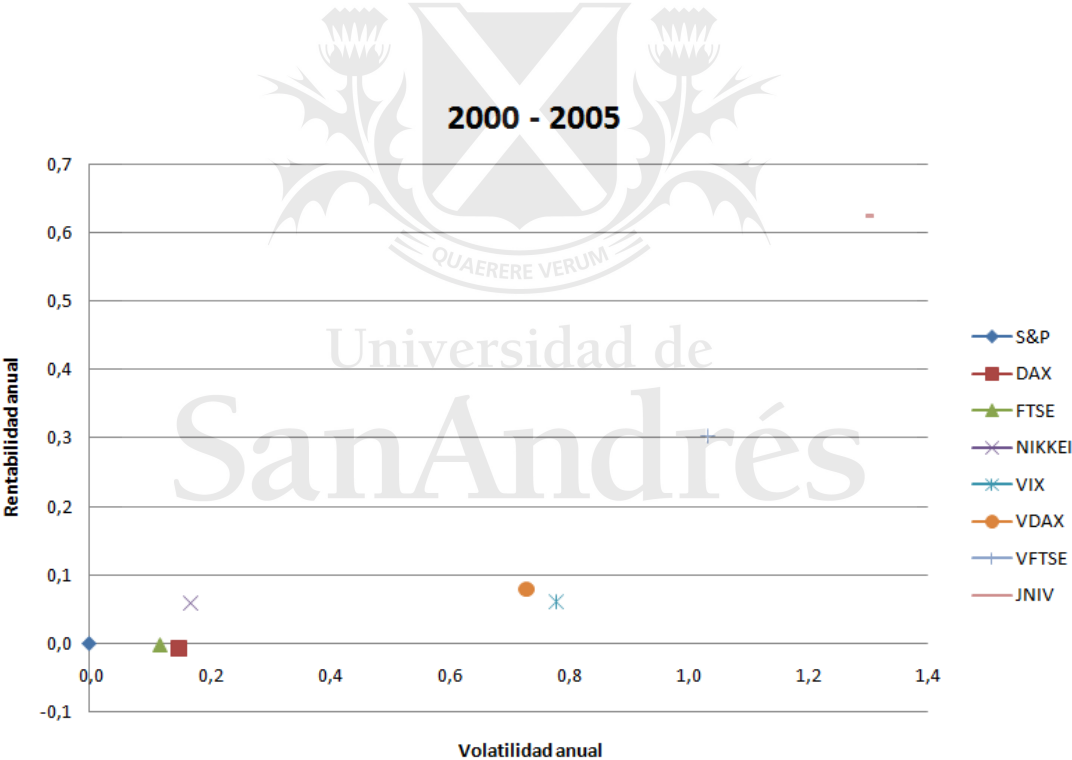


2010 - 2015

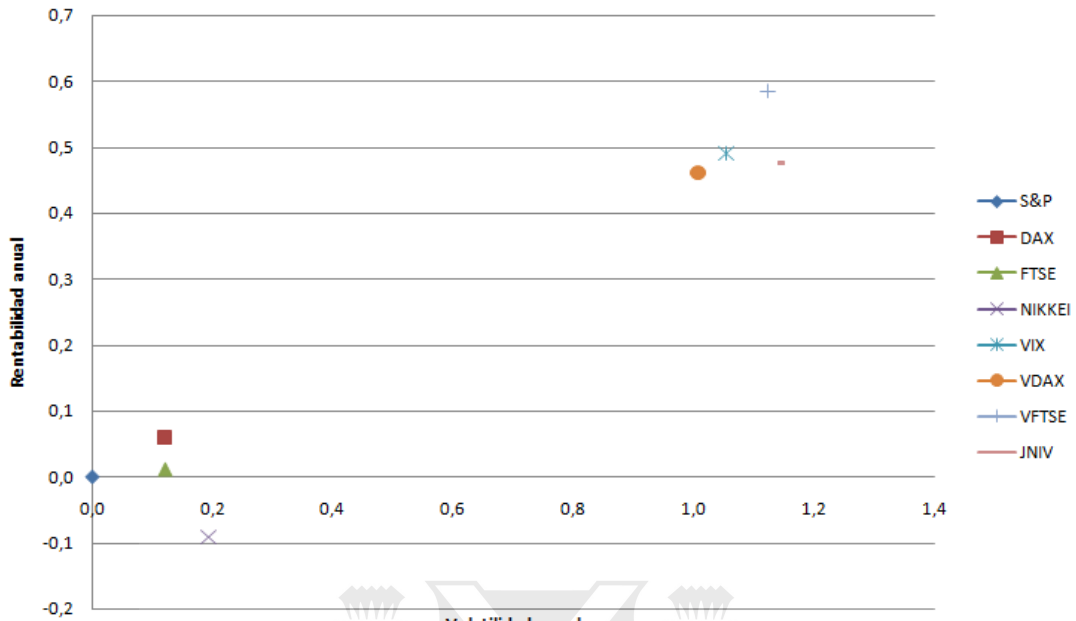


Se puede observar cómo los índices de volatilidad fueron convergiendo a lo largo del tiempo, es decir, pareciéndose cada vez más. Esta observación juega un rol de suma importancia en las correlaciones ya que al asemejarse con el tiempo, sus correlaciones serán cada vez más altas dando paso a mayor integración financiera, tal como se mostrará en la sección de resultados de este trabajo de investigación.

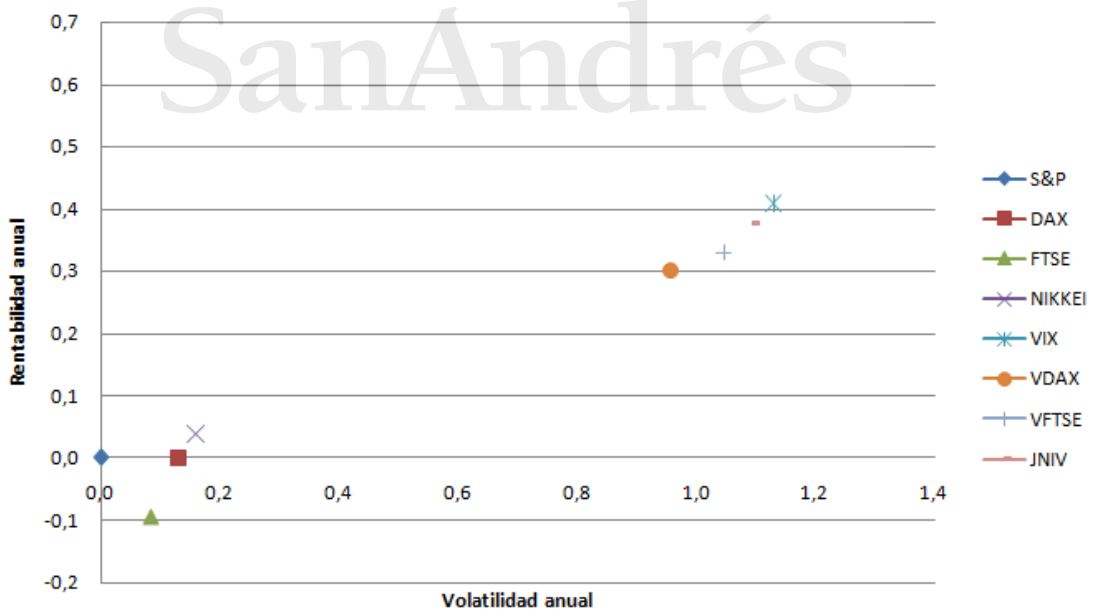
Aún más, al poner ambos tipos de índices bajo un mismo gráfico se pueden obtener ciertas observaciones de interés. A continuación se pondrá en práctica esto último:(Ver anexo 4)



2005 - 2010



2010 - 2015



Es de suma importancia observar en dichos gráficos cómo los índices de volatilidad se caracterizan por contar con mucha mayor rentabilidad y riesgo que los índices bursátiles. Esto ocurre en todos los fragmentos temporales. Por ello se puede decir que aquellos inversionistas conocidos como especuladores tenderán a invertir en mayor medida en los índices de volatilidad, mientras que los inversores estables buscarán una cartera con mayor proporción en índices bursátiles a fin de no incurrir en un riesgo tan elevado.

3.2 El modelo

El modelo planteado tendrá como principal objetivo desarrollar las fronteras eficientes de los portafolios diversificados internacionalmente a lo largo del tiempo, para luego ir comparándolas a partir de las variaciones de sus componentes y periodos temporales. Antes de presentar el modelo es preciso definir las siguientes dos cuestiones teóricas que nos permitirán comprenderlo con más exactitud:

- Portafolio eficiente: *“Al portafolio de valores resultante se lo denomina portafolio eficiente porque se trata de la combinación de activos, que ofrece el mejor rendimiento dada la mayor o menor preferencia por el riesgo del inversionista”* (Rodríguez Grado, 2009: 195)
- Diversificación internacional: Rodríguez Grado (2009: 193) lo define como un proceso que se centra en la inversión en más de un activo financiero a fin de reducir el riesgo global de la inversión. En caso de que la inversión sea únicamente doméstica la diversificación se manifiesta en tanto se invierte en distintos activos y diversos sectores. Sin embargo, en el caso del presente trabajo de investigación, por el término diversificación internacional se hará referencia a la inversión en distintos activos de distintos países. *“A mayor argument for investing internationally is that it increases profit opportunities while providing risk diversification”* (Oldier y Solnik, 1993: 63)

El presente trabajo de investigación plantea un modelo que determina cuales son las proporciones óptimas que minimizan el riesgo con una rentabilidad dada para el armado de la cartera eficiente en cada periodo particular. Una vez obtenidas estas proporciones se pueden calcular el riesgo de cartera para cada nivel de rentabilidad definido, siempre menor

al máximo de los retornos medios de los activos que lo componen. Con estos puntos de riesgo para su rentabilidad correspondiente se construyen los gráficos de las fronteras eficientes que pasarán a analizarse en la próxima sección.

El modelo del que parte dicha investigación es el siguiente:

$$\min_w = w^T \Sigma w \quad \text{sujeto a} \quad w^T \bar{r} \geq r_0$$
$$\sum_i w_i = 1$$
$$w_i \geq 0$$

Dónde:

- w = matriz de weights, es decir, la matriz de proporciones de activos óptimos para el armado de la cartera. A cada activo incluido dentro de la cartera le corresponde una proporción de cartera.
- w^T = matriz de weights transpuesta
- Σ = matriz de varianzas y covarianzas
- \bar{r} = matriz de retornos medios
- r_0 = es el retorno que tomamos como dado. Debe ocurrir que $r_0 < \max(r_i)$, es decir, que el retorno que fijamos como dado para poder obtener el mínimo riesgo sea menor al máximo de los retornos medios de los activos que se encuentran presentes para el armado de la cartera eficiente.

Para poder llevar a cabo este modelo, se partió de los retornos relativos de cada uno de los índices y luego con herramientas de Excel como el Solver se llegó a los resultados que se presentarán en la siguiente sección.

Capítulo 4: Resultados

4.1 Fuerza “Between countries”

i. Correlaciones

Las correlaciones funcionan como una medida que permite determinar que tan integradas se encuentran las economías entre sí. A partir del cálculo de estas últimas se han podido extraer importantes observaciones sobre el aumento del grado y dirección que fue tomando la integración económica con el pasar de los años.

		2000-2005	2005-2010	2010-2015
1	S&P, DAX	0,83714514	0,905897286	0,9635521
2	S&P, FTSE	0,87551179	0,973537667	0,85925306
3	S&P, NIKKEI	0,86284989	0,896494262	0,96112359
4	S&P, VIX	-0,63350261	-0,71162062	-0,50545985
5	S&P, VDAX	-0,87084866	-0,72286144	-0,34048783
6	S&P, VFTSE	-0,74773041	-0,63042218	-0,48545304
7	S&P, JNIV	-0,44367376	-0,621844	-0,16232506
8	DAX, FTSE	0,97978939	0,894482832	0,8639081
9	DAX, NIKKEI	0,81636962	0,671265914	0,96219804
10	DAX, VIX	-0,18843256	-0,55885744	-0,52395813
11	DAX, VDAX	-0,54143087	-0,6197865	-0,36862724
12	DAX, VFTSE	-0,35970025	-0,50087706	-0,50883944
13	DAX, JNIV	-0,03422117	-0,55069004	-0,20100684
14	FTSE, NIKKEI	0,83325259	0,85583488	0,817829
15	FTSE, VIX	-0,26450573	-0,78353329	-0,72079213
16	FTSE, VDAX	-0,60047372	-0,80206904	-0,62916332
17	FTSE, VFTSE	-0,42616937	-0,72303983	-0,71956726
18	FTSE, JNIV	-0,12687389	-0,70733225	-0,17371321
19	NIKKEI, VIX	-0,46036975	-0,70013538	-0,41173127
20	NIKKEI, VDAX	-0,70341318	-0,66108066	-0,23940086
21	NIKKEI, VFTSE	-0,56376821	-0,62444323	-0,38260066
22	NIKKEI, JNIV	-0,3502239	-0,58068189	-0,08102915
23	VIX, VDAX	0,89381392	0,96929237	0,88866054
24	VIX, VFTSE	0,95949566	0,973049662	0,94612779
25	VIX, JNIV	0,82670197	0,944257065	0,42890155
26	VDAX, VFTSE	0,9556584	0,960641957	0,91654671
27	VDAX, JNIV	0,70654162	0,94144541	0,3186598
28	VFTSE, JNIV	0,76152108	0,94506433	0,44778715

En primer lugar, al observar el signo de dichas correlaciones se pueden extraer varias interpretaciones. Se puede ver cómo los índices bursátiles (S&P, DAX, FTSE, NIKKEI) se correlacionan positivamente entre sí. A la vez, los índices de volatilidad (VIX, VDAX, VFTSE, JNIV) se comportan de igual manera. Sin embargo, los índices de volatilidad con los índices bursátiles se correlacionan negativamente entre sí. Esto nos da un indicio de que para el armado de una cartera eficiente que diversifique óptimamente el riesgo deben estar presentes tanto los índices de volatilidad como los índices bursátiles. Tal como menciona Rodríguez Grado (1993: 194) *“En condiciones ceteris paribus, cuando más bajas sean las correlaciones entre los rendimientos, mayores serán los beneficios de la diversificación”*. Este último resultado será de suma importancia para el análisis de la fuerza *“Within countries”*.

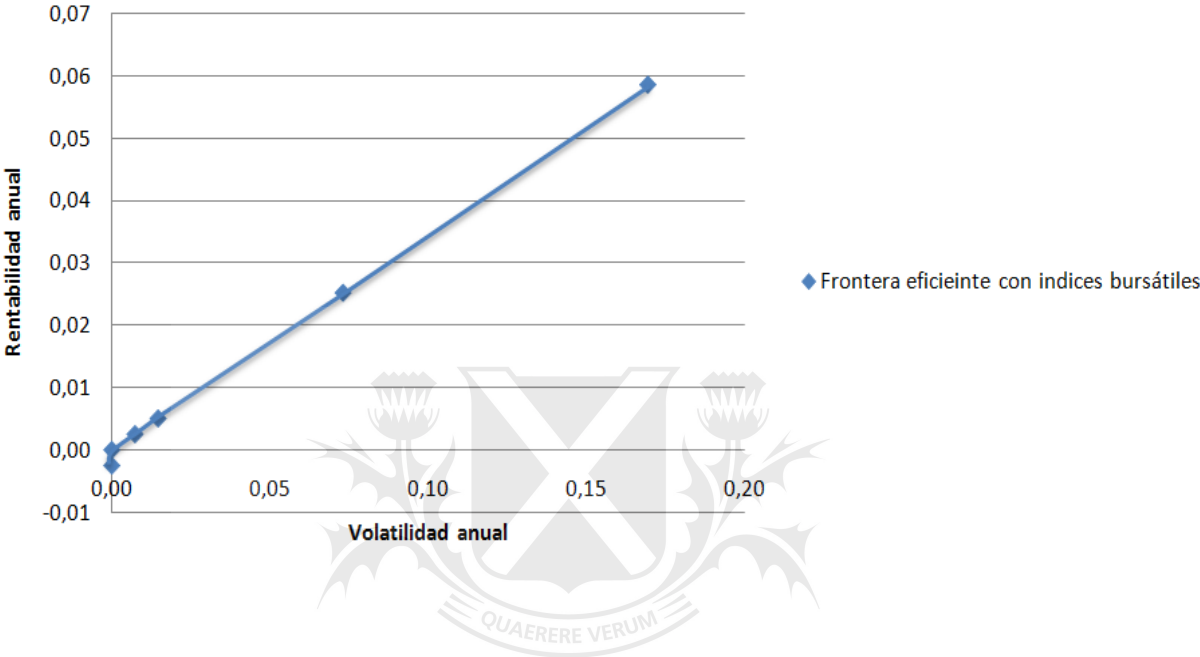
En segundo lugar, al observar los valores numéricos de las correlaciones en los tres periodos temporales se puede ver cómo las correlaciones de todos los índices aumentaron con respecto al S&P. Esto último nos llevaría a pensar que la integración económica se está centrando en torno a Estados Unidos como líder mundial. Esto explica porque utilizamos los active returns ya mencionados respecto al S&P como su Benchmark. Si observamos las correlaciones con respecto al NIKKEI (Japón), estas también aumentaron en la gran mayoría de los casos con el pasar de los años. En cambio, si observamos la correlación entre FTSE (Inglaterra) y DAX (Alemania) podemos ver cómo cayeron a lo largo del tiempo: de 0,98 a 0,89 y luego a 0,86. Estos valores numéricos sin lugar a duda son de gran importancia ya que nos dan indicios sobre cómo está siendo la integración hoy en día. A partir de los avances tecnológicos y en telecomunicaciones hay una apertura hacia todo el mundo, lo que hace que Europa haya comenzado a abrirse mucho más y a integrarse con potencias más lejanas en distancia como son por ejemplo Estados Unidos y Japón, sin quedarse encerrados en lo que es la misma Europa (Ver anexo 5)

ii. Fronteras eficientes

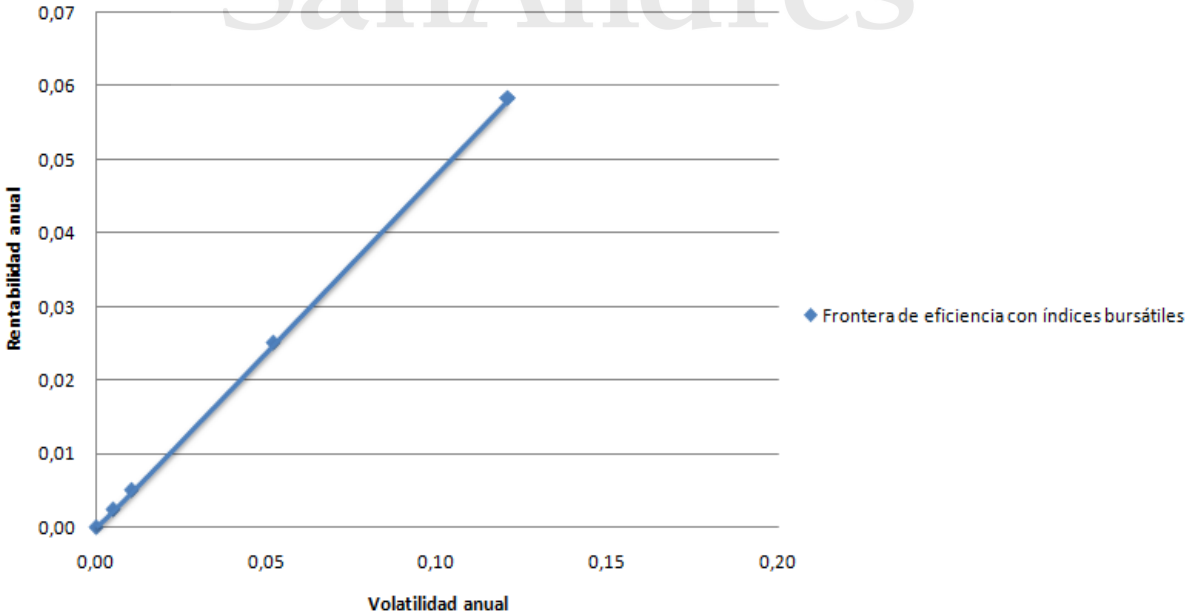
Esta sección muestra uno de los resultados centrales de esta investigación. Determina cómo fue el comportamiento de las fronteras eficientes a lo largo del tiempo tras tener en cuenta la fuerza *“Between countries”*. Por el posicionamiento de las curvas uno puede analizar el comportamiento de la eficiencia de una cartera diversificada a lo largo del tiempo.

Para ello, gracias al modelo planteado, se elaboran las fronteras eficientes a partir de los cuatro índices bursátiles como únicos activos y se obtienen los siguientes gráficos: (Ver anexo 6)

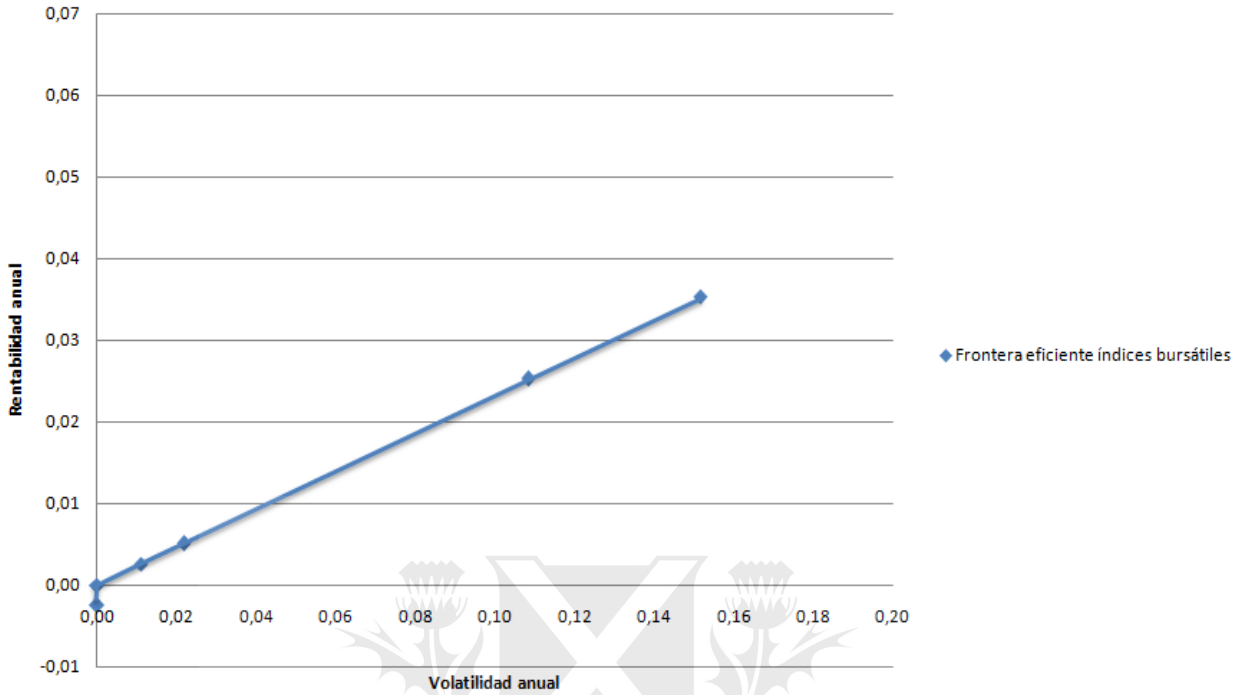
Frontera de eficiencia con índices bursátiles 2000 -2005



Frontera de eficiencia con índices bursátiles 2005 - 2010

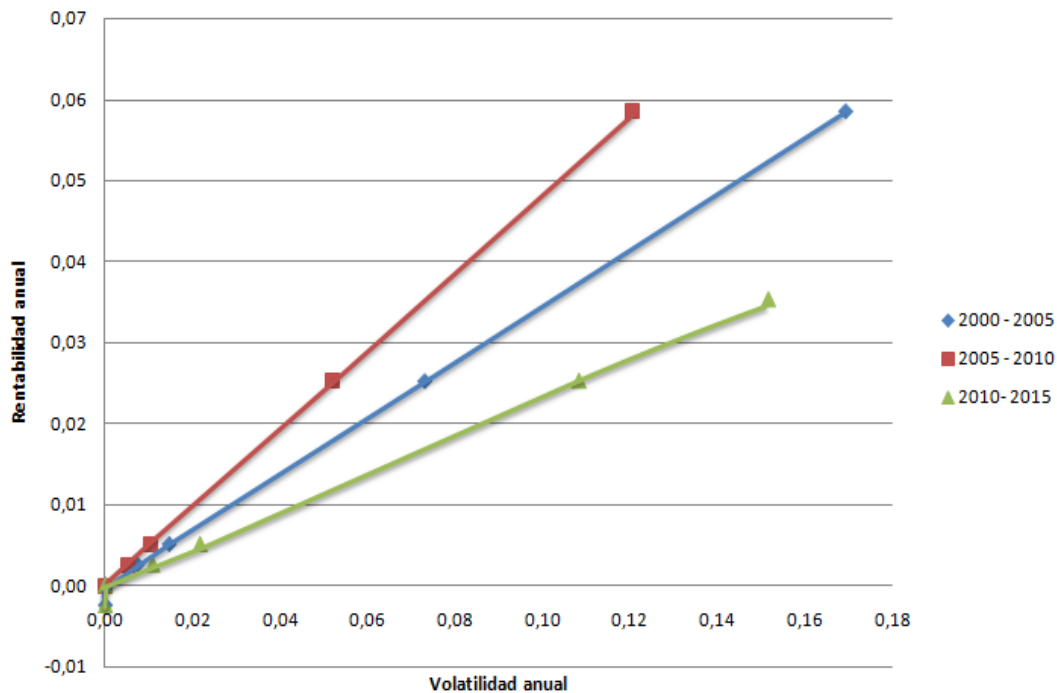


Frontera de eficiencia con índices bursátiles 2010 -2015



Tal como se puede observar en los gráficos, las fronteras de eficiencia parecerían comportarse de manera similar a lo largo del tiempo. Sin embargo, el posicionamiento de estas curvas en el espacio tiende a discernir, es decir, algunas curvas se encuentran ubicadas más arriba que otras. Es por ello, que se realizó el siguiente gráfico comparativo para obtener importantes resultados del mismo.

Comparación



Dicho gráfico nos muestra uno de los aportes principales del presente trabajo de investigación. Según la fuerza “Between countries” la eficiencia de una cartera eficiente cae a lo largo del tiempo, siempre y cuando dichos periodos sean de tranquilidad. Es decir, a iguales puntos de rentabilidad hay un aumento de riesgo a lo largo del tiempo. Es de suma importancia resaltar que esto último solo ocurre en periodos de tranquilidad ya que si uno observa el gráfico se ve lo siguiente: La cartera del 2005 -2010 es la más eficiente, seguida por la del 2000 -2005 y luego la del 2010 -2015. Uno de los significados lógicos para esta tendencia podría ser que en épocas de tranquilidad como pueden ser la del 2000 – 2005 y 2010 -2015 la caída en la eficiencia aplica correctamente. Sin embargo, periodos de crisis mundial como son el del 2005 -2010 rompen con esta tendencia. La crisis del 2007 rompe toda relación existente entre países y estos últimos tienden a estar menos conectados a nivel mundial, eso explica porque la frontera eficiente que corresponde al periodo 2005 -2010 es la más eficiente de todos los periodos temporales. Si se observa la correlación entre el DAX y NIKKEI se puede ver que esta cae de 0,82 a 0,67 en el periodo en cuestión. Por ende, la caída en la eficiencia de las fronteras a lo largo del tiempo es consistente con el aumento de la integración económica global. Esta cuestión se probará con mayor detenimiento empírico en la sección “ambas fuerzas”.

4.2 Fuerza “Within countries”

Esta sección muestra otro de los resultados principales de dicho proceso de investigación. Sigue la misma línea metodológica que la fuerza “Between countries” pero ahora se le agregan los índices de volatilidad como medida del aumento de la cantidad de activos. Tal como se explicó con anterioridad, a la hora de incluir los índices de volatilidad en el armado de la cartera diversificada es lógico que ahora podamos obtener fronteras más eficientes dada la correlación negativa entre los índices de volatilidad y los índices bursátiles. Esto último es un reflejo lógico de cómo el aumento en la cantidad de activos a lo largo del tiempo generó un aumento en la eficiencia de una cartera diversificada internacionalmente. Además, tiene lugar en todos los periodos temporales en los gráficos a continuación: (Ver anexo 7)

➤ 2000 – 2005

Frontera de eficiencia 2000-2005 índices bursátiles y de volatilidad

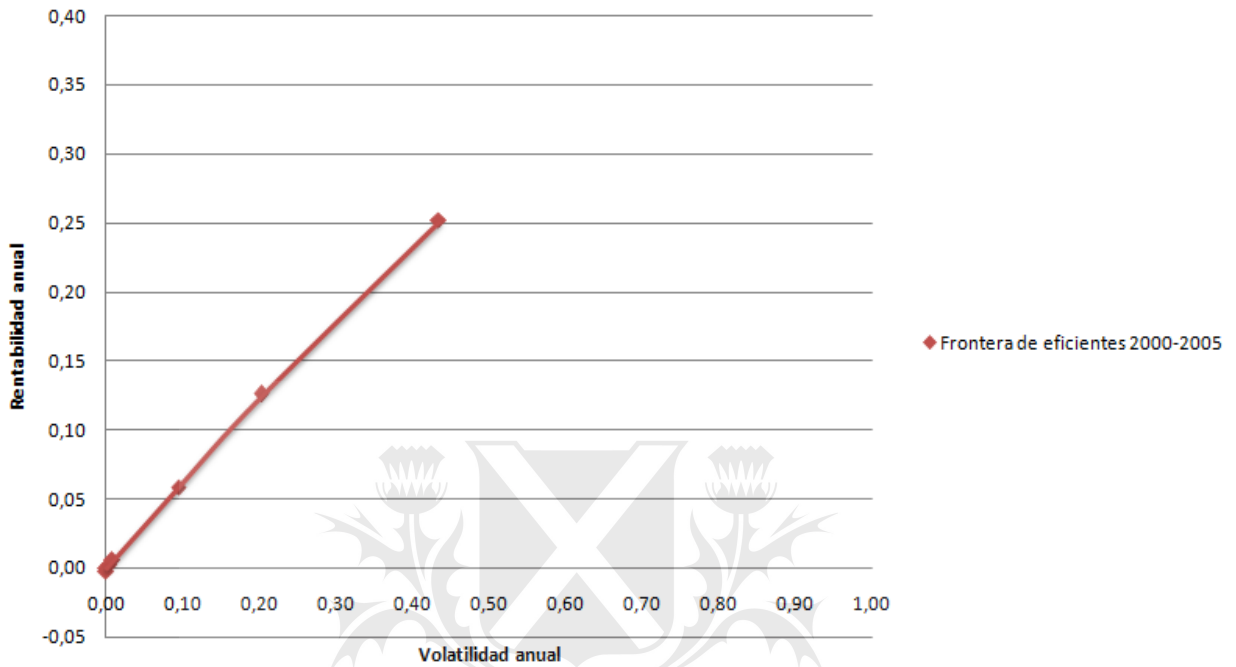
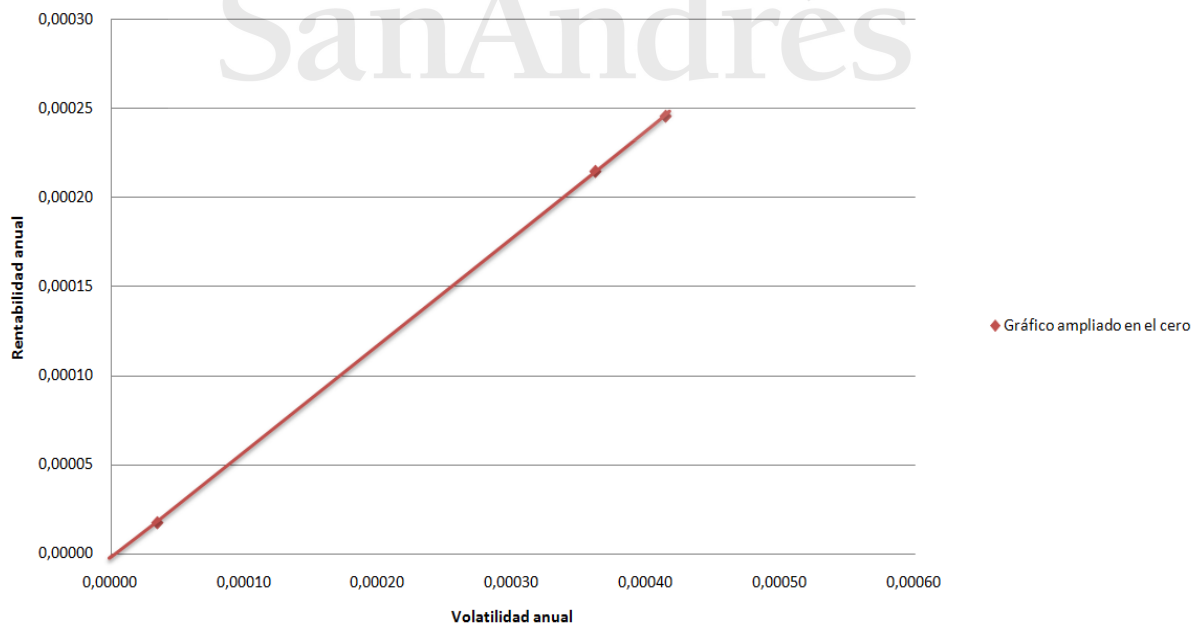
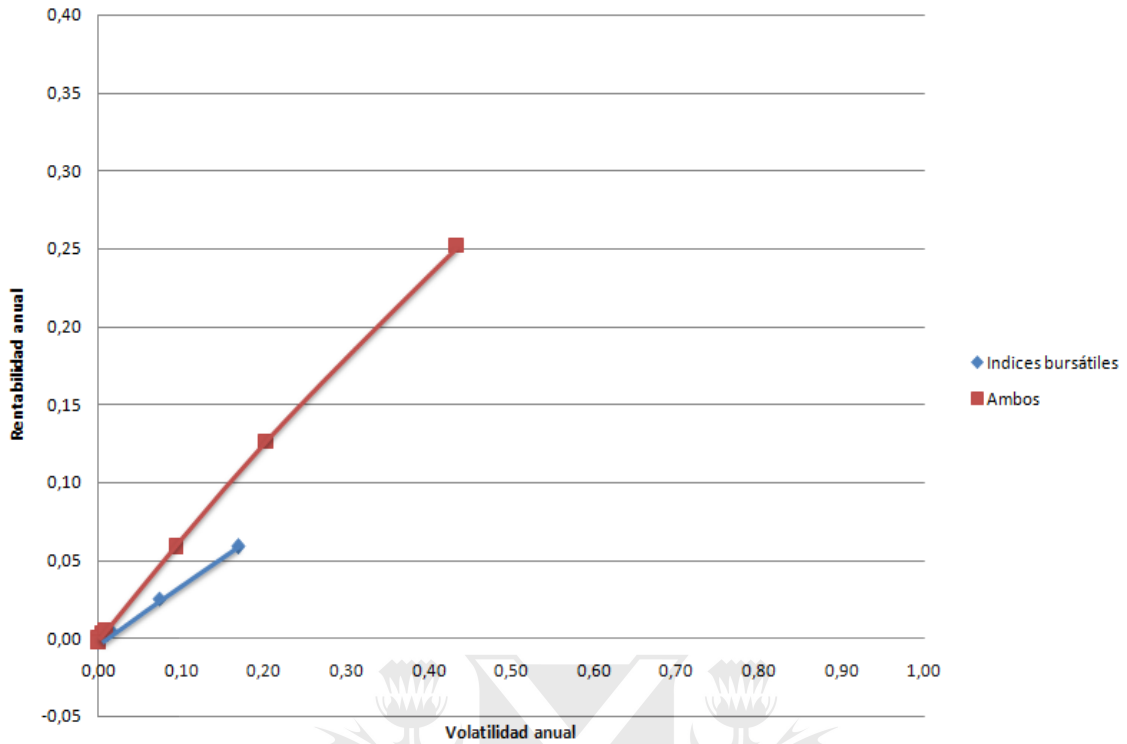


Gráfico ampliado en el cero



Comparación fronteras de eficiencia 2000-2005



➤ 2005 – 2010

Frontera de eficiencia 2005-2010 Índices bursátiles y de volatilidad

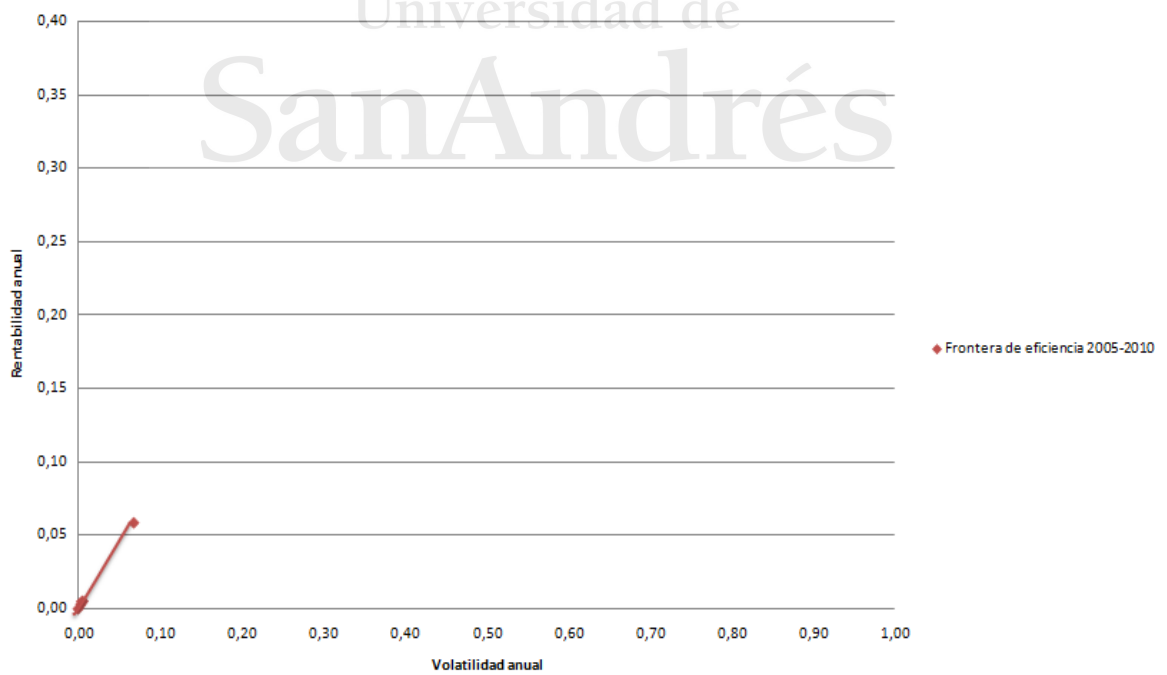
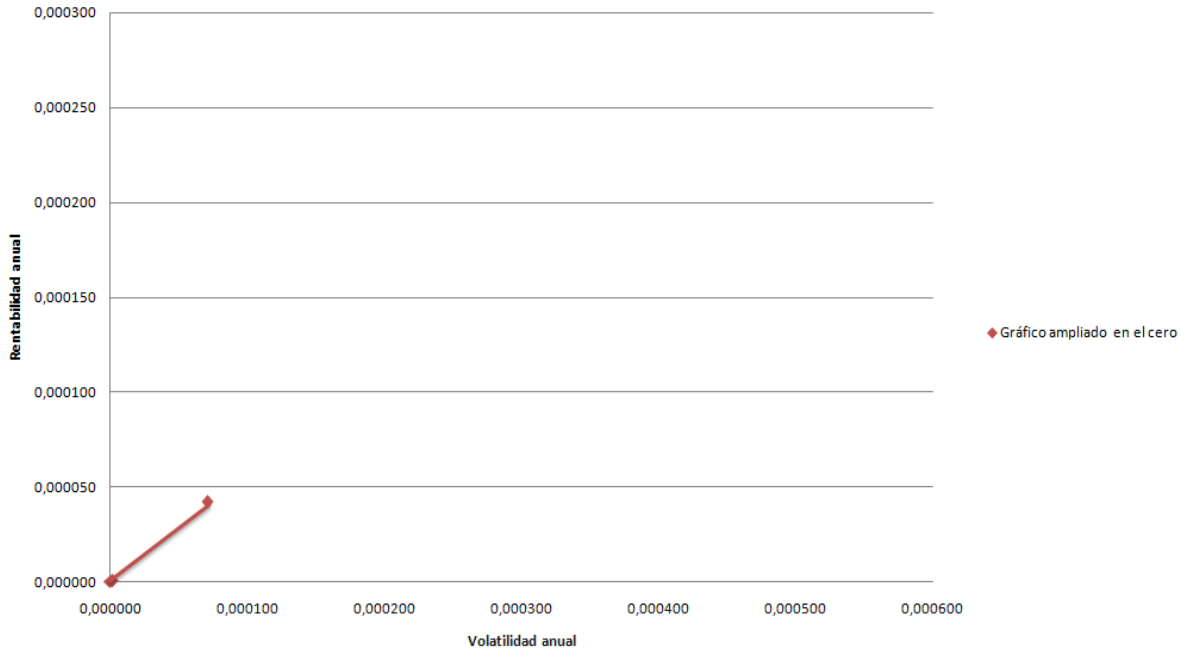
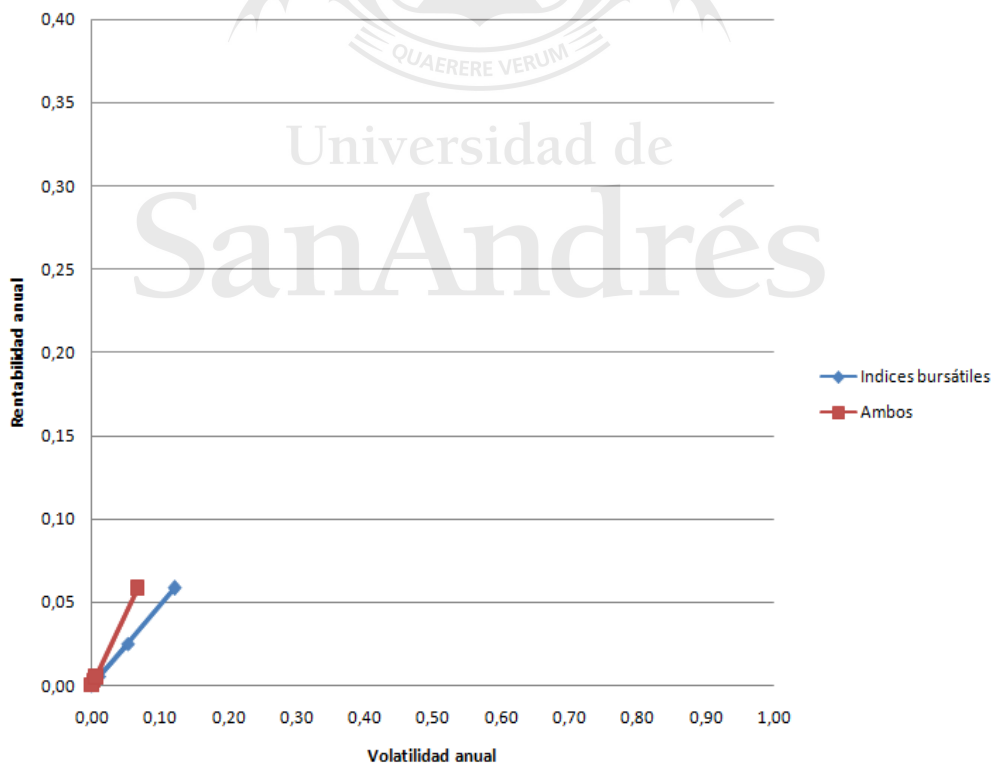


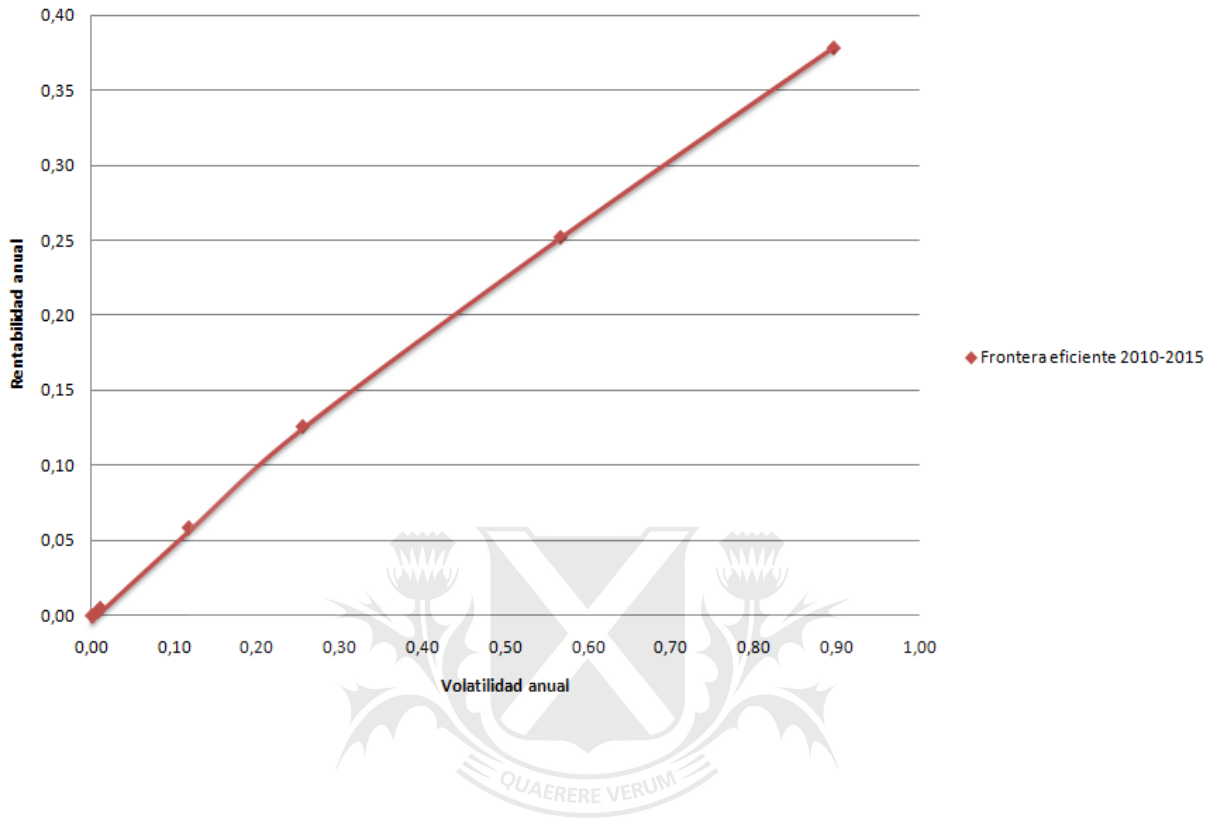
Gráfico ampliado en el cero



Comparación fronteras de eficiencia 2005-2010

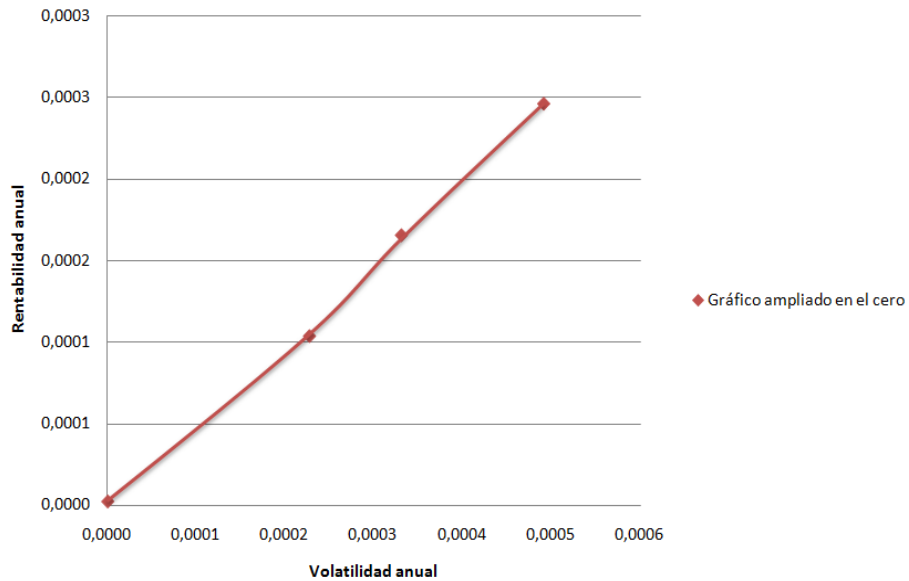


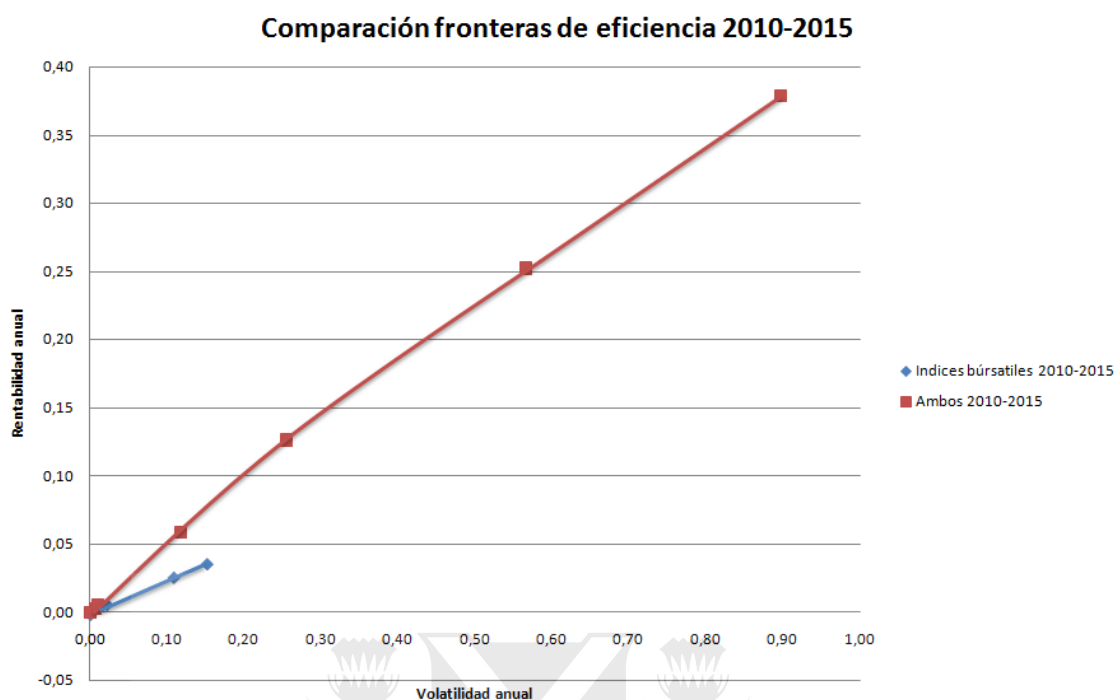
Frontera de eficiencia 2010-2015 índices bursátiles y de volatilidad



Universidad de
San Andrés

Gráfico ampliado en el cero





Estos gráficos nos muestran varias cuestiones relacionadas con los resultados de la investigación que es preciso detallar. En primer lugar, se puede confirmar la hipótesis planteada al comienzo del escrito. En todos los periodos temporales las fronteras eficientes formadas por carteras compuestas por una mayor cantidad de activos (índices bursátiles y de volatilidad) resultaron tener menor riesgo para una misma medida de rentabilidad. En los gráficos esto se puede ver con claridad al observar aquellos titulados “Comparación fronteras de eficiencia”. En todos los casos las curvas rojas se encuentran por encima de las curvas de color azul. Por ende, las fronteras formadas por índices bursátiles y de volatilidad resultaron ser más eficientes (menor riesgo para una misma medida de rentabilidad) que aquellas conformadas únicamente por índices bursátiles. Una manera de medir esto último de manera numérica es a partir del Ratio de Sharpe⁴. En este caso vamos a utilizar su alternativa de medir el riesgo ajustado por la rentabilidad. Es decir, obtener los valores numéricos de cuánto mayor porcentaje de riesgo presenta la frontera formada únicamente por índices bursátiles tras compararla con aquella formada tanto por índices bursátiles como índices de volatilidad para una misma rentabilidad esperada. Se hará a partir de la siguiente fórmula:

⁴ El Ratio de Sharpe es una herramienta estándar que originalmente mide la rentabilidad ajustada por el riesgo. $SR = \frac{\bar{R}_p - \bar{r}_f}{\hat{\sigma}_p}$
 “The Sharpe ratio was designed as an *ex ante*, or forward-looking, ratio for determining what reward an investor could expect for investing in a risky asset versus a risk-free asset” (Kidd, 2011 : 1)

$$\text{Ratio de Sharpe} : \frac{\sigma_1 - \sigma_2}{\text{Rentabilidad esperada}}$$

Dónde σ_1 y σ_2 son los desvíos estándar de las dos carteras en un mismo punto de rentabilidad dado.

En nuestro modelo el riesgo se mide a partir de la varianza. Es por ello que se le ha calculado la raíz cuadrada a esta última a fin de trabajar con los desvíos estándar para esta cuestión. En 2000-2005 a igual rentabilidad, la cartera formada únicamente con índices bursátiles tiene en dos de sus puntos tomados como ejemplo 20,45 y 20,32 más unidades de riesgo que la cartera formada a partir de índices bursátiles e índices de volatilidad. En 2005-2010 lo mismo ocurrió pero con valores de 14,427 unidades de riesgo; mientras que en 2010-2015 fueron de 25, 99 y 36, 49 unidades de riesgo para un valor de rentabilidad dado. (Ver anexo 8)

En las recientes líneas se ha comprobado empíricamente cómo el agregar activos a una cartera aumenta su eficiencia en cualquier periodo temporal. De esta manera, la fuerza “Within countries” explica el aumento en la eficiencia de un portafolio óptimo diversificado internacionalmente a lo largo del tiempo dado a partir del aumento en la cantidad de activos en el mundo económico con el pasar de los años.

4.3 Ambas fuerzas

En esta sección se pondrán dentro de un mismo gráfico seis fronteras de eficiencia. Para cada uno de los tres periodos temporales (2000-2005; 2005-2010; 2010-2015) se detallará una curva de una cartera formada únicamente por índices bursátiles y otra formada a partir de índices bursátiles junto con los de volatilidad. Es decir, se juntarán dentro de un mismo gráfico las fronteras de eficiencia que se utilizaron para demostrar no solo la fuerza “Between countries”, sino también la “Within countries”.

◆ Indices bursátiles 2000-2005

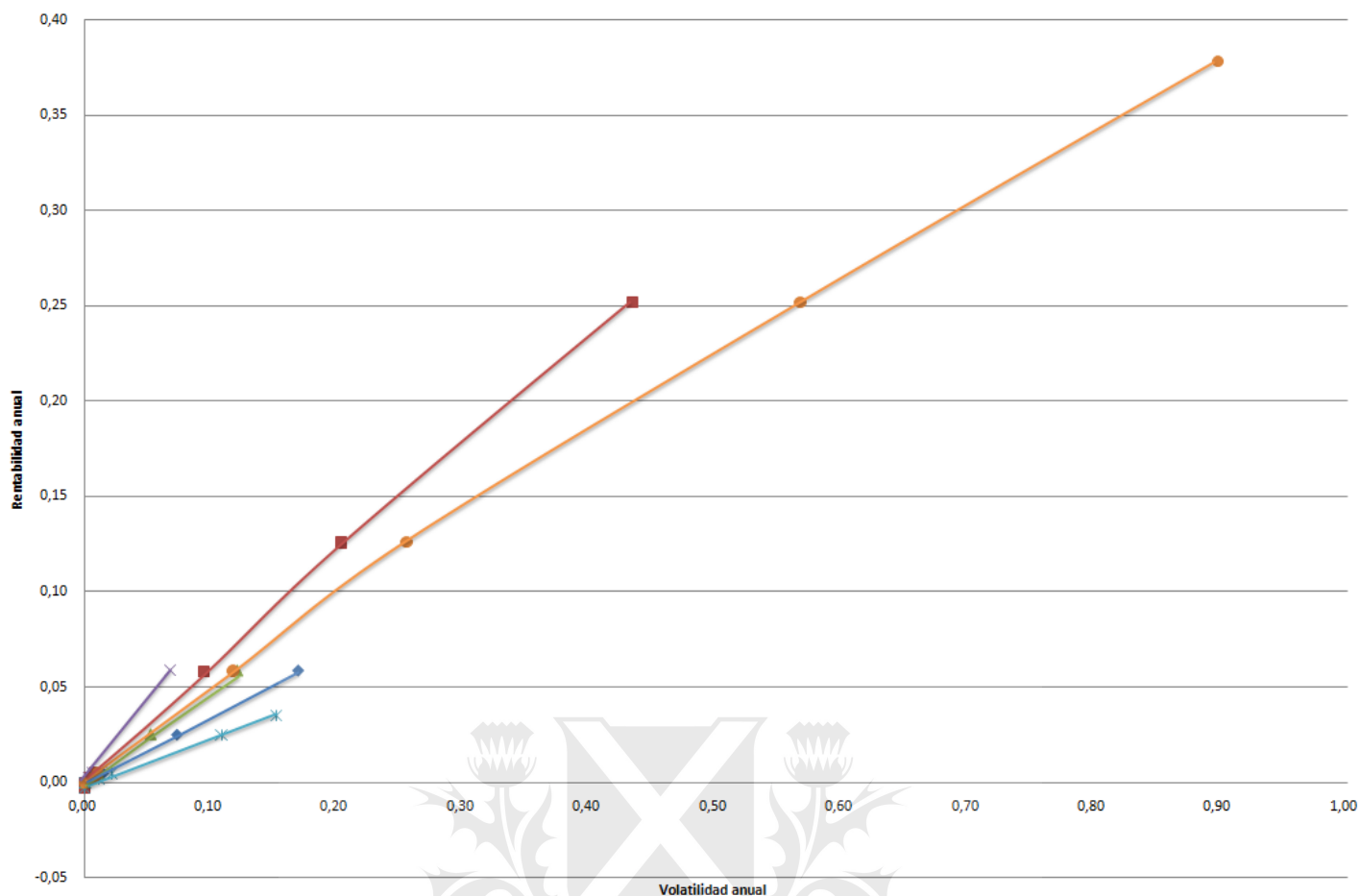
■ Ambos 2000-2005

▲ Indices bursátiles 2005- 2010

× Ambos 2005-2010

* Indices búrsatiles 2010-2015

● Ambos 2010-2015



Al observar el orden de las curvas se puede ver que las tres fronteras más bajas son aquellas formadas únicamente por índices bursátiles, mientras que las más altas son las conformadas conjuntamente por índices bursátiles e índices de volatilidad. Si tomamos ambos grupos por separado, es preciso detallar que el orden temporal para las curvas de ambos grupos es análogo. Es decir, en ambos grupos las fronteras menos eficientes son las del periodo 2010-2015, luego las del periodo 2000-2005 y finalmente las del 2005- 2010 que son las más eficientes en ambos casos.

Dos importantes resultados entran en juego para este caso. El primero de ellos es observar cómo un aumento en la cantidad de activos aumenta mucho la eficiencia de una cartera ya que diversifica en mayor medida sus unidades de riesgo. Lo aumenta a tal punto que la frontera más baja formada por ambos tipos de activos es más elevada que la frontera más alta formada únicamente por índices bursátiles. En segundo lugar, otro resultado de suma importancia viene de observar las correlaciones de los índices de volatilidad junto con los índices bursátiles. Si uno observa las correlaciones de la página 17 puede ver cómo en todos los casos las correlaciones negativas entre un índice bursátil y uno de volatilidad tienen su valor negativo más alto en el periodo 2005-2010. A mayor integración económica los

valores de las correlaciones deberían subir. En el caso de las correlaciones entre índices de volatilidad e índices bursátiles esto se traduce en hacerse menos negativas. Pero al tomar como ejemplo el NIKKEI con el VFTSE vemos que la correlación entre ambos índices es de -0,56 para el periodo 2000-2005, -0,62 para el periodo 2005-2010 y -0,38 para el periodo 2010-2015. Por ende, se ve con claridad cómo el periodo de máxima negatividad, lo que implica menos correlación, es el segundo periodo. Esto no es casualidad y se explica a partir de las características mismas de ese periodo de crisis, con el 2008 con la crisis de las hipotecas subprime como su principal detonante. Esto nos permite decir que el periodo 2005- 2010 no es un buen parámetro para explicar una tendencia de resultados ya que el mismo es un periodo de crisis, cambio y ruptura a nivel mundial. Eso explica porque extraemos resultados relevantes para la fuerza “Between countries” tomando como referencia únicamente los periodos 2000-2005 y 2010-2015.



Universidad de
San Andrés

Capítulo 5: Conclusiones

En dicha sección podemos dar una respuesta final a las preguntas en las que se basa el presente trabajo de investigación. En primer lugar nos enfocaremos en el principal interrogante: ¿Qué ocurrió con la eficiencia (rentabilidad y riesgo) de un portafolio diversificado internacionalmente a lo largo del tiempo? Para responder a dicha cuestión es preciso enfocarnos en las fuerzas "Between countries" y "Within countries". Tal como se probó de manera empírica a lo largo de la investigación, el riesgo según la fuerza "Between countries" subió a lo largo del tiempo, mientras que al tomar la fuerza "Within countries" como referente observamos que el riesgo para una rentabilidad dada cayó con el pasar de los años. El resultado final sobre qué ocurrió con la eficiencia de un portafolio óptimo a lo largo del tiempo se ve relacionado con el poder develar cuál es la fuerza que tiene mayor peso en cada uno de los periodos temporales. Como ambas fuerzas actúan en sentidos opuestos, aquella que actuó en mayor porcentaje definirá la dirección de la eficiencia de la cartera. Idear un método empírico a fin de develar qué fuerza actúa en mayor proporción para un periodo temporal dado podría llegar a ser un resultado muy interesante en futuras líneas de investigación. En segundo lugar, nos podemos enfocar en otro de los interrogantes que dieron pie a la presente investigación: ¿Hoy en día lo óptimo es que un inversor diversifique internacionalmente o no lo haga? A partir del estudio de las correlaciones se puede ver que si bien hay un gran avance en la integración global, los mercados aún no se encuentran totalmente integrados. Es decir, tomando el periodo 2010-2015 como periodo más cercano a la actualidad podemos observar que no hubo ninguna correlación que sea exactamente igual a 1. Este último resultado nos muestra que si bien las correlaciones vienen aumentando de manera drástica hacia naciones como Japón o EEUU no hay correlaciones perfectas entre países en la actualidad. Este último resultado es de suma importancia ya que nos permite concluir sobre que lo óptimo hoy en día aún continúa siendo invertir con una diversificación internacional y hacerlo más que nada con una gran cantidad de activos. Al tomar el periodo 2010-2015 como aquel más cercano a la actualidad pudimos comprobar que las fronteras eficientes se formaban a partir de distintos tipos de activos de distintas naciones. Es muy probable que dentro de gran cantidad de años la integración global sea de tal magnitud que invertir en activos de una nación y hacerlo en varias naciones no presente diferencia alguna. Por último, siguiendo esta misma línea pero aplicada a periodos futuros podríamos

preguntarnos ¿Que ocurrirá con la fuerza "Between countries" y "Within countries"? En lo que tiene que ver con la primera de las fuerzas mencionadas, es esperable que dentro de varios años la correlación entre varios países del mundo sea perfecta. Una vez que la correlación sea exactamente igual a uno, los mercados se van a encontrar integrados completamente. Más que ese punto no van a poder seguir integrándose y en cierta manera la fuerza "Between countries" podría llegar a dejar de ser representativa en tanto las correlaciones tienen un límite. Por otro lado, al observar la fuerza "Within countries" podemos ver que esta también tiene un límite. Si bien la cantidad de activos puede crecer de manera infinita, llega un punto en el que el mínimo riesgo de una cartera eficiente no puede seguir siendo reducido a pesar del aumento en la cantidad de activos. Es decir, se espera que muy en el largo plazo ambas fuerzas puedan llegar a estar limitadas y haya que indagar sobre nuevos determinantes que estudien la eficiencia de un portafolio diversificado internacionalmente.



Universidad de
San Andrés

Bibliografía

- Bekaert, G. y Harvey, C. R., 2014. "Emerging equity markets in a globalizing world". Working Papers SSRN en: http://papers.ssrn.com/sol3/Papers.cfm?abstract_id=2344817 . Accedido: 05/01/16
- Black, F. y Litterman, R., 1992. "Global portfolio optimization". *Financial Analysts Journal*, Vol. 48, No. 5, pp. 28-43.
- Eiling, E., Gerard, B., Hillion, P., & de Roon, F. A., 2012. "International portfolio diversification: Currency, industry and country effects revisited" *Journal of International Money and Finance*, Vol. 31, No. 5, pp. 1249 -278.
- Fuks, E., 2015. "Pumas del Pacífico: Costo del capital propio e integración financiera de Chile, Perú y Colombia entre 2010 y 2014". Trabajo de graduación de la Escuela de Administración y Negocios, Universidad de San Andrés.
- Gilmore, C. G. y McManus, G. M., 2002. "International portfolio diversification: US and Central European equity markets". *Emerging Markets Review*, Vol. 3, No. 1, pp. 69-83.
- Johnson, M. D., & Selnes, F., 2004. "Customer portfolio management: toward a dynamic theory of exchange relationships". *Journal of Marketing*, Vol. 68, No. 2, pp. 1-17.
- Kidd, D., 2011. "The Sharpe Ratio and the Information Ratio". *Investment Performance Measurement Feature Articles*, No. 1, pp. 1-4.
- McKinnon, R. I. , 1993. *The order of economic liberalization: Financial control in the transition to a market economy*, Second Edition. JHU Press.
- Mejía Carvajal, O. D., 2002. "Discusión sobre la teoría moderna del Portafolio: Aplicación de la internalización del Portafolio, incluyendo el caso colombiano". *Estudios Gerenciales*, Vol. 18, No. 83, pp. 107-123.
- Michaud, R. O., Bergstrom, G. L., Frashure, R. D. y Wolahan, B., 1996. "Twenty years of international equity investing" *Journal of Portfolio Management*, Vol.23, No.1.
- Mishra, A. V., 2015. "Measures of equity home bias puzzle". *Journal of Empirical Finance*, Vol. 34, pp. 293-312.
- Odier, P. y Solnik, B., 1993. "Lessons for international asset allocation" *Financial Analysts Journal*, Vol. 49, No. 2, pp. 63-77.

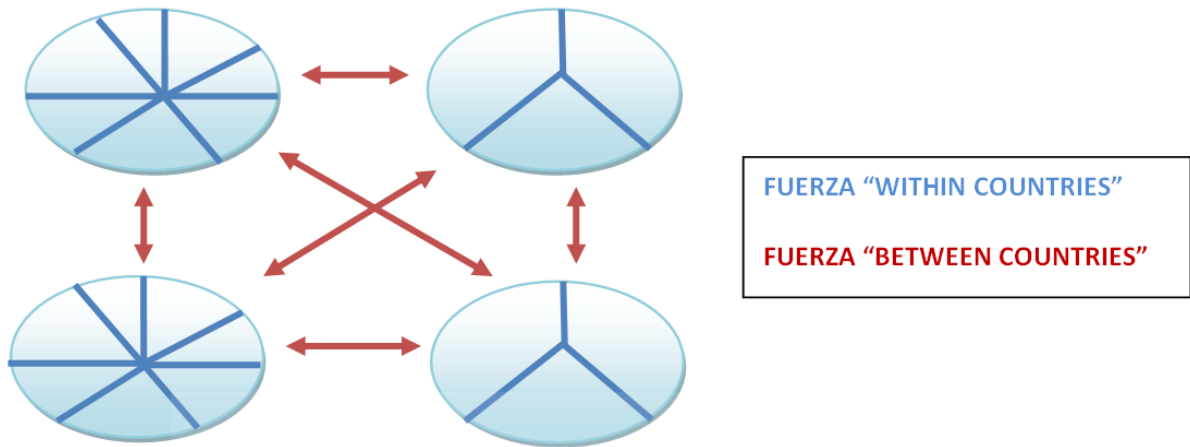
- Phylaktis, K. y Ravazzolo, F., 2005. "Stock market linkages in emerging markets: implications for international portfolio diversification". *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, Vol. 15, No. 2, pp. 91-106.
- Rodríguez Grado, A., 2009. "La asignación de activos en portafolios diversificados internacionalmente" ISSN 1317-8822, Año 8, Edición Especial, pp. 189-202
- Solnik, B. H., 1974. "Why not diversify internationally rather than domestically?". *Financial analysts journal*, Vol. 30, No. 4, pp. 48- 54

Páginas Web y extracción de datos

- <http://www.wipo.int/wipolex/es/profile.jsp?code=us>. Accedido: 08/04/16
- <http://www.morningstar.es/es/news/26363/mbs-la-alternativa-usa-a-los-t%C3%ADtulos-del-estado.aspx> Accedido: 08/04/16
- <http://www.fundspeople.com/noticias/la-importancia-del-ratio-de-sharpe-a-la-hora-de-seleccionar-fondos-91843>. Accedido: 29/03/16
- <http://thomsonreuters.com.ar/es/conozcanos.html>. Accedido: 06/04/16
- Extracción de base de datos a través de Thomson Reuters:
 - S&P: 22/02/ 16 a las 14:40 hs.
 - DAX: 22/ 02/ 16 a las 14:29hs.
 - FTSE: 22/ 02/ 16 a las 14:45 hs.
 - NIKKEI: 22/ 02/ 16 a las 14:21 hs.
 - VIX: 10/ 03/ 16 a las 15:20 hs.
 - VDAX: 10/ 03/ 16 a las 15:22 hs.
 - VFTSE: 10/ 03/ 16 a las 15:29 hs.
 - JNIV: 10/ 03/ 16 a las 15:24hs.

Anexos

Anexo 1:



Anexo 2:

En el siguiente anexo se ofrecen detalladamente los valores numéricos que se utilizaron para el armado de cada uno de los gráficos.

2000 - 2005

Matriz de varianzas y covarianzas

	S&P	DAX	FTSE	NIKKEI
S&P	0,0000000000	0,0000000000	0,0000000000	0,0000000000
DAX	0,0000000000	0,0000883467	0,0000358367	0,0000194637
FTSE	0,0000000000	0,0000358367	0,0000548862	0,0000264967
NIKKEI	0,0000000000	0,0000194637	0,0000264967	0,0001143882

	Riesgo(eje x)	Rentabilidad (eje y)
S&P	0,00000000	0,00000000
DAX	0,14920912	-0,00697211
FTSE	0,11760660	-0,00251187
NIKKEI	0,16978168	0,05858674

2005 - 2010				
Matriz de varianzas y covarianzas				
	S&P	DAX	FTSE	NIKKEI
S&P	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000
DAX	0,000000000	0,000058058	0,000030857	0,000038511
FTSE	0,000000000	0,000030857	0,000058771	0,000048879
NIKKEI	0,000000000	0,000038511	0,000048879	0,000149618
	Riesgo(eje x)	Rentabilidad (eje y)		
S&P	0,000000000	0,000000000		
DAX	0,1209572444	0,0585690550		
FTSE	0,1216970989	0,0108911914		
NIKKEI	0,1941747612	-0,0917118218		

2010 - 2015				
Matriz de varianzas y covarianzas				
	S&P	DAX	FTSE	NIKKEI
S&P	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000
DAX	0,000000000	0,000068244	0,000018404	0,000020749
FTSE	0,000000000	0,000018404	0,000027331	0,000014947
NIKKEI	0,000000000	0,000020749	0,000014947	0,000101704
	Riesgo(eje x)	Rentabilidad (eje y)		
S&P	0,000000000	0,000000000		
DAX	0,131138836	-0,001056280		
FTSE	0,082989886	-0,095017017		
NIKKEI	0,160091809	0,037245055		

Anexo 3:

En el siguiente anexo se ofrecen detalladamente los valores numéricos que se utilizaron para el armado de cada uno de los gráficos.

2000 - 2005				
Matriz de varianzas y covarianzas				
	VIX	VDAX	VFTSE	JNIV
VIX	0,002418401	0,001648172	0,0021965	0,0010834
VDAX	0,001648172	0,002114241	0,0021851	0,0011437
VFTSE	0,002196484	0,002185063	0,0042382	0,0012022
JNIV	0,001083423	0,001143683	0,0012022	0,0066827
	Riesgo(eje x)	Rentabilidad (eje y)		
VIX	0,78066456	0,061251491		
VDAX	0,729923765	0,079169241		
VFTSE	1,033449028	0,303434288		
JNIV	1,297705871	0,624057753		

2005-2010				
Matriz de varianzas y covarianzas				
	VIX	VDAX	VFTSE	JNIV
VIX	0,004417857	0,003229483	0,00323871	0,002502817
VDAX	0,003229483	0,004036511	0,0032759	0,002252392
VFTSE	0,003238713	0,003275901	0,00501495	0,002723622
JNIV	0,002502817	0,002252392	0,00272362	0,005165183
	Riesgo(eje x)	Rentabilidad (eje y)		
VIX	1,055130252	0,489315147		
VDAX	1,008563745	0,460384166		
VFTSE	1,124173963	0,584702087		
JNIV	1,140888347	0,475663585		

2010-2015				
Matriz de varianzas y covarianzas				
	VIX	VDAX	VFTSE	JNIV
VIX	0,005062534	0,003098211	0,00296358	0,00212957
VDAX	0,003098211	0,003645689	0,00249123	0,00152032
VFTSE	0,002963578	0,002491229	0,00435541	0,0025358
JNIV	0,002129567	0,001520325	0,0025358	0,00475014
	Riesgo(eje x)	Rentabilidad (eje y)		
VIX	1,129494859	0,408131749		
VDAX	0,958495452	0,300302338		
VFTSE	1,047646729	0,329652990		
JNIV	1,094091157	0,377425857		

Anexo 4:

En el siguiente anexo se ofrecen detalladamente los valores numéricos que se utilizaron para el armado de cada uno de los gráficos.

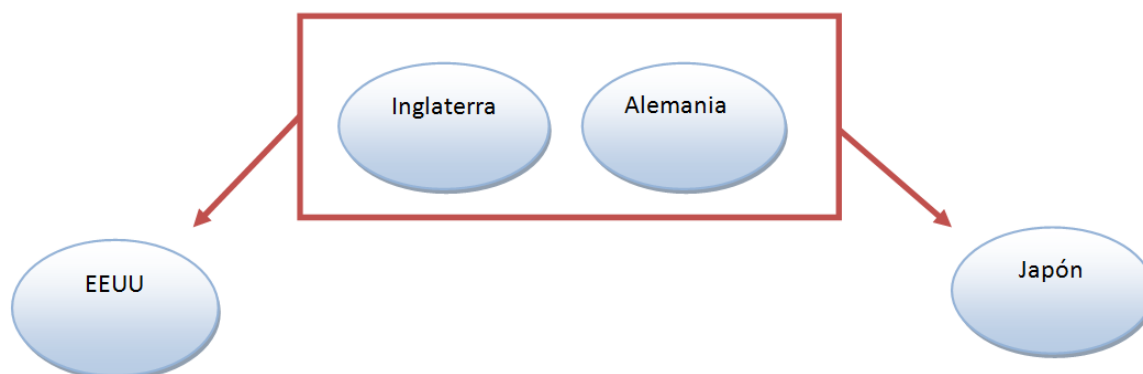
Universidad de

2000-2005								
	S&P	DAX	FTSE	NIKKEI	VIX	VDAX	VFTSE	JNIV
S&P	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000
DAX	0,000000000	0,000088347	0,000035837	0,000019464	-0,000081449	-0,000211321	-0,000213691	-0,000101975
FTSE	0,000000000	0,000035837	0,000054886	0,000026497	0,000099609	0,000010618	-0,000003395	0,000038101
NIKKEI	0,000000000	0,000019464	0,000026497	0,000114388	0,000133323	0,000027553	0,000110615	-0,000048732
VIX	0,000000000	-0,000081449	0,000099609	0,000133323	0,002418401	0,001648172	0,002196484	0,001083423
VDAX	0,000000000	-0,000211321	0,000010618	0,000027553	0,001648172	0,002114241	0,002185063	0,001143683
VFTSE	0,000000000	-0,000213691	-0,000003395	0,000110615	0,002196484	0,002185063	0,004238162	0,001202207
JNIV	0,000000000	-0,000101975	0,000038101	-0,000048732	0,001083423	0,001143683	0,001202207	0,006682701
	Riesgo(eje x)	Rentabilidad (eje y)						
S&P	0,000000000	0,000000000						
DAX	0,149209120	-0,006972112						
FTSE	0,117606602	-0,002511866						
NIKKEI	0,169781682	0,058586744						
VIX	0,780664560	0,061251491						
VDAX	0,729923765	0,079169241						
VFTSE	1,033449028	0,303434288						
JNIV	1,297705871	0,624057753						

2005-2010								
Matriz de varianzas y covarianzas								
	S&P	DAX	FTSE	NIKKEI	VIX	VDAX	VFTSE	JNIV
S&P	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000
DAX	0,000000000	0,000058008	0,000030830	0,000038477	0,000000946	-0,000092971	-0,000129494	-0,000147951
FTSE	0,000000000	0,000030830	0,000058719	0,000048837	0,000149779	0,000023213	0,000030231	0,000004378
NIKKEI	0,000000000	0,000038477	0,000048837	0,000149488	0,000211504	0,000137364	0,000066182	-0,000196368
VIX	0,000000000	0,000000946	0,000149779	0,000211504	0,004417857	0,003229483	0,003238713	0,002502817
VDAX	0,000000000	-0,000092971	0,000023213	0,000137364	0,003229483	0,004036511	0,003275901	0,002252392
VFTSE	0,000000000	-0,000129494	0,000030231	0,000066182	0,003238713	0,003275901	0,005014949	0,002723622
JNIV	0,000000000	-0,000147951	0,000004378	-0,000196368	0,002502817	0,002252392	0,002723622	0,005165183
	Riesgo(eje x)	Rentabilidad (eje y)						
S&P	0,000000000	0,000000000						
DAX	0,120904646	0,058569055						
FTSE	0,121644131	0,010891191						
NIKKEI	0,194090320	-0,091711822						
VIX	1,055130252	0,489315147						
VDAX	1,008563745	0,460384166						
VFTSE	1,124173963	0,584702087						
JNIV	1,140888347	0,475663585						

2010 - 2015								
Matriz de varianzas y covarianzas								
	S&P	DAX	FTSE	NIKKEI	VIX	VDAX	VFTSE	JNIV
S&P	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000	0,000000000
DAX	0,000000000	0,000068244	0,000018404	0,000020749	-0,000082327	-0,000159208	-0,000152232	-0,000127630
FTSE	0,000000000	0,000018404	0,000027331	0,000014947	0,000101323	0,000021666	-0,000032443	-0,000005059
NIKKEI	0,000000000	0,000020749	0,000014947	0,000101704	0,000119973	0,000092032	-0,000022351	-0,000173302
VIX	0,000000000	-0,000082327	0,000101323	0,000119973	0,005062534	0,003098211	0,002963578	0,002129567
VDAX	0,000000000	-0,000159208	0,000021666	0,000092032	0,003098211	0,003645689	0,002491229	0,001520325
VFTSE	0,000000000	-0,000152232	-0,000032443	-0,000022351	0,002963578	0,002491229	0,004355411	0,002535795
JNIV	0,000000000	-0,000127630	-0,000005059	-0,000173302	0,002129567	0,001520325	0,002535795	0,004750141
	Riesgo(eje x)	Rentabilidad (eje y)						
S&P	0,000000000	0,000000000						
DAX	0,131138836	-0,001056280						
FTSE	0,082989886	-0,095017017						
NIKKEI	0,160091809	0,037245055						
VIX	1,129494859	0,408131749						
VDAX	0,958495452	0,300302338						
VFTSE	1,047646729	0,329652990						
JNIV	1,094091157	0,377425857						

Anexo 5:



Anexo 6:

➤ 2000 – 2005

	Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)
1	0,007303	0,002520
2	0,169291	0,058587
3	0,000000	0,000000
4	0,014606	0,005040
5	0,000000	-0,002520
6	0,073028	0,025200

	Weights1	Weights2	Weights3	Weights4	Weights5	Weights6
S&P	0,9569869	0,0028909	1	0,9139737	1	0,5698686
DAX	0	0	0	0	0	0
FTSE	0	0	0	0	0	0
NIKKEI	0,0430131	0,9971091	0	0,0860263	0	0,4301314

➤ 2005 – 2010

	Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)
1	0,00520	0,00252
2	0,12063	0,05841
3	0,00000	0,00000
4	0,01041	0,00504
5	0,05204	0,02520

	Weights1	Weights2	Weights3	Weights4	Weights5
S&P	0,95697387	0,00697387	1	0,91394773	0,56973866
DAX	0,04302613	0,99302613	0	0,08605227	0,43026134
FTSE	0	0	0	0	0
NIKKEI	0	0	0	0	0

➤ 2010 – 2015

	Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)
1	0,01083	0,00252
2	0,15165	0,03528
3	0,00000	0,00000
4	0,02166	0,00504
5	0,00000	-0,00252
6	0,10832	0,02520

	Weights1	Weights2	Weights3	Weights4	Weights5	Weights6
S&P	0,93234	0,0527602	1	0,86468	1	0,3234001
DAX	0	0	0	0	0	0
FTSE	0	0	0	0	0	0
NIKKEI	0,06766	0,9472398	0	0,13532	0	0,6765999

Universidad de
San Andrés

Anexo 7:

Para el armado de las fronteras de eficiencia de una cartera formada tanto por índices bursátiles como de volatilidad, se realizaron los gráficos en base a los siguientes valores numéricos:

➤ 2000 -2005

	Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)
1	0,43353249179	0,25200000000
2	0,20282826663	0,12599999960
3	0,00405656535	0,00252000003
4	0,09430990084	0,05858674332
5	0,00000000000	0,00000000000
6	0,00811313057	0,00503999998
7	0,00000000000	-0,00252000000

	Weights1	Weights2	Weights3	Weights4	Weights5	Weights6	Weights7
S&P	0	0,16788779	0,9833229	0,6122832	1	0,966646	1
DAX	0	0	0	0	0	0	0
FTSE	0	0	0	0	0	0	0
NIKKEI	0,589320008	0,67183583	0,0134769	0,313317	0	0,0269537	0
VIX	0	0	0	0	0	0	0
VDAX	0	0	0	0	0	0	0
VFTSE	0,121059055	0,04173865	0,0008316	0,0193348	0	0,0016633	0
JNIV	0,289620937	0,11853773	0,0023685	0,0550649	0	0,004737	0

Gráfico ampliado en el cero

Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)
0,0000343404	0,0000174070
0,0004136673	0,0002457000
0,0003611504	0,0002145064

➤ 2005 – 2010

	Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)
1	0,00291409954	0,00252000005
2	0,06754327046	0,05840879588
3	0,00000000000	0,00000000000
4	0,00582819882	0,00503999988

	Weights1	Weights2	Weights3	Weights4
S&P	0,97796974	0,48938335	1	0,95593873
DAX	0,01940416	0,44974813	0	0,03880912
FTSE	0	0	0	0
NIKKEI	0	0	0	0
VIX	0	0	0	0
VDAX	0,00040675	0,00942788	0	0,00081363
VFTSE	0,00128936	0,02988470	0	0,00257853
JNIV	0,00092999	0,02155595	0	0,00186000

Gráfico ampliado en el cero	
Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)
0,000070992957	0,000041832000
0,000000000000	0,000000000000
0,000001026579	0,000000427896

➤ 2010 – 2015

	Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)
1	0,89702874498	0,37800000000
2	0,56647178868	0,25200000064
3	0,25473791400	0,12600000002
4	0,00670680552	0,00252000029
5	0,11714812321	0,05858674271
6	0,00002185842	0,00000905822
7	0,01007781814	0,00503999998

	Weights1	Weights2	Weights3	Weights4	Weights5	Weights6	Weights7
S&P	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,9532630	0,3955227	0,9999748	0,9479990
DAX	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0389423	0,0775021	0,0000000	0,0066671
FTSE	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000	0,0000000
NIKKEI	0,0033108	0,3702197	0,7368427	0,0002475	0,4093494	0,0000000	0,0352150
VIX	0,4128184	0,2408392	0,0681057	0,0004044	0,0214839	0,0000065	0,0018482
VDAX	0,1287273	0,0768820	0,0253378	0,0030636	0,0141724	0,0000048	0,0012192
VFTSE	0,0219296	0,0198859	0,0189065	0,0015225	0,0112889	0,0000060	0,0009711
JNIV	0,4332139	0,2921733	0,1508073	0,0025566	0,0706806	0,0000079	0,0060804

Gráfico ampliado en el cero	
Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)
0,0003310891	0,0001653785
0,0004915974	0,0002457653
0,0000000000	0,0000025200
0,0002275034	0,0001036968

Anexo 8:

➤ 2000-2005

Indices bursátiles		Ambos		RATIO DE SHARPE
Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)	Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)	
0,000000212	0,000010000	0,0007458350	0,0010000000	20,44963198
0,000113728	0,000232487	0,0001632512	0,0005000000	20,31664287
0,000000000	0,000000000	0,0000000653	0,0000100000	
0,000000847	0,000020000	0,0000352951	0,0002324871	20,44963262
0,000000000	-0,000010000	0,0000000000	0,0000000000	
0,000021163	0,000100000	0,0000002612	0,0000200000	
		0,0000000000	-0,0000100000	

Dónde, por ejemplo, para obtener 20,31 unidades de riesgo (como indica el caso naranja) la operación fue la siguiente:

raiz de riesgo de cartera indices bursátiles – raiz de riesgo de cartera ambos
rentabilidad esperada

$$= \frac{(\sqrt{0,000113728} - \sqrt{0,0000352951})}{0,000232487}$$

En este caso “Índices bursátiles” hace referencia a la cartera 1 formada únicamente por los cuatro índices bursátiles y “Ambos” hace alusión a la cartera 2 formada no solo por los cuatro índices bursátiles, sino que también por los cuatro índices de volatilidad.

Los otros valores se calcularon de manera análoga. Incluso aquellos en los otros periodos temporales que siguen a continuación. Los valores fueron obtenidos a partir de las rentabilidades y desvíos standard de cartera diarios.

➤ 2005 – 2010

Indices bursátiles		Ambos		RATIO DE SHARPE
Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)	Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)	
0,000000107	0,000010000	0,000000033698	0,000010000000	14,427049171468
0,000057741	0,000231781	0,000018103545	0,000231780936	14,427049927144
0,000000000	0,000000000	0,000000000000	0,000000000000	
0,000000430	0,000020000	0,000000134793	0,000020000000	0,000000000000
0,000010748	0,000100000	0,000000000000	0,000000000000	14,427050295895

➤ 2010 – 2015

Indíces bursátiles 2010-2015		Ambos 2010-2015		RATIO DE SHARPE
Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)	Riesgo de cartera (X)	Rentabilidad de la cartera (Y)	
0,0000	0,0000	0,0032	0,0015	25,99
0,0001	0,0001	0,0013	0,0010	36,49
0,0000	0,0000	0,0003	0,0005	
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	
0,0000	0,0000	0,0001	0,0002	
0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	
		0,0000	0,0000	



Universidad de
San Andrés