

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

ESCUELA DE ECONOMÍA

ECONOMÍA FINANCIERA

Examen práctico Análisis Financiero EE.UU.

David Mora Salazar B75115

PROFESOR: MIGUEL CANTILLO

I semestre 2021

Este proyecto se elaboró conjuntamente con el uso de Excel, en R y en lenguaje Python. Por ello, se adjunta el código como anexo dentro de este documento, así como el Excel solicitado por aparte donde se pueden ver los resultados.

Para el desarrollo de este trabajo se obtuvieron datos del sitio web finance.yahoo.com e investing.com. Se descargaron los precios de las acciones de las empresas asignadas del sitio web Yahoo Finance y también con la librería `yfinance` de Python, de junio de 2001 hasta mayo de 2021. Se utilizan los precios que están ajustados por dividendos, es decir: "Adj. Close". El número de acciones de cada empresa se tomó del sitio web investing.com y también de la librería `yfinance` de Python, denotado en la página como "shares outstanding".

1. Análisis descriptivo

1.a Calcule un índice ponderado por capitalización de mercado de las empresas, y compárelo con el CRSP.

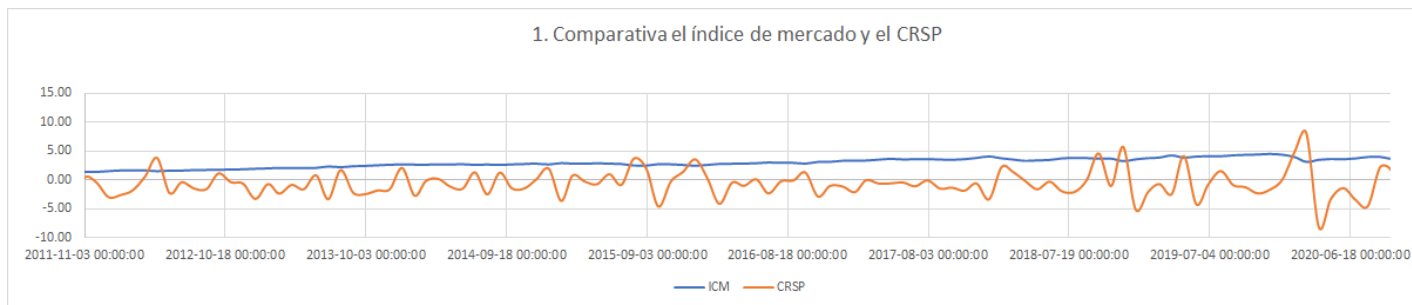
Inicialmente, se obtuvieron mediante Yahoo Finance los datos sobre los precios de las acciones para las empresas solicitadas entre junio 2001 y mayo 2021, así como la cantidad de acciones correspondiente. Posteriormente, se calculó la capitalización de mercado, la cual corresponde al producto de su precio en cada periodo señalado por la cantidad de acciones.

Para construir el índice ponderado por capitalización de mercado, se suma la capitalización de mercado de las empresas para cada mes, y ya con el índice, se procede a sacar el rendimiento y el de CRSP también. Además es importante notar que los rendimientos se ponderan para corregir el índice por las ausencias de datos por la recién entrada de alguna empresa.

Es importante considerar que para la empresa PCLN se descarta por completo su uso en el índice, pues esta es una empresa que mantiene sus datos de manera privada en las páginas financieras más importantes, lo que hace imposible incluirla.

El CRSP es una de los más importantes y representativos del mercado en Estados Unidos, incluye cerca de cuatro mil empresas, por lo cual es más representativo de la situación del mercado. Incluye empresas en mega, grandes, pequeñas y micro capitalizaciones, que representan casi el 100 por ciento del mercado de valores invertibles de EE.UU.

Se comparan ambos índices ponderados con el siguiente gráfico:



Se puede notar que el índice calculado con los datos de las empresas asignadas, no se comporta de manera muy similar al CRSP, de hecho, el ICM parece que mantiene una muy ligera tendencia a la alza sin tener grandes saltos, contrario al CRSP que es muy variable en el tiempo. Además parece ser que en la mayoría de los periodos el ICM lleva una ventaja en cuanto a magnitud respecto al CRSP, de hecho, el coeficiente de correlación entre los índices es de -0.1457.

Puede ser que las empresas asignadas no sean representativas del mercado accionario de EE.UU precisamente por su comportamiento. De hecho, los rendimientos promedio de los índices es -0.49 para el de CRSP y el del índice calculado es 2.06.

Además se puede mencionar, el ICM tiene un mayor rendimiento esperado y una menor varianza, entonces este índice domina al CRSP en preferencias de media y varianza.

1.b Calcule el número efectivo de activos en su cartera en el tiempo, y comente sobre sus resultados.

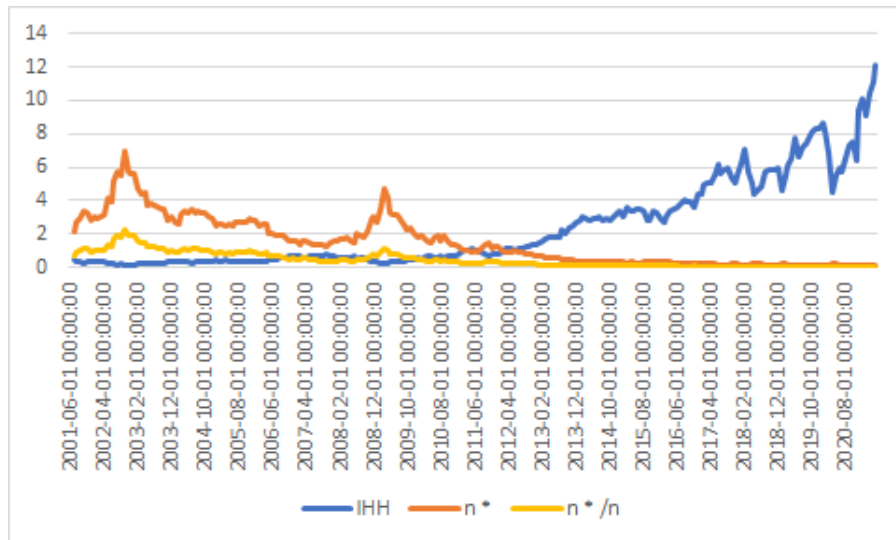
Este apartado se analiza mediante el índice de Herfindahl. El índice Herfindahl es una medición fundamentada en el número de empresas y su capacidad de poder de mercado. La forma en que se calcula este índice, es sumando los cuadrados de las cuotas de mercado de las empresas s_i , de un determinado sector o mercado, es decir:

$$IH = \sum_{i=1}^n s_i^2$$

Cuanto mayor sea el índice, mayor es el nivel de concentración de poder de mercado de las empresas operantes; mientras que cuando el índice se acerca a cero, indica que es un mercado con mayor cantidad de empresas entre las cuales hay una menor concentración de poder de mercado.

El número efectivo de activos se calcula como $n^* = \frac{1}{IH}$. Se realiza un índice para cada periodo y este se puede graficar de la siguiente manera:

Conforme se



Conforme aumenta el índice de herfindahl, mayor es el nivel de concentración de poder de mercado de las empresas operantes; mientras que cuando el índice se acerca a cero, indica que es un mercado con mayor cantidad de empresas entre las cuales hay una menor concentración de poder de mercado. En el gráfico se puede notar como del IHH aumenta, mientras que la cantidad efectiva de activos se reducen en el tiempo.

1.c Calcule la semivarianza de cada una de las acciones y del índice calculado en 1a. Comente sus resultados.

Primeramente, se deben calcular los rendimientos. Los rendimientos se calculan como se especifica en el inciso, ajustando a la entrada de empresas. Por otro lado, se definen las medidas de media y dispersión necesarias (incluida la semivarianza), y se calcula la razón de Sharpe para cada acción y los índices. Los resultados obtenidos se realizaron mediante un código propio en Python que se adjunta al final. Se pueden apreciar en la tabla adjunta:

	count	mean	median	std	range_	range_student	sr_ic	mad	var	semivar	Sharpe
CMCSA	240	0.003629231	0.007869	0.030366	0.2062114	6.790828844	0.017768	0.023469	0.000922	0.000514	0.085226
EMR	240	0.001240386	0.001063	0.009772	0.06479488	6.630369896	0.005274	0.007287	9.55E-05	5.13E-05	0.020377
RTN	240	0.003264939	0.004359	0.023284	0.16773326	7.203846713	0.013253	0.01737	0.000542	0.000312	0.095503
TEL	240	0.000595571	0	0.004879	0.04358883	8.933835467	0.001402	0.00308	2.38E-05	1.18E-05	-0.09134
rmt	240	0.008730127	0.013127	0.056517	0.4295936	7.601099666	0.029284	0.041466	0.003194	0.001766	0.136045
CRSP	240	-3.328728938	-0.76875	29.59835	452.333333	15.28238348	1.005329	6.929465	876.0623	828.9396	-0.1125

La Semivarianza mide la medida de dispersión de aquellas observaciones que son inferiores al valor esperado de la variable. El objetivo es controlar los resultados que por defecto son inferiores al valor esperado. De manera que se pueda analizar más la variabilidad de la pérdida (menor a la media) pues es importante para el análisis de activos financieros pues ayudan controlar más el comportamiento las rentabilidades negativas dado que perjudican nuestras ganancias. Una semivarianza alta indica una alta dispersión de las observaciones menores a la media.

Se puede notar que entre las empresas, Emerson Electric Company es la empresa que ostenta una menor variabilidad de la semivarianza y Comcast Corp. posee la mayor variabilidad, sin embargo, el índice calculado en comparación a las empresas individuales, posee la mayor variabilidad.

1.d Haga un test de Variance Ratio de si la acción más grande, la más pequeña, y el índice calculado en (1a) es una caminata aleatoria usando datos mensuales y trimestrales. Comente sus resultados.

El test VR, mide la correlación entre rendimientos. El VR es igual a 1 si no existe autocorrelación, mayor a 1 si hay autocorrelación positiva y menor a 1 si hay autocorrelación negativa. La hipótesis nula es que los rendimientos siguen una caminata aleatoria. La varianza se corrige por el sesgo. Como trabajamos con rendimientos continuamente compuestos, calculamos sus logaritmos naturales.

Para analizar cuál es la empresa más pequeña y la más grande, se procedió a hacer un cálculo para conocer el nivel de capital de las empresas através del Market cap, el valor de la empresa (proporcionada por Yahoo Finance) y la deuda total, en donde se extrajo lo siguiente:

	MARKET CAP en miles de millones				
	CMCSA	EMR	PCLN	RTN	TEL
Market Cap	269.042	58.974	0	133.661	45.455
Valor de la empresa (Enterprise Value)	365.67	64.5	0	156.02	48.63
Q tobin	0.73575081	0.91432558	#DIV/0!	0.85669145	0.93471108
Deuda total (Total Debt)	108.88	7.82	0	33.09	4.58
Capital	256.79	56.68	0	122.93	44.05
Empresa más grande: CMCSA					
Empresa más pequeña: TEL					

Se concluye que la empresa más grande es CMCSA y la más pequeña es TEL.

Los resultados del test son:

	CMCSA		TEL		ICM	
Varianza	0.0049	0.0125	0.0084	0.0276	0.0031809	0.003170
Varianza corregida por el sesgo	0.0010957905		0.0024798590		0.0003	
VR	0.2224		0.2960		0.0874	
VAR(VR)	0.0586		0.0847		0.0586	
SE(VR)	0.2420		0.2910		0.2420	
Z	-0.7776		-0.7040		-0.912591	
Z STAT VAR	-3.2133		-2.4195		-3.77	
	CMCSA		TEL		ICM	
	NQ	240 NQ	166 NQ	240		
	Q	12 Q	12 Q	12		
	N	20 N	14 N	20		
	M	2610.6 M	1727.142857 M	2610.6		
	NQ-Q+1	229 NQ-Q+1	155 NQ-Q+1	229		

En los tres casos obtenemos un estadístico menor a cero y estadísticamente significativo por lo que se rechaza que exista una caminata aleatoria para las 2 empresas y el índice.

De esta forma se rechaza la hipótesis nula de que existe una caminata aleatoria para la empresa más pequeña, para la empresa más grande y para el índice, las tres con una autocorrelación negativa lo que significa que hay oportunidades para ganar dinero, pues cuando se presenta una autocorrelación negativa, si el rendimiento está mal hoy, mejorará en periodos futuros, por lo tanto se compra en este periodo barato y se vende en el siguiente periodo más caro.

2. Frontera Eficiente

2.a Para los rendimientos de las acciones, calcule la matriz de varianza covarianza y la matriz invertida. Calcule los coeficientes A;B;C;D y dibuje la frontera eficiente con estas empresas. Calcule la media y desviación estándar de la cartera de mínima varianza de la frontera eficiente.

La matriz de varianzas y covarianzas de los rendimientos de las acciones se calculó utilizando la fórmula de Excel COVARIANCE.S usando los rendimientos ajustados calculados. Esta matriz es simétrica y semidefinida positiva y se muestra en la siguiente tabla:

COV	CMCSA	EMR	RTN	TEL
CMCSA	0.000922104	0.000150379	0.000323425	6.86124E-05
EMR	0.00015038	0.00009550	0.00015909	0.00003162
RTN	0.000323425	0.000159089	0.000542137	7.22011E-05
TEL	6.86124E-05	3.16226E-05	7.22011E-05	2.38053E-05

Se calcula la matriz inversa de la varianza covarianza usando la fórmula de excel para la matriz inversa (MINVERSE):

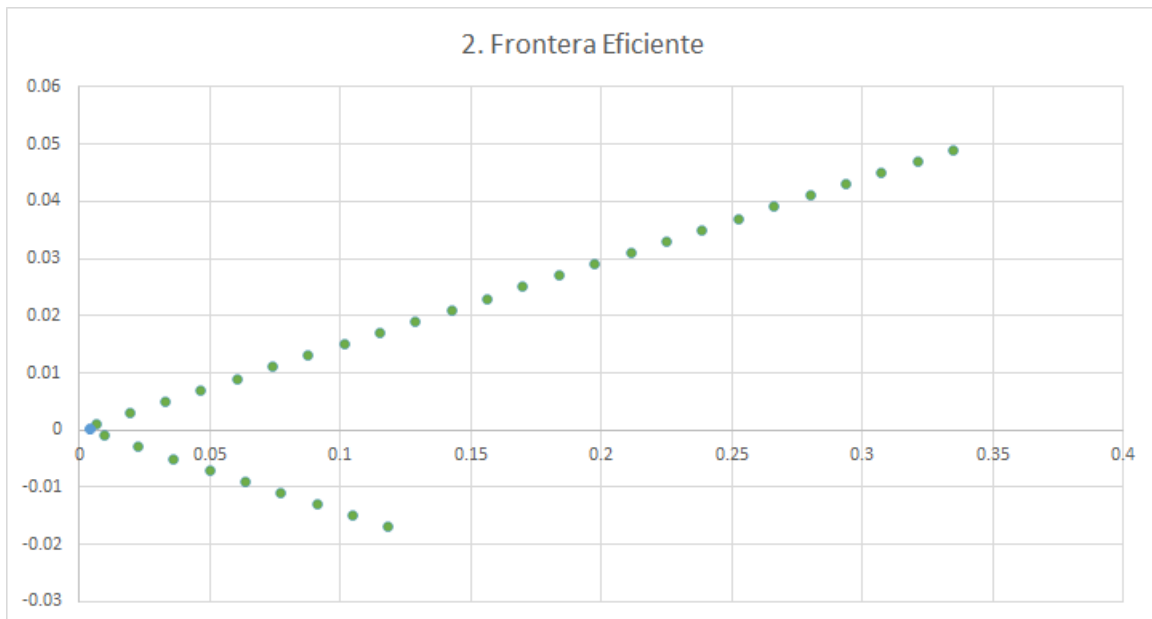
COV INVERSA	CMCSA	EMR	RTN	TEL
CMCSA	1537.342454	-1370.9426	-280.608298	-1758.75748
EMR	-1370.9426	25528.69156	-4501.77279	-16306.7034
RTN	-280.608298	-4501.77279	4074.773652	-5569.84542
TEL	-1758.75748	-16306.7034	-5569.84542	85631.25621

Para obtener los coeficientes, se determina el vector ι y la media, V^{-1} es la matriz inversa de varianzas y covarianzas. Con estos datos, se hacen las operaciones pertinentes y se obtiene:

- $A = \iota'V^{-1}\mu = 13.7844763$
- $B = \mu'V^{-1}\mu = 0.02452408$
- $C = \iota'V^{-1}\iota = 57194.8039$
- $D = B \cdot C - A^2 = 1212.63801$

Para la frontera eficiente, se necesita la cartera de mínima varianza, que depende de μ_w .

Mediante estos parámetros, se determina la frontera eficiente usando la fórmula $\sigma_w^2 = \frac{1}{C} + \left(\frac{C}{D}\right) \cdot (\mu_w - \frac{A}{C})^2$ y se grafica:



Ahora, se obtienen la media y la desviación estándar de mínima varianza con las siguientes fórmulas:

- $\mu_{MVP} = A/C = 0.00024101$
- $\sigma_{MVP} = \sqrt{1/C} = 0.0041814$

2.b Calcule las carteras g y $g + h$ de esta economía.

Si una cartera está sobre la frontera eficiente, se puede escribir como: $w = g + h\mu_w$

Estas carteras se definen como:

- $g = \frac{BV^{-1}\iota - AV^{-1}\mu}{D}$
- $h = \frac{CV^{-1}\mu - AV^{-1}\iota}{D}$

Y se obtienen los siguientes resultados:

	g	h	g+h
	-0.060	111.624	111.564
	0.042	69.472	69.514
	-0.165	230.981	230.816
	1.183	-412.078	-410.894
	#N/A	#N/A	#N/A
SUMA	1	0.0	1.000

3. CAPM

3.a Calcule la cartera ex-post de mercado. Haga el test GRS de eficiencia del índice ponderado calculado en (1a). Calcule la razón de Sharpe mínima para rechazar el test GRS en su economía.

Para la cartera expost de mercado, se calculan los rendimientos en exceso de cada empresa, tomando la diferencia entre los rendimientos de cada acción y la tasa libre de riesgo tomada del sitio web mba.tuck.dartmouth.edu.

Se calculan los valores de G y H utilizando el promedio de los rendimientos en exceso (Z). Con estos datos se puede calcular:

- $G = z'V^{-1}\iota =$

Luego, se calcula los pesos de la cartera Ex-post utilizando lo siguiente:

$$W_q = \frac{V^{-1}Z}{G}$$

Se obtienen los siguientes resultados:

	Wq
CMCSA	-1.883
EMR	42.075
RTN	-6.458
TEL	-32.735
SUMA	1.000

La prueba de GRS

La prueba de GRS es una prueba fuerte del CAPM de Sharpe, en el que se quiere ver si m es el que indica el CAPM de Sharpe y Lintner. El test intenta observar si la proxy de mercado m se acerca a la de la cartera expost eficiente q . En donde se calcula el estadístico:

$$J = \frac{T - N - 1}{N} \left(\frac{\hat{S}R_q^2 - \hat{S}R_m^2}{1 + \hat{S}R_m^2} \right) \sim F_{N, T-N-1}$$

El valor al 5 por ciento de la hipótesis nula es de 2.0305, por lo que si J es menor a ese valor no podemos rechazar que las dos carteras son 'iguales'.

El test de Gibbons, Ross y Shanken (GRS), sirve para averiguar si m es el que dice el modelo de Sharpe y Lintner, $z_j = \beta_j z_m$, para lo cual es necesario comparar la razón de Sharpe de la cartera ex-post eficiente con la del índice ponderado donde T son los periodos y N las carteras.

Se calculan los siguientes valores:

$$G = z'V^{-1}\iota = 10,0906741$$

$$H = z'V^{-1}z = 7,11879225$$

$$SR_q = \sqrt{H} = 2,66810649$$

Se calcula lo siguiente:

$$\left(\frac{\hat{S}R_q^2 - \frac{F_{N, T-N-1}}{\frac{T-N-1}{N}}}{\frac{F_{N, T-N-1}}{\frac{T-N-1}{N}} + 1} \right)^{\frac{1}{2}} < \hat{S}R_m$$

Luego, tomando los valores conocidos se tiene que se debe de cumplir que $\hat{S}R_m < 2,607463359$ para rechazar el test al 5 por ciento.

Con esta información se sabe que el $\hat{S}R_m$ para el índice WVM construido en 1.a es de 0.136045, por lo tanto, se rechaza que esta cartera y la ex post sean iguales. Además se puede notar porque el J calculado es mayor al valor de J al 5 por ciento.

Para rechazar el test de GRS se necesita una razón de Sharpe menor a 2.607463359.

3.b Calcule los pesos de la cartera que está en la frontera eficiente y tiene una media de 30 puntos base más que la cartera de mínima varianza. Explique detalladamente las predicciones empíricas que haría el CAPM de Black suponiendo que esta cartera es el mercado.

Para el cálculo de los pesos de la cartera que está en la frontera eficiente que tiene una media de 30 pb más que la cartera de mínima varianza, se utiliza la siguiente fórmula:

$$w = g + h\mu_w \text{ con } \sigma_w^2 = \frac{1}{C} + \left(\frac{C}{D}\right) \cdot (\mu_w - \left(\frac{A}{C}\right))^2$$

En donde la media de la cartera de mínima varianza más los 30 pb es $\mu_w = 0,000313312$

Se obtienen los siguientes resultados:

Media de la cartera de mínima varianza	0.000241009		
Media de la cartera de mínima varianza más 30 pb	0.000313312		
varianza	0.000017731		Wm
mu	0.0003	CMCSA	-0.025
Desviación	0.004210781	EMR	0.064
		RTN	-0.093
		TEL	1.054
		SUMA	1

Si se supone que esta es la cartera de mercado, las predicciones empíricas que haría del CAPM de Black no serían las correctas, pues el modelo supone que el inversionista no presta ni pide prestado, por lo tanto, no pueden existir pesos menores a ceros ni mayores a uno, contrario a los pesos que encontramos en esta cartera. Además cuando aumenta la media de la cartera de mínima varianza en los 30pb, el modelo de Black predice un aumento de β . Para ver si los resultados de los betas y alphas tienen sentido económico, se esperara que las empresas con $\beta > 1$ tengan un $\alpha < 0$ y las que tienen $\beta < 1$ tengan un $\alpha > 0$, según el modelo desarrollado por Black (1972), sin embargo, no se llega a este resultado si se calcula la regresión ajustada a la nueva media.

4. Rendimiento esperado con factores de investigación

4.a Calcule el alfa y beta de sus acciones usando el índice calculado en 1a) y el CRSP, y comente sobre la significancia estadística de sus resultados.

Tomando el índice construido en el inciso 1.a como proxy de mercado se calculan las betas y alfas.

Las betas de cada empresa representan una medida de volatilidad de un activo a la variabilidad del mercado, por lo tanto, un beta alto denota más volatilidad y un beta de 1 es equivalente con el mercado. Los coeficientes alfa, se refieren al rendimiento más allá de lo que predice el CAPM de Sharpe, si se cumpliera este y la cartera m tuviera la razón de Sharpe más alta, los alfas deberían ser iguales a cero o al menos estadísticamente no significativos.

Para el cálculo de las betas y los alfas, se corren las siguientes regresiones en Excel:

$$z_{jt} = \alpha_j + \beta_j z_{mt} + \epsilon_{jt}$$

En donde los rendimientos en exceso de nuestras empresas están explicados por el rendimiento en exceso de nuestro proxy de mercado (en este caso los rendimientos del índice de capitalización de mercado calculado en 1.a) y los del CRSP). Se obtienen los siguientes resultados de los alphas y betas, se subrayan en verde aquellos que son significativos:

	CMCSA	EMR	RTN	TEL
Beta (wvm)	0.46017	0.13851	0.34458	0.06376
Beta (CRSP)	0.000020	0.000015	0.000084	0.000009
alpha (wvm)	-0.00095	-0.00086	-0.00043	-0.00094
alpha (CRSP)	0.003	0.000247	0.0025049	-0.0004

Un total de 4 betas fueron estadísticamente significativos a un 5 por ciento, correspondientes a la regresión de CMCSA, EMR, RTN y TEL para el proxy que utiliza el índice calculado, cuando se utiliza el CRSP como proxy, ningún beta es significativo, con lo que es congruente con lo que se encontró en la 1.a de que el CRSP no puede explicar el comportamiento de estas empresas. Es importante señalar que si se cumple el CAPM de Sharpe, los alfas deberían ser iguales a cero o estadísticamente no significativos. En este caso, los que son significativos son muy cercanos a cero, por lo cual, puede suponerse que el resultado es muy cercano al plantamiento de Sharpe.

4.b Calcule las cargas de factor para cada una de las acciones. Explique las que tienen mayor y menor exposición a: SMB, HML, y MOM.

Según el modelo de Fama, French y Carhart (FFC) se indica que, además del mercado, estos otros tres factores tienen relevancia estadística en la determinación de los rendimientos en excesos de los activos. Se plantea el siguiente modelo:

$$z_j = \beta_{jm}z_m + \beta_{js}z_s + \beta_{jv}z_v + \beta_{jmom}z_{mom}$$

SML (Small Minus Big): Es el rendimiento en exceso de las empresas con menos capitalización de mercado comparadas con aquellas con una capitalización de mercado grande. De forma empírica, los datos muestran que los rendimientos de las empresas pequeñas son mayores a lo de las grandes. Su rendimiento es Z_{st} .

HML (High Minus Low): Es el rendimiento en exceso que tienen las empresas con una q de Tobin baja (value stocks) sobre las que tienen una q de Tobin alta (growth stocks). Su rendimiento es Z_{vt} .

MOM (Momentum): Es el rendimiento en exceso del 30 porciento de las empresas con mejores rendimientos en el ultimo año comparado con el 30 porciento de las empresas con menos rendimiento. Su rendimiento es Z_{momt} .

Por medio del lenguaje R se corren las respectivas regresiones MCO y se imprimen los mayores y menores resultados de *factor loadings*. Para estos datos se consideran significativos solo aquellos con un estadístico tal que tengan una significancia de al menos 5 %. Los resultados se pueden ver en la siguiente tabla:

Empresas	Betas				Estadístico T			
	zm	zs	zv	zmom	tm	tSMB	tHML	tMOM
CMCSA	0.430459	-0.16245	0.019873	-0.02494	10.41986	-2.54507	0.342904	-0.65739
EMR	0.163613	0.021668	0.017029	-0.00305	15.39154	1.319264	1.141931	-0.31226
RTN	0.356835	0.036835	0.081534	-0.04996	13.90468	0.928959	2.26472	-2.1199
TEL	0.076691	0.012535	0.018025	0.00063	13.56114	1.434554	2.27203	0.121349

Los coeficientes significativos a un nivel del 5 porciento se encuentran en color verde. Posteriormente para analizar cuales de las empresas tienen una mayor y una menor exposición a los factores, se corren nuevamente las regresiones, pero solo con los coeficientes significativos de cada empresa, de manera que se retira de la regresión el factor menos significativo, posteriormente, si siguen habiendo factores insignificativos se siguen sacando progresivamente según su nivel de insignificancia, se van quitando primero los más insignificantes, y se obtiene lo siguiente:

CMCSA			
	Estimate	t value	Pr(> t)
zm	0.431257388	10.4753805	2.468846e-21
zs	-0.161464143	-2.5369079	1.182913e-02
zmom	-0.027942200	-0.7584133	4.489603e-01
EMR			
	Estimate	t value	Pr(> t)
zm	1.649667e-01	17.02880929	5.916504e-43
zv	1.810401e-02	1.25010363	2.124999e-01
zs	2.173008e-02	1.32565417	1.862360e-01
RTN			
	Estimate	t value	Pr(> t)
zm	0.3633851084	14.7308900	2.864239e-35
zv	0.0830451093	2.3097336	2.176692e-02
zmom	-0.0502219892	-2.1318472	3.405275e-02
TEL			
	Estimate	t value	Pr(> t)
zm	7.641118e-02	14.8289113	1.345229e-35
zv	1.780288e-02	2.3111373	2.168792e-02
zs	1.252222e-02	1.4361986	1.522701e-01

Seguidamente, como aún existes factores no significativos que no se han removido, se proceden a quitar hasta que queden aquellos factores que son solamente significativos:

CMCSA			
	Estimate	t value	Pr(> t)
zm	0.4447817636	11.9975159	3.152279e-26
zs	-0.1603485290	-2.5223142	1.231480e-02
EMR			
	Estimate	t value	Pr(> t)
zm	1.670177e-01	17.47250081	1.733269e-44
RTN			
	Estimate	t value	Pr(> t)
zm	0.3633851084	14.7308900	2.864239e-35
zv	0.0830451093	2.3097336	2.176692e-02
zmom	-0.0502219892	-2.1318472	3.405275e-02
TEL			
	Estimate	t value	Pr(> t)
zm	7.867790e-02	16.0038719	1.403074e-39
zv	1.834837e-02	2.3795240	1.812749e-02

El máximo coeficiente encontrado es para el factor de mercado de la empresa CMCSA con 0.4447, esta empresa tiene la mayor exposición al factor de mercado, la que tiene menor exposición al factor de mercado es TEL.

Para el factor SMB la que tiene menor exposición es CMCSA, el resto de empresas no tienen exposición. Este coeficiente, en caso de ser positivo, nos dice que dicha empresa tiene una correlación con empresas pequeñas, y si fuera negativo como este caso, una correlación

con empresas grandes, pero esto no necesariamente quiere decir que la empresa sea la más grande o la más pequeña.

Para el factor HML la mayor exposición la tiene RTN, luego le sigue TEL, y el resto de empresas no tienen exposición por este factor. Siendo ambos positivos, quiere decir que tiene correlación con empresas que tienen un q de Tobin baja, en la que el costo de reemplazar sus activos es más grande que el valor de sus acciones.

Finalmente para MOM, la menor exposición la tiene RTN, lo que quiere decir que la empresa tiene correlación con aquellas empresas a las que les ha ido mal en los últimos periodos. y el resto de empresas no tienen exposición a este factor.

4.c Calcule el rendimiento esperado anual para cada acción usando el CAPM de Sharpe y el modelo FFC. Calcule la diferencia promedio de estos costos ponderados, y para qué empresa se hace más grande la diferencia de rendimientos esperados.

Con el CAPM de Sharpe, los rendimientos en exceso de un activo j se expresan como $Z_j = \beta_j Z_m$, en donde β_j es el coeficiente estimado de la siguiente regresión:

$$Z_{jt} = \alpha_j + \beta_j Z_{mt} + \epsilon_{jt}$$

Posteriormente se calculan los rendimientos esperados con el CAPM de Sharpe como:

$$E(Z_j) = \beta_{jm} E(Z_m)$$

El FFC considera todos los factores en el cálculo de rendimiento esperado; mientras que el CAPM sólo incluye el rendimiento esperado en exceso del mercado. Por lo que para FFC se aplica la esperanza de la ecuación:

$$\tilde{z}_j = \beta_{jm} \tilde{z}_m + \beta_{js} \tilde{z}_s + \beta_{jv} \tilde{z}_v + \beta_{jmom} \tilde{z}_{mom}$$

Seguidamente, para obtener el promedio se obtuvieron los datos históricos desde 1927 de los factores del FFC de la página de French.

Para los rendimientos esperados con el FFC, se toman los coeficientes significativos al 5 %, los resultados se pueden observar en el Excel.

Los promedios mensuales de los factores utilizados son:

Z_m	0.00685220
SMB	0.002105538
HML	0.00335618
MOM	0.00638065

Para los rendimientos esperados del CAPM, se utiliza el rendimiento en exceso del CRSP, el cual es 0.006852208480565378.

Los resultados obtenidos se anualizan de la siguiente forma:

$$Z_{j,anual} = (Z_{j,mensual} + 1)^{12} - 1$$

Se obtienen los siguientes resultados, con los rendimientos esperados del CAPM de Sharpe, los rendimientos esperados de FFC y su diferencia:

	CMCSA	EMR	RTN	TEL
FFC (Mensual) E(zj)	0.43%	0.27%	0.40%	0.21%
FFC (Anual)	5.22%	3.25%	4.89%	2.58%
CAPM Sharpe (Mensual)	0.47%	0.10%	0.24%	0.04%
CAPM Sharpe (Anual)	5.77%	1.15%	2.88%	0.53%
Diferencia	-0.005467	0.021009	0.020034	0.020510

Con esto se observa que la empresa EMR tiene la mayor diferencia a nivel absoluto de 0.021009.

Si se calcula el promedio de las diferencias se obtiene 0.014, indicando que los rendimientos de ambos modelos son muy similares o que no tienen diferencias significativas.

4.d En base a una fórmula de perpetuidad, el P/E ratio (forward looking), y el costo del CAPM, calcule el crecimiento que el mercado espera de estas acciones, explique para cuál es más optimista y para cuál más pesimista.

Para el crecimiento esperado usamos la fórmula de la perpetuidad:

$$P_t = \frac{EPS_{t+1}}{r-g}, \text{ en donde el crecimiento se define como: } g = r - \frac{EPS_{T+1}}{P_T}$$

r significa el rendimiento esperado anualizado, EPS es un cálculo que se extrajo de la página web Yahoo Finance en el apartado de análisis, como EPS estimado para 2022. Se usó el precio del activo para el último periodo de análisis y se calculó su crecimiento esperado para esa fecha. Si se usa el modelo de Sharpe, la empresa más optimista es CMCSA y la más pesimista es TEL. Si se aplica el método del modelo de FFC, la empresa más optimista es RTN y la más pesimista es TEL. Los resultados se muestran en la siguiente tabla:

FECHA	Con el modelo de Sharpe	CMCSA	EMR	RTN	TEL
	EPS2022	2.95	3.94	3.85	6.17
	r	5.77%	1.15%	2.88%	0.53%
2021-05-01 00:00:00	Precio en 01/05/2021	57.09461975	95.17234039	88.17905426	135.1687622
	g	0.6045%	-2.9901%	-1.4832%	-4.0369%
FECHA	Con el modelo de FFC	CMCSA	EMR	RTN	TEL
	EPS2022	2.95	3.94	3.85	6.17
	r	5.22%	3.25%	4.89%	2.58%
2021-05-01 00:00:00	Precio en 01/05/2021	57.09461975	95.17234039	88.17905426	135.1687622
	g	0.0578%	-0.8892%	0.5203%	-1.9859%

Referencias

Cantillo, M. (2020). Principios de Economía Financiera. Universidad de Costa Rica.

Chen, J. (2008). Variance Ratio Tests Of Random Walk Hypothesis Of The Euro Exchange Rate. International Business Economics Research Journal, 7, 97-106.

Copeland, Thomas E. 2005. Financial Theory and Corporate Policy. 4th ed. Addison-Wesley.

Anexos

Se instalan los paquetes necesarios y se corren las regresiones correspondientes:

```
1 library(readxl)
2 library(dplyr)
3 library(caTools)
4 install.packages("writexl")
5 library("writexl")
6
7 reg <- read_excel("C:/Users/David Mora Salazar/Documents/ECONOMÍA UNIVERSIDAD DE COSTA
  RICA/Economía Financiera/Examen práctico/FINAL/final rendimientos ajustados.xlsx",
  sheet = "Rendimientos")
8
9
10 #Obtener rendimiento en exceso para las acciones
11 for(i in c(2:7)){
12   reg[i] <- reg[i]-reg$rf
13 }
14 reg[2:7][is.na(reg[2:7])] <- 0
15 colnames(reg)[7] <- "CRSP"
16
17
18
19 #Regresiones: modelo de Sharpe
20 #Betas con el índice de mercado
21 #model <- lm(APD ~rmt, data = reg)
22 #summary(model)
23 mercado <- lapply(reg[,2:7], function(x) {
24   a <- lm(x ~ rmt, data=reg)
25   coefficients(a)
26 })
27 #Betas con el índice de S&P500
28 mercadoCRSP <- lapply(reg[,2:7], function(x) {
29   a <- lm(x ~ CRSP, data=reg)
30   coefficients(a)
31 })
32
33
34 betas_mercado <- data.frame(do.call(rbind, mercado))
35 betas_CRSP <- data.frame(do.call(rbind, mercadoCRSP))
36
37 #Estadísticos t: modelo de Sharpe
38 tEstadis <- lapply(reg[,2:7], function(x) {
39   b <- summary(lm(x ~ rmt, data=reg))
40   b$coefficients[,"t value"]
41 })
42
43 tSharpe <- data.frame(do.call(rbind, tEstadis))
44
45 #PVALUE: modelo de Sharpe
46 PVALUE <- lapply(reg[,2:7], function(x) {
47   b <- summary(lm(x ~ rmt, data=reg))
48   b$coefficients[,"Pr(>|t|)"]
49 })
50 PSharpe <- data.frame(do.call(rbind, PVALUE))
51
52 #Estadísticos t: modelo de Sharpe
53 tEstadis1 <- lapply(reg[,2:7], function(x) {
54   b <- summary(lm(x ~ CRSP, data=reg))
55   b$coefficients[,"t value"]
56 })
57
58 tSharpe1 <- data.frame(do.call(rbind, tEstadis1))
59
60 #PVALUE: modelo de Sharpe
```

```

61 PVALUE1 <- lapply(reg[,2:7], function(x) {
62   b <- summary(lm(x ~ CRSP, data=reg))
63   b$coefficients[, "Pr(>|t|)"]
64 })
65 PSharpe1 <- data.frame(do.call(rbind, PVALUE1))
66
67 #Unir dataframe
68 betas_mercado <- betas_mercado %>%
69   rename(ZMercadoSharpe=rmt)
70
71 betas_CRSP <- betas_CRSP %>%
72   rename(ZCRSPSharpe=CRSP)
73
74 tSharpe <- tSharpe %>%
75   rename(tMercadoSharpe=rmt)
76
77 PSharpe <- PSharpe %>%
78   rename(pMercadoSharpe=rmt)
79
80 tSharpe1 <- tSharpe1 %>%
81   rename(tCRSPSharpe=CRSP)
82
83 PSharpe1 <- PSharpe1 %>%
84   rename(pZCRSPSharpe=CRSP)
85
86 BetasSharpe <- merge(betas_mercado, betas_CRSP, by=0, sort=FALSE)
87 EstimadoresSharpeMercado <- merge(tSharpe, PSharpe, by=0, sort=FALSE)
88 EstimadoresSharpeCRSP <- merge(tSharpe1, PSharpe1, by=0, sort=FALSE)
89 #Se descargan los datos a excel
90 write_xlsx(EstimadoresSharpeMercado, "C:/Users/David Mora Salazar/Documents/ECONOMÍA
  UNIVERSIDAD DE COSTA RICA/Economía Financiera/Examen práctico/
  EstimadoresSharpeMercado.xlsx")
91
92
93 #Regresiones: modelo de FFC
94
95 regress <- lapply(reg[,2:5], function(x) {
96   a <- lm(x ~ zm + zs + zv + zmom, data=reg)
97   coefficients(a)
98 })
99
100 betasFFC <- data.frame(do.call(rbind, regress))
101
102 #Estadísticos t: modelo de Sharpe
103
104 tEstadis2 <- lapply(reg[,2:5], function(x) {
105   b <- summary(lm(x ~ zm + zs + zv + zmom, data=reg))
106   b$coefficients[, "t value"]
107 })
108
109
110 tFFC <- data.frame(do.call(rbind, tEstadis2))
111
112 #Unir dataframe
113
114 betasFFC <- betasFFC %>%
115   subset(select= -c(1))
116
117
118 tFFC <- tFFC %>%
119   rename(
120     tm =zm,
121     tSMB=zs,
122     tHML=zv,
123     tMOM=zmom

```

```

124 ) %>%
125   subset(select= -c(1))
126
127 #PVALUE:
128 PVALUEFFC <- lapply(reg[,2:5], function(x) {
129   b <- summary(lm(x ~ zm + zs + zv + zmom, data=reg))
130   b$coefficients[, "Pr(>|t|)"]
131 })
132 PFFC <- data.frame(do.call(rbind, PVALUEFFC))
133
134 PFFC <- PFFC %>%
135   FFCfinal <- merge(betasFFC, tFFC, by=0, sort=FALSE)
136
137 #Se vuelve a correr solo los significativos
138 CMCSA <- summary(lm(CMCSA ~ zm + zs+zmom, data=reg))
139 EMR<- summary(lm(EMR ~ zm+ zv + zs, data=reg))
140 RTN<- summary(lm(RTN ~ zm + zv + zmom, data=reg))
141 TEL<- summary(lm(TEL ~ zm + zv + zs, data=reg))
142
143 #Se vuelve a correr solo los significativos
144 CMCSA1 <- summary(lm(CMCSA ~ zm + zs, data=reg))
145 EMR1<- summary(lm(EMR ~ zm + zs, data=reg))
146 RTN1<- summary(lm(RTN ~ zm + zv + zmom, data=reg))
147 TEL1<- summary(lm(TEL ~ zm + zv , data=reg))
148
149 #Se descargan los datos a excel
150 write_xlsx(FFCfinal, "C:/Users/David Mora Salazar/Documents/ECONOMÍA UNIVERSIDAD DE
151   COSTA RICA/Economía Financiera/Examen práctico/FINAL/FFCfinal.xlsx")
152 write_xlsx(PFFC, "C:/Users/David Mora Salazar/Documents/ECONOMÍA UNIVERSIDAD DE COSTA
153   RICA/Economía Financiera/Examen práctico/PFFC.xlsx")

```

Programación en Python:

```

1 import numpy as np
2 import pandas as pd
3 import matplotlib.pyplot as plt
4 import yfinance as yf
5 import pandas_datareader as pdr
6 from arch.unitroot import VarianceRatio
7 from statsmodels.formula.api import ols
8 from statsmodels.iolib.summary2 import summary_col
9 from scipy.stats import f
10 from statsmodels.graphics.regressionplots import abline_plot
11 from datetime import datetime
12 data = pd.read_excel(r"C:\Users\David Mora Salazar\Documents\ECONOMÍA UNIVERSIDAD DE
13   COSTA RICA\Economía Financiera\Examen práctico\FINAL\Rendimientos.xlsx")
14 #Medidas de dispersión y varianza
15 def sr_ic(x):
16     return (x.quantile(.75) - x.quantile(.25))/2
17 def semivar(x):
18     N = x.size
19     mu = x.mean()
20     # estimated variance but just over values below the mean
21     sv = (1.0/(N - 1.0))*np.sum((x[x < mu] - mu)**2)
22     return sv
23 def range_(x):
24     return x.max() - x.min()
25 def range_student(x):
26     return (x.max() - x.min())/x.std()
27 def Sharpe(x):
28     return (x.mean()-data["rf"].mean())/x.std()
29 def statistics(df):
30     return df.agg(['count', 'mean', 'median', 'var', 'std', range_, range_student, sr_ic
31       , semivar, 'mad', Sharpe]).T
32 statistics_df = statistics(data)

```

```
31 statistics_df=pd.DataFrame(statistics_df)
32 statistics_df.to_excel("mediaydispersión.xlsx")
```