

A low-angle, upward-looking shot of several modern skyscrapers with glass facades, reaching towards a pale, overcast sky. The buildings are dark, and some windows are lit up. Overlaid on the bottom half of the image is a semi-transparent financial chart. The chart features a red line graph showing fluctuations and several vertical red bars of varying heights. The overall color palette is dominated by blues, greys, and the red of the chart.

Análisis Quant IPC MEXICO (^MXX)

ALBERTO REYES BRISEÑO

0.006

Objetivo: Elabora un análisis Quant del mercado de valores mexicano para la elección del portafolio óptimo de inversión considerando sus riesgos y oportunidades, así como el pronóstico de sus rendimientos y movimientos en el corto plazo/mediano plazo.

Objetivos particulares:

- Emplear la teoría de portafolios, modelos estadísticos y cuantitativos para la evaluación de los stocks financieros.
- Simular rendimientos utilizando Monte Carlo.
- Elegir el portafolio óptimo.

Herramientas

- R
- Python
- Excel

Justificación del proyecto.

Minimizar los riesgos y maximizar los rendimientos de nuestras decisiones es crucial en un mundo cada vez más competitivo e incierto. Tener las competencias para lograr manejar conjuntos de datos que nos permitan concluir y pronosticar con claridad escenarios es indispensable.

Muchos trabajos de análisis se han realizado entorno al mercado de valores estadounidense por ser el más importante, sin embargo, vale la pena tener una claridad respecto a la situación que guarda nuestro propio mercado de valores: el mexicano. Esta tarea sin duda es indispensable para ubicar el potencial financiero que las empresas públicas adscritas al mercado bursátil mexicano pueden desplegar en el corto, mediano y largo.

Este proyecto se motiva en el empleo de técnicas de análisis cuantitativo para el análisis del mercado financiero mexicano que nos permita pronosticar y proyectar las mejores decisiones de inversión.

Introducción

En México, el mercado de valores representa aproximadamente del 31% del Producto Interno Bruto (PIB). Esta relevancia del mercado bursátil en la economía nacional nos impulsa a investigar, con un marco analítico, cuál es su dinámica de comportamiento, pues dado un contexto mundial bastante volátil como en la actualidad se nos muestra, resulta conveniente establecer una metodología fundamentada en el análisis de datos que resulte útil a la hora de establecernos metas de inversión maximizando retornos y minimizando riesgos.

La teoría de portafolios nos permite calcular la combinación de activos financieros que nos garantiza el máximo rendimiento posible con el mínimo riesgo. Por otro lado, modelos como el Capital Asset Allocation Model (CAPM) nos ofrece un marco de referencia teórico para calcular el rendimiento esperado de un activo con base en la tasa libre de riesgo y la sensibilidad que tiene respecto a cambios en el mercado (la beta).

Utilizando ambas herramientas, también pretendemos hacer uso extensivo del análisis estadístico que nos permita pronosticar valores concretos y por intervalos de los precios futuros de cualquier combinación de stock's financieros. Actuar bajo incertidumbre (como es el caso de las decisiones de inversión) nos obliga a pensar en probabilidades. Por lo mismo, veremos qué tan probable es que esta combinación de activos nos de más del rendimiento esperado y qué tan probable es que resulte en pérdidas. Además, un breve análisis de medias móviles es útil cuando queremos visualizar patrones de comportamientos.

¿Qué sustento contable tiene este pronóstico? No nos olvidaremos de hacer un análisis fundamental de las compañías a efecto de tener una visión tangible del desempeño presente y futuro de estas compañías. Evaluaremos ratios básicos (principalmente el comportamiento del Price-Earnings ratio) y terminaremos por valorar la empresa por el Modelo de Dividendos Descontados de Gordon (DDM) y el método de Flujo de Caja Descontado (DCF).

El empleo de estas técnicas nos permitirá concluir la proporción y la viabilidad de esta inversión. ¿Qué riesgos adicionales a la incertidumbre estadística tiene? ¿podemos esperar mejores resultados dado un gran desempeño financiero de las firmas? ¿hay elementos que nos permitan afirmar una subvaluación o sobrevaloración de los activos?

Mercado Financiero: IPC MÉXICO (^MXX)

El Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de México (^MXX) es el principal referente del mercado bursátil mexicano, compuesto por las 35 empresas más líquidas y representativas de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV). Su desempeño es crucial para inversionistas y analistas, ya que refleja la evolución del mercado accionario y su sensibilidad a factores económicos, políticos y financieros.

Este estudio analiza el comportamiento histórico de los retornos mensuales del IPC y sus principales componentes, identificando patrones de volatilidad, tendencias de crecimiento y eventos de alta dispersión en el rendimiento de las acciones. A lo largo del periodo evaluado, se observan fluctuaciones significativas en los retornos, con momentos de alta incertidumbre reflejados en caídas abruptas, seguidas de recuperaciones dinámicas en diversos sectores.

Entre los principales hallazgos, destacan la alta correlación entre sectores clave como telecomunicaciones, consumo y financiero, además de episodios de volatilidad acentuada en empresas del sector materiales e infraestructura. Asimismo, se evidencia que los movimientos macroeconómicos globales y decisiones de política monetaria impactan de manera diferenciada a los diversos emisores del índice.

Este análisis proporciona información valiosa para la toma de decisiones estratégicas en inversiones, permitiendo identificar activos con mayor estabilidad, evaluar riesgos y anticipar tendencias de mercado en función del contexto económico.

Ocupamos los siguientes componentes del IPC MEXICO (^MXX)

Tabla 1

Símbolo	Empresa	Sector
AC.MX	Arca Continental	Bebidas
ALSEA.MX	Alsea	Restaurantes
AMXB.MX	América Móvil	Telecomunicaciones
ASURB.MX	Grupo Aeroportuario del Sureste	Servicios Aeroportuarios
BBAJIOO.MX	Banco del Bajío	Servicios Financieros
BIMBOA.MX	Grupo Bimbo	Alimentos
BOLSAA.MX	Bolsa Mexicana de Valores	Servicios Financieros
CEMEXCPO.MX	Cemex	Materiales de Construcción

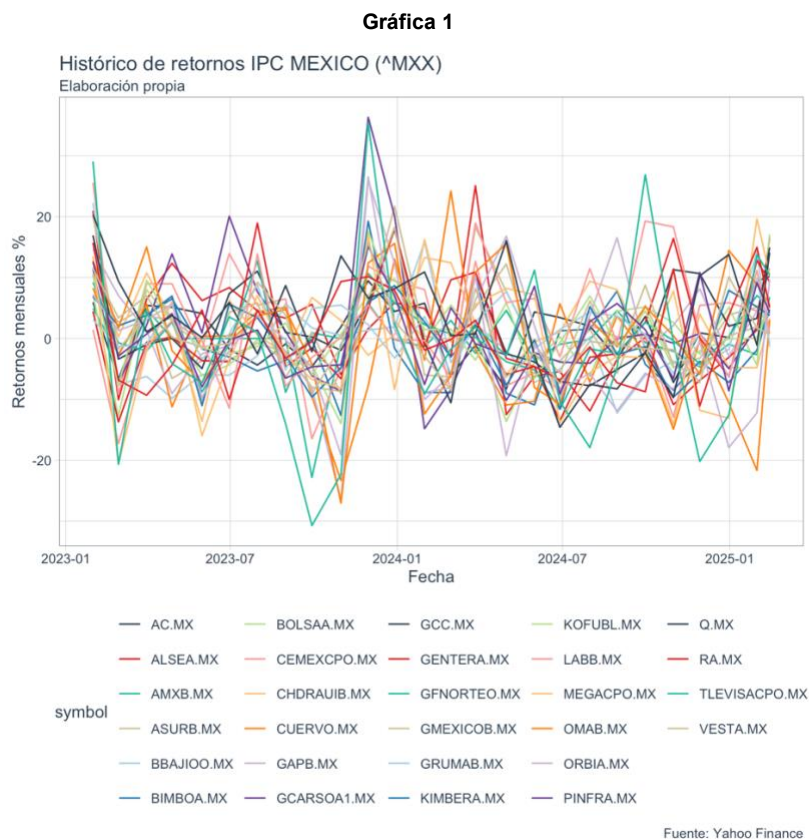
CHDRAUIB.MX	Grupo Chedraui	Comercio Minorista
CUERVO.MX	Becle (José Cuervo)	Bebidas
GCARSOA1.MX	Grupo Carso	Conglomerado Industrial
GCC.MX	Grupo Cementos de Chihuahua	Materiales de Construcción
GENTERA.MX	Gentera	Microfinanzas
GFNORTEO.MX	Grupo Financiero Banorte	Servicios Financieros
GMEXICOB.MX	Grupo México	Minería
GAPB.MX	Grupo Aeroportuario del Pacífico	Servicios Aeroportuarios
GRUMAB.MX	Gruma	Alimentos
KIMBERA.MX	Kimberly-Clark de México	Productos de Higiene
KOFUBL.MX	Coca-Cola FEMSA	Bebidas
LABB.MX	Genomma Lab Internacional	Farmacéutica
MEGACPO.MX	Megacable	Telecomunicaciones
OMAB.MX	Grupo Aeroportuario Centro Norte	Servicios Aeroportuarios
ORBIA.MX	Orbia	Químicos
PINFRA.MX	Promotora y Operadora de Infraestructura	Infraestructura
Q.MX	Quálitas Controladora	Seguros
RA.MX	Santa Clara (Grupo Lala)	Lácteos
TELEVISACPO.MX	Grupo Televisa	Medios de Comunicación
VESTA.MX	Corporación Inmobiliaria Vesta	Bienes Raíces

Tener presente el giro de cada compañía nos permite tener claridad respecto al potencial de crecimiento de cada una. Por ejemplo, Quálitas (Q) tiene mayor probabilidad de tener un crecimiento sostenible en el tiempo si existe una mayor averisión al riesgo de tener algún incidente con su vehículo o Grupo Cementos Chihuahua (GCC) si hay elementos económicos que incentiven la construcción a gran escala.

Análisis de desempeño del mercado

Para introducir el análisis que nos proponemos en el presente trabajo, utilizaremos de primera instancia una periodicidad mensual de los precios de los activos que va desde el 01/01/2023 hasta el 15/02/2025. Esto nos permitirá calcular el rendimiento mensual esperado y el riesgo esperado del activo.

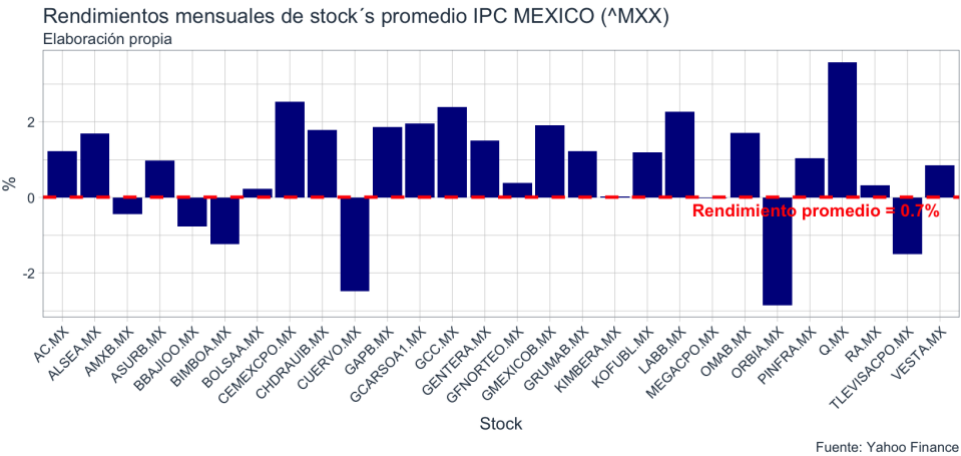
Los rendimientos mes con mes que observamos en la **Gráfica 1** nos reflejan máximos y mínimos que oscilan aproximadamente entre el -30% y el 25%, un rendimiento mensual promedio de 0.76% y un riesgo promedio (Desviación Estándar promedio) del 8.34%. Estos estimadores nos permiten concluir que el mercado se comporta de una forma muy volátil.



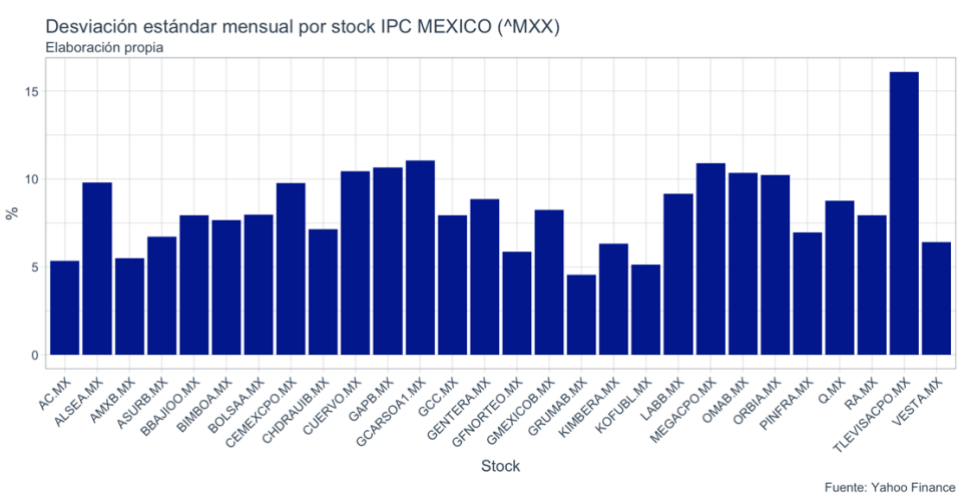
En la **Gráfica 2** y **Gráfica 3** observamos el desempeño individual de cada stock relativo a su rendimiento mensual promedio y la volatilidad que involucra. Vemos con claridad que los 3 stock's que presentan mayor rendimiento esperado mensual son Quálitas (Q), Grupo Carso (GCARSOA1) y Grupo Cementeros Chihuahua (GCC), mientras que Orbía (ORBIA), Becle (CUERVO) y Televisa (TLEVISACPO) presentan los rendimientos esperados más bajos. Por otro lado, vemos dos cuestiones interesantes de lado de la volatilidad: 1) Además

de que Televisa tiene rendimientos esperados negativos, la volatilidad que involucra es la más alta del mercado de valores mexicano; y 2) GCC es el stock menos volátil de los 6 que enlistamos, lo que lo hace un gran candidato de inversión al presentar rendimientos positivos y un nivel de riesgo muy bajo.

Gráfica 2



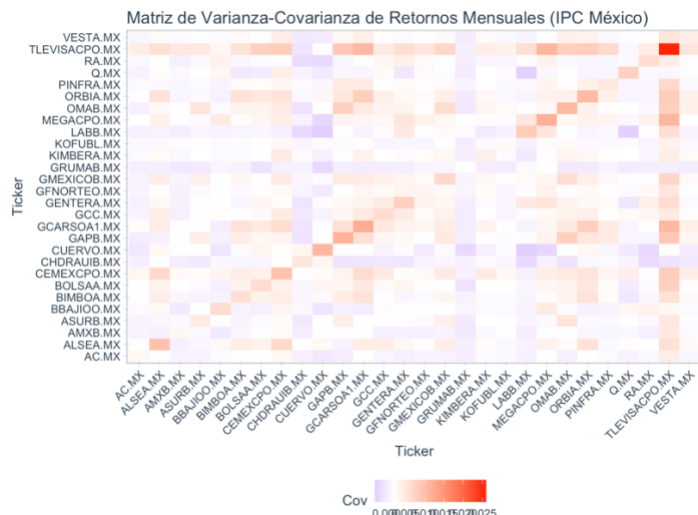
Gráfica 3



Una vez que vimos el comportamiento general del mercado de valores mexicano, es necesario involucrarnos en aspectos no asequibles a primera vista pero que sin duda son cruciales para entender mejor la dinámica del mercado. En la **Gráfica 4** visualizamos de forma gráfica la matriz de varianzas-covarianzas de los activos financieros, representando

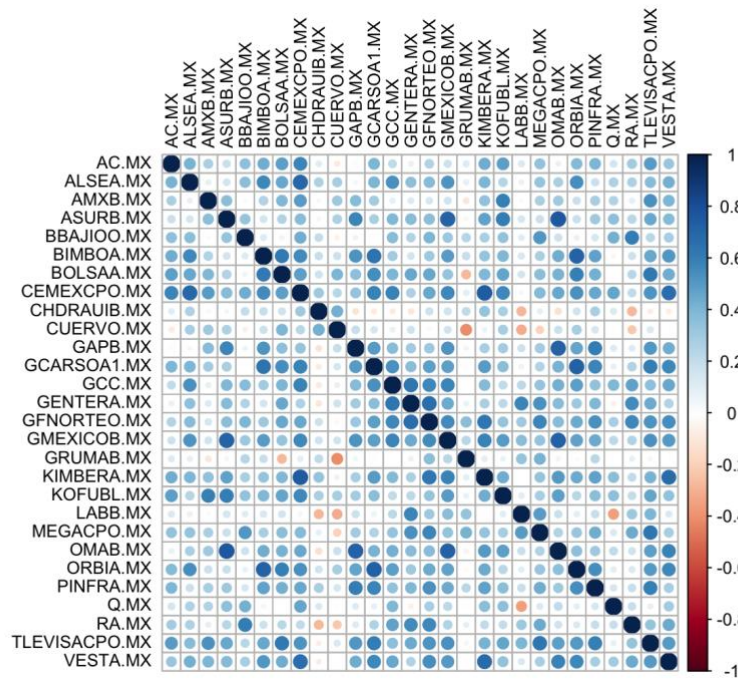
su dependencia por el heatmap en cada intersección. Resalta a simple vista la intensidad de la varianza de Televisa que ya pudimos constatar en la gráfica anterior.

Gráfica 4



Ese gráfico por sí mismo no nos es suficiente para concluir con contundencia movimientos entre los stock's. En su lugar nos apoyaremos en un correlograma que ilustramos en la **Gráfica 5** y que nos sirve para tener un panorama certero del comportamiento de los activos. El gráfico nos permite observar fuertes dependencias positivas o negativas que a la hora de construir nuestro portafolio nos puede servir para elegir aquellos stock's que se "compensen" entre ellos. Es decir, que suplementen las pérdidas del otro y viceversa.

Gráfica 5

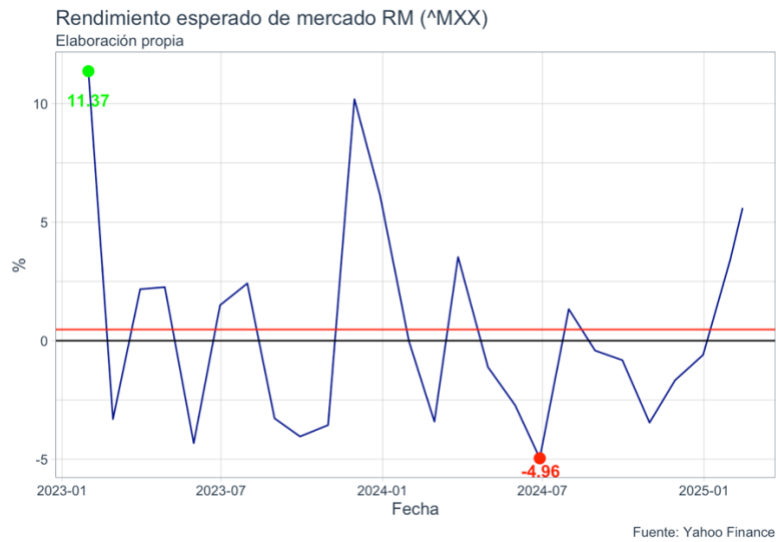


Destacan la correlación negativa entre CUERVO y GRUMAB, entre LABB y CHDRAUIB, y entre BOLSAAMX y GRUMAB. Por otro lado, notamos la fuerte correlación positiva entre ASURB y OMAB (ambos grupos aeroportuarios), y BIMBO y ORBIA (sector de producción de pan e industria en el campo).

Con esta claridad respecto a los movimientos de los componentes, ahora analizamos el comportamiento del mercado en su conjunto, es decir, el rendimiento y la volatilidad del $\wedge\text{MXX}$ en su conjunto. En la **Gráfica 6** observamos el trayecto que ha tenido el mercado hasta el 15 de febrero del 2025, arrancando en un máximo de 11.37% que no se ha vuelto a repetir y sufriendo una máxima pérdida del 4.96%. Además, el cálculo del rendimiento esperado de mercado (R_m) y el riesgo es igual a 0.46% y a 4.34%, respectivamente.

¿Qué nos dice este rendimiento? La verdad nos pone en alerta, pues si consideramos que la tasa libre de riesgo mensual actual de los CETES es aproximadamente del 0.9%, quiere decir que este mercado es altamente volátil y su rendimiento no alcanza a compensar esta situación.

Gráfica 6



La mejor forma para caracterizar este comportamiento es calculando el **Sharpe-Ratio** que nos muestra la relación que existe entre el rendimiento de mercado que compensa una unidad extra de riesgo. Su fórmula es la siguiente:

$$S = \frac{R_m - R_f}{\sigma_m}$$

En donde R_m representa el rendimiento de mercado, R_f la tasa libre de riesgo y σ_m la desviación estándar del mercado. Aplicando la fórmula de Sharpe a los estimadores del ^MXX tenemos que su Sharpe-Ratio es de -0.099, lo que no solo representa una baja compensación de rendimiento por unidad de riesgo, sino que implica rendimientos negativos recurrentes. En síntesis, un inversionista que haya diversificado su portafolio como el IPC tendrá un menor rendimiento que si solo se dedicara a invertir en la libre de riesgo.

En la **Tabla 2** calculamos los estimadores individuales de cada componente del IPC, incluyendo la beta, el Sharpe-Ratio y el Treynor-Ratio (que nos indica la compensación de retorno ajustada por el riesgo del mercado). Recordemos además que una beta mayor a uno nos indica que el activo en cuestión es agresivo (muy sensible a cambios en el mercado), mientras que una beta entre 0 y 1 nos indica un activo defensivo (poco sensible a cambios en el mercado).

Tabla 2

symbol	Media	Varianza	Desviacion_Estandar	Skewness	beta	Sharpe_Ratio	Treynor_Ratio
AC.MX	0.012	0.003	0.054	-0.161	0.673	0.062	0.005
ALSEA.MX	0.017	0.010	0.098	0.602	1.315	0.081	0.006
AMXB.MX	-0.004	0.003	0.055	-2.480	0.568	-0.244	-0.024
ASURB.MX	0.010	0.004	0.067	1.107	0.874	0.011	0.001
BBAJIOO.MX	-0.008	0.006	0.079	1.379	0.851	-0.211	-0.020
BIMBOA.MX	-0.012	0.006	0.077	0.790	1.223	-0.279	-0.017
BOLSAA.MX	0.002	0.006	0.080	0.224	1.124	-0.083	-0.006
CEMEXCPO.MX	0.025	0.010	0.098	0.016	1.844	0.168	0.009
CHDRAUIB.MX	0.018	0.005	0.071	-0.398	0.390	0.124	0.023
CUERVO.MX	-0.025	0.011	0.105	0.189	0.321	-0.323	-0.105
GAPB.MX	0.019	0.011	0.107	-0.165	1.446	0.091	0.007
GCARSOA1.MX	0.020	0.012	0.111	1.336	1.811	0.095	0.006
GCC.MX	0.024	0.006	0.079	0.463	1.185	0.189	0.013
GENTERA.MX	0.015	0.008	0.089	0.440	0.988	0.069	0.006
GFNORTEO.MX	0.004	0.003	0.058	0.117	1.007	-0.087	-0.005
GMEXICOB.MX	0.019	0.007	0.082	0.679	1.454	0.122	0.007
GRUMAB.MX	0.012	0.002	0.045	0.029	0.267	0.072	0.012
KIMBERA.MX	0.000	0.004	0.063	-0.469	1.082	-0.140	-0.008
KOFUBL.MX	0.012	0.003	0.051	0.198	0.761	0.059	0.004
LABB.MX	0.023	0.008	0.091	0.223	0.469	0.149	0.029
MEGACPO.MX	0.000	0.012	0.109	0.047	1.448	-0.084	-0.006
OMAB.MX	0.017	0.011	0.104	-0.653	1.456	0.078	0.006
ORBIA.MX	-0.028	0.010	0.102	0.652	1.552	-0.366	-0.024
PINFRA.MX	0.010	0.005	0.070	0.252	1.087	0.019	0.001
Q.MX	0.036	0.008	0.088	-0.086	0.767	0.305	0.035
RA.MX	0.003	0.006	0.079	0.381	0.857	-0.072	-0.007
TLEVISACPO.MX	-0.015	0.026	0.161	0.518	2.600	-0.149	-0.009
VESTA.MX	0.008	0.004	0.064	0.493	1.042	-0.008	-0.001

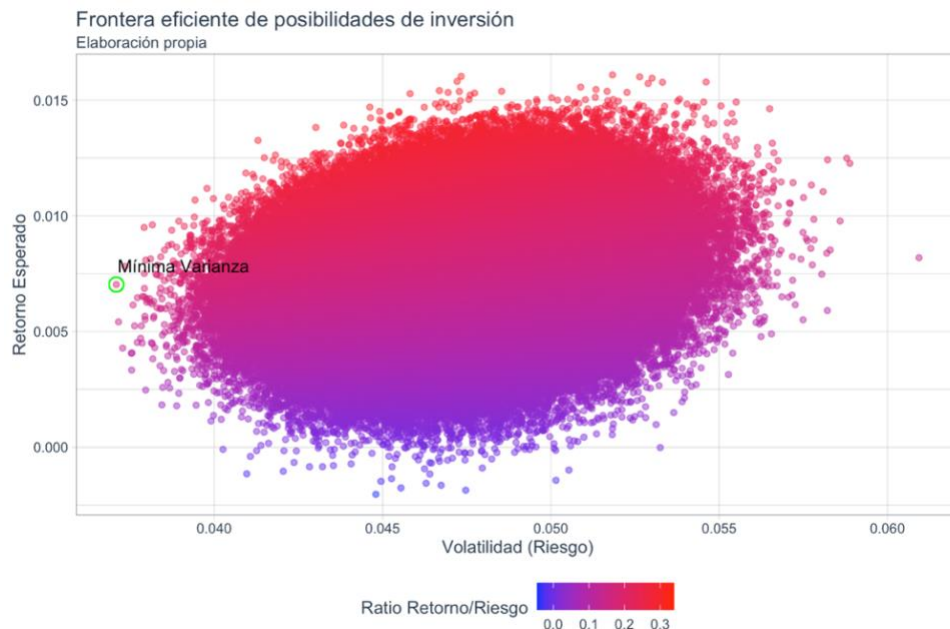
Con nuestros estimadores calculados para cada activo seleccionaremos aquellos que muestran mejor desempeño dada la información de sus históricos. Los criterios para discernir sobre los componentes serán:

- 1) Rendimiento esperado positivo;
- 2) Volatilidad intermedia;
- 3) La proporcionalidad entre stock's defensivos y agresivos; y
- 4) El Sharpe-Ratio que nos permita concluir buena compensación por el riesgo que la inversión representa para cada activo.

En la **Gráfica 7** mostramos todas las posibles combinaciones de pesos de inversión para un hipotético portafolio de mercado, es decir, incluyendo todos los componentes que hemos enlistado. Conforme a la teoría moderna de portafolios de Markowitz, la frontera eficiente se coincide como todas las posibles combinaciones de pesos que maximizan el rendimiento

dado un riesgo. Por otro lado, podemos observar también el protafolio de mínima varianza que tiene un rendimiento esperado mensual de 0.8%.

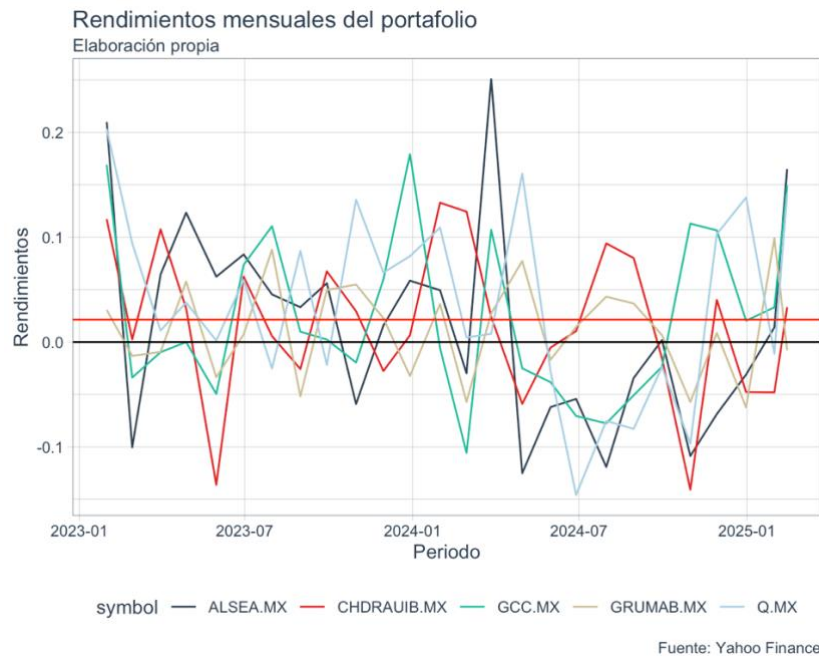
Gráfica 7



Fuente: Yahoo Finance

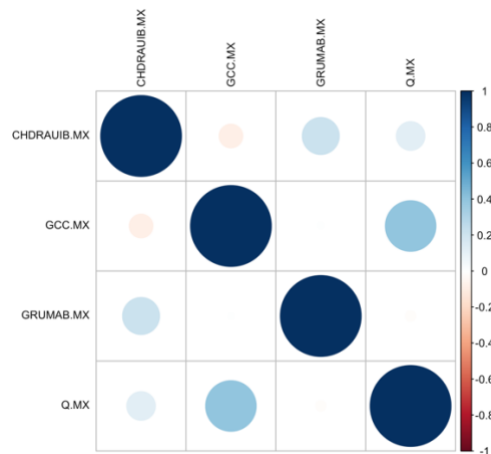
En este sentido, los activos que nos llaman la atención del índice son ALSEA, CHDRAUIB, GCC, GRUMAB y Q. Empezaremos por detectar patrones de comportamiento con la información histórica que tenemos y de la misma forma modelaremos los portafolios de mínima varianza y de tangencia. Los rendimientos históricos, como observamos en la **Gráfica 8**, nos muestran picos esporádicos alcanzando un rendimiento de 20% mensual y un mínimo global de 15%.

Gráfica 8



Para tener mayor claridad respecto a la dinámica del portafolio, en la **Gráfica 9** construimos un correlograma que nos ayuda a observar cómo es el comportamiento de un activo respecto a otro. Vemos, por ejemplo, que GCC tiene una correlación negativa respecto a CHDRAUIB y que Q tiene una gran correlación positiva con GCC. Esto nos ayuda a ver si pérdidas en algún activo pueden ser compensadas por otro en el portafolio.

Gráfica 9



En la **Gráfica 10** simulamos 6,000 combinaciones de pesos de los activos seleccionados para observar la dinámica e identificar la frontera eficiente, así como el portafolio de mínima varianza. Observamos que este muestra un rendimiento esperado mensual de 1.8%, mayor a la tasa libre de riesgo que suponemos de 0.9%.

Gráfica 10

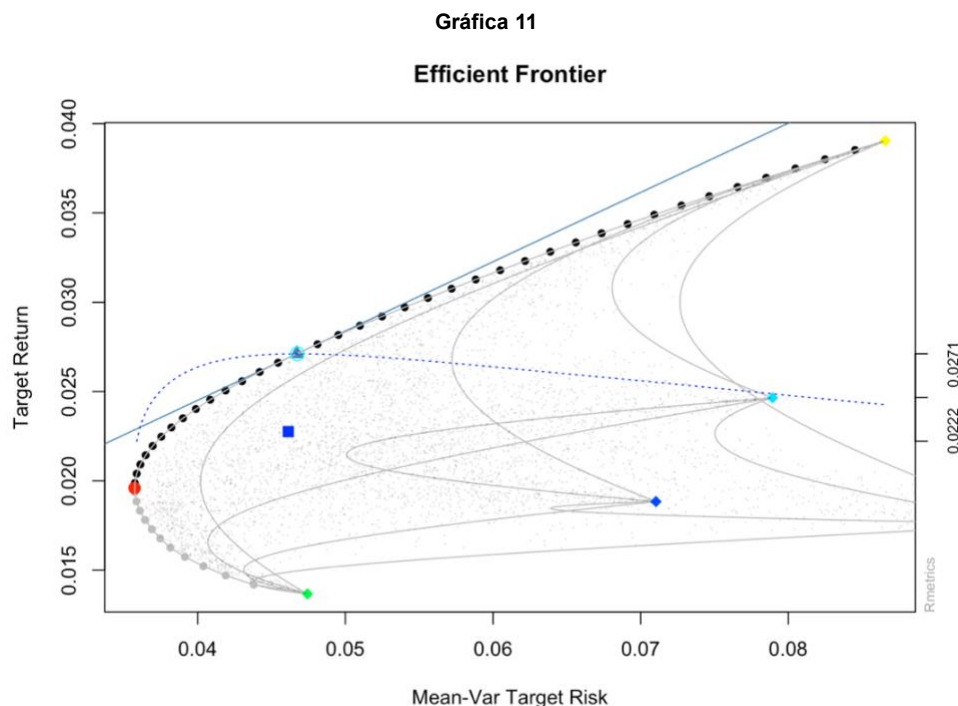


Fuente: Yahoo Finance

Además del portafolio de mínima varianza, ilustramos en la **Gráfica 11** el portafolio de tangencia. Este portafolio maximiza la relación rendimiento-riesgo ajustado por volatilidad, medida por el Ratio de Sharpe. Es el punto de tangencia entre la línea del mercado de capitales (CML, Capital Market Line) y la frontera eficiente en presencia de un activo libre de riesgo. Además, ilustramos, por debajo de la frontera eficiente, el portafolio de pesos idénticos junto a los portafolios de simulación Monte Carlo que más adelante desarrollaremos.

Podemos observar que la diversificación del riesgo en los activos seleccionados por los criterios antes mencionados trae consigo una mejor compensación del mismo y un mejor rendimiento esperado. Tanto el portafolio de mínima varianza y el de tangencia presentan mejor rendimientos que los homólogos en un portafolio de mercado. Por lo tanto, podemos

afirmar que nuestra selección es óptima en tanto que minimiza el riesgo y maximiza los rendimientos.



Una vez teniendo claridad gráfica de los portafolios teóricos, nos toca calcular su pesos óptimos. El cálculo lo haremos con métodos numéricos en R, el cuál incluimos en el Anexo del presente trabajo. En primer lugar, vamos a calcular la solución óptima del portafolio de varianza mínima con los stock's que seleccionamos. En la **Gráfica 12** presentamos una gráfica de pastel para observar el porcentaje de la inversión que le corresponde a cada activo y en la **Tabla 2** vemos su distribución.

Gráfica 12

Distribución de pesos del portafolio de mínima varianza

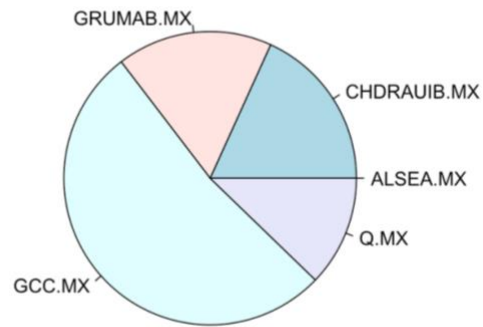


Tabla 3

Pesos Varianza Mínima

ALSEA.MX	0.00%
CHDRAUIB.MX	18.20%
GRUMAB.MX	17.20%
GCC.MX	52.39%
Q.MX	12.21%
<i>E(rp)</i>	1.82%
<i>Riesgo</i>	3.58%

El otro portafolio que nos interesa es el portafolio de tangencia, el cuál maximiza la la compensación de rendimientos en función de una unidad más de riesgo. Por lo tanto, es este el portafolio que ocuparemos para las futuras pruebas que realizaremos. Precisamos que en nuestro ejercicio no están contemplados movimientos “en corto”, es decir, no se puede dar o pedir prestado dinero; sólo se puede consumir lo que se tiene.

En la **Gráfica 13**, al igual que en la anterior, se ilustran los pesos de cada activo. Se nota que en este portafolio el peso para ALSEA es igual a 0%, el de GCC baja la mitad y quién se lleva la mayor parte del cambio es Q. Esto puede deberse a que este último tiene el mayor coeficiente de Sharpe.

Gráfica 13

Distribución de pesos del portafolio de tangencia

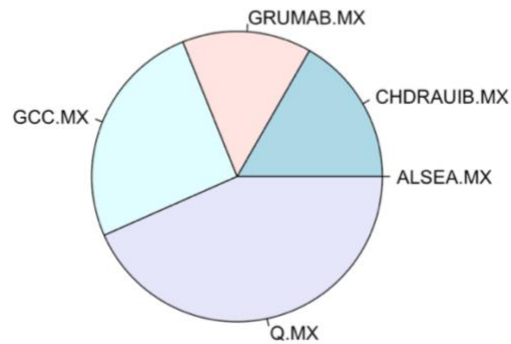


Tabla 4

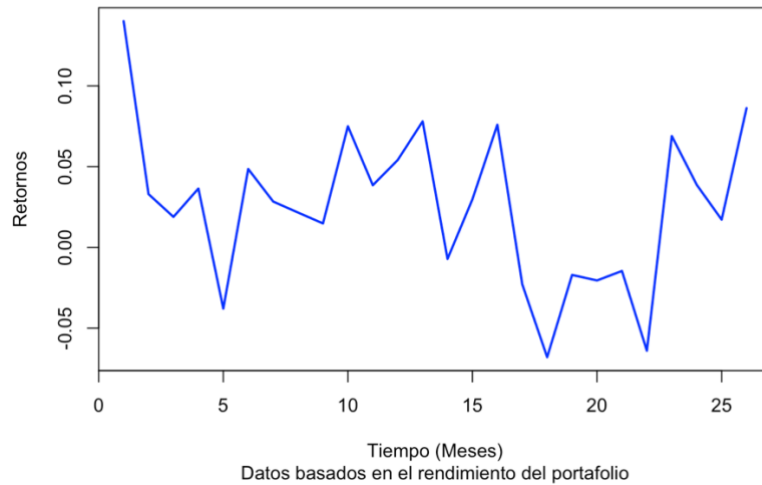
Pesos Portafolio de Tangencia

ALSEA.MX	0.00%
CHDRAUIB.MX	16.71%
GRUMAB.MX	14.39%
GCC.MX	25.54%
Q.MX	43.37%
<i>E(rp)</i>	2.51%
Riesgo	4.83%

La evolución a lo largo del tiempo del portafolio la podemos visualizar en la **Gráfica 14**. Observamos retornos máximos mensuales recurrentes del 5% y caídas máximas del 6%. Para llevar a un estado más completo este análisis es preciso utilizar técnicas estadísticas que nos permitan concluir, bajo cierto grado de incertidumbre, probabilidades y pronósticos puntuales y por intervalos. ¿Qué probabilidad hay de qué los rendimientos del portafolio sean mayores al 2.5%? ¿qué probabilidad hay de qué los rendimientos sean negativos? Aunado a ello, haremos una simulación Montecarlo para evaluar los riesgos del portafolio a partir de diferentes escenarios.

Gráfica 14

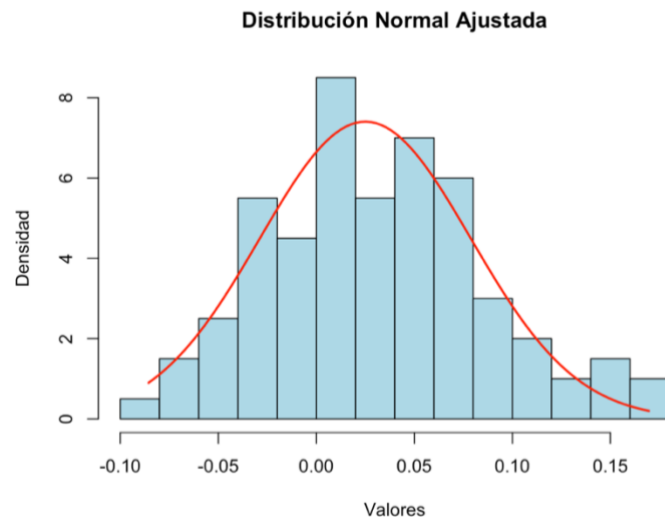
Evolución de los Retornos Mensuales del Portafolio de Tangencia



Análisis estadístico del portafolio

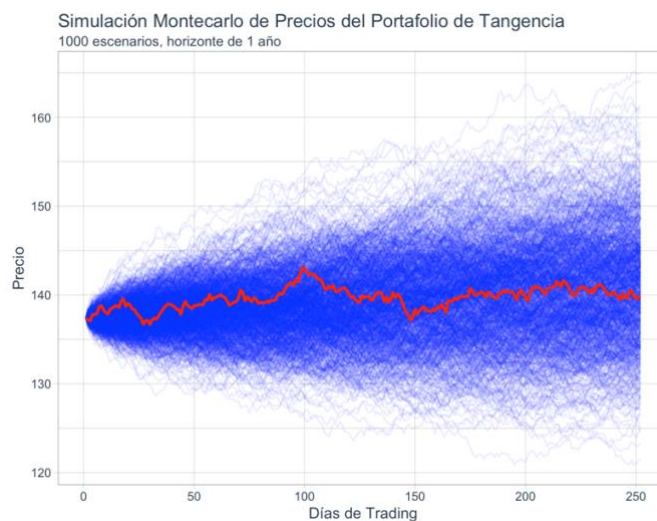
Introducimos el presente análisis estadístico verificando un comportamiento normal de los retornos históricos (esta vez de forma diaria), pues al caracterizarlos como tal obtenemos todas las ventajas teóricas de una curva normal, la cual nos servirá para hacer inferencia y pronóstico. Analizando la **Gráfica 15** podemos observar que el histograma del muestreo aleatorio simple asemeja a una curva normal con un sesgo a la derecha. Una vez hecha la caracterización superponemos la curva normal al histograma para tener una noción estética de la probabilidad acumulada.

Gráfica 15



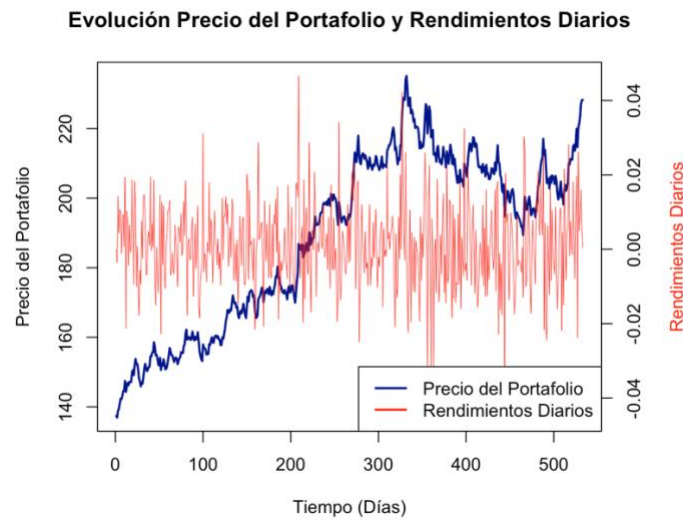
A partir de un muestreo aleatorio simple y con base en los parámetros estimados del portafolio, concluimos que la probabilidad de que el rendimiento del portafolio sea mayor a 2.5% mensual es del **50.07%** y que la probabilidad de que haya pérdidas es del **30.16%**. Nuestro ejercicio involucra el supuesto de aleatoriedad del precio futuro del portafolio que perfectamente podemos simular con una caminata aleatoria. Esta simulación nos permite ver si existe algún patrón de comportamiento que nos permita concluir la factibilidad de la inversión bajo un escenario de poca certidumbre.

Gráfica 16



La simulación de Monte Carlo presentada en la **Gráfica 16** modela la evolución del precio de un portafolio de tangencia bajo un horizonte de 250 días de trading con 1000 escenarios aleatorios. Los resultados muestran una distribución de trayectorias en azul, representando la incertidumbre inherente al mercado, y una trayectoria promedio en rojo, que sugiere una tendencia central del comportamiento esperado del portafolio alcista con cierta ligereza. Este enfoque permite evaluar la dispersión de posibles resultados y cuantificar el riesgo asociado a la inversión. La propagación de los precios a lo largo del tiempo indica la volatilidad del portafolio y resalta la importancia de la diversificación y la gestión del riesgo en la toma de decisiones financieras.

Gráfica 17



A efectos de tener un pronostico claro al corto plazo, elaboraremos un modelo ARIMA para establecer estimacioón puntual y por intervalos.

Tabla 5

Parámetro	Valor
Modelo	ARIMA(0,1,0) con drift
Drift	0.1708
Error estándar del Drift	0.0984
σ^2	5.162
Log-verosimilitud	-1190.97
AIC	2385.94
BIC	2394.49
RMSE	2.26775

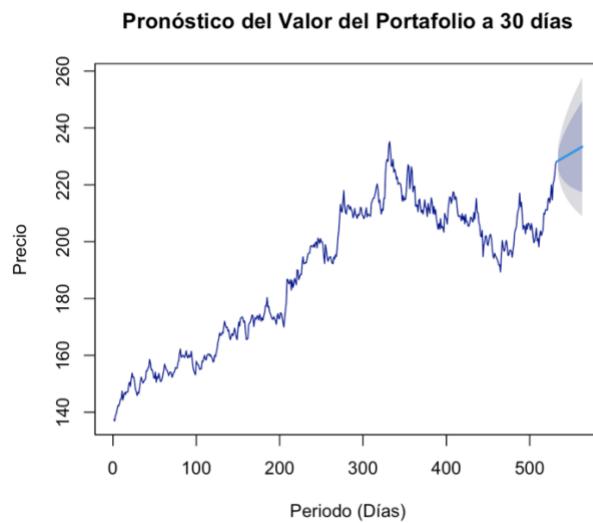
El modelo estimado es un ARIMA(0,1,0) con drift, lo que significa que la serie de tiempo sigue una caminata aleatoria con tendencia constante. En este caso, la serie ha sido diferenciada una vez para hacerla estacionaria, eliminando cualquier tendencia determinista presente en los datos originales. La ausencia de términos autorregresivos (AR) y de medias móviles (MA) indica que los valores futuros dependen únicamente del valor anterior, junto con un término de error aleatorio y una constante de crecimiento, denominada drift.

El coeficiente estimado para el drift es de 0.1708 con un error estándar de 0.0984, lo que sugiere que la serie tiene una ligera tendencia al alza, con incrementos promedio de aproximadamente 0.17 unidades por período. Este valor es fundamental en la interpretación del modelo, ya que implica que, en ausencia de shocks o cambios estructurales, la variable continuará creciendo de manera estable a lo largo del tiempo.

En términos de ajuste, el modelo tiene un AIC de 2385.94 y un BIC de 2394.49, lo que indica que es un modelo simple pero razonablemente adecuado para la serie analizada. Además, el error medio cuadrático (RMSE) es de 2.26775, lo que sugiere que el modelo es capaz de capturar gran parte de la variabilidad de los datos sin generar errores excesivos en la predicción. Otro aspecto relevante es la autocorrelación de los residuos (ACF1 = -0.0426), que es muy baja y sugiere que no hay patrones significativos en los errores, lo que confirma que el modelo es apropiado para describir la serie temporal.

El pronóstico realizado muestra una tendencia de crecimiento estable, donde cada nuevo período incrementa el valor en aproximadamente 0.17 unidades en promedio, manteniendo una proyección continua y sin fluctuaciones abruptas. Sin embargo, como es característico en este tipo de modelos, los intervalos de confianza se amplían conforme aumenta el horizonte de predicción, lo que indica que la incertidumbre crece con el tiempo y que las predicciones a largo plazo son menos precisas.

Gráfica 18



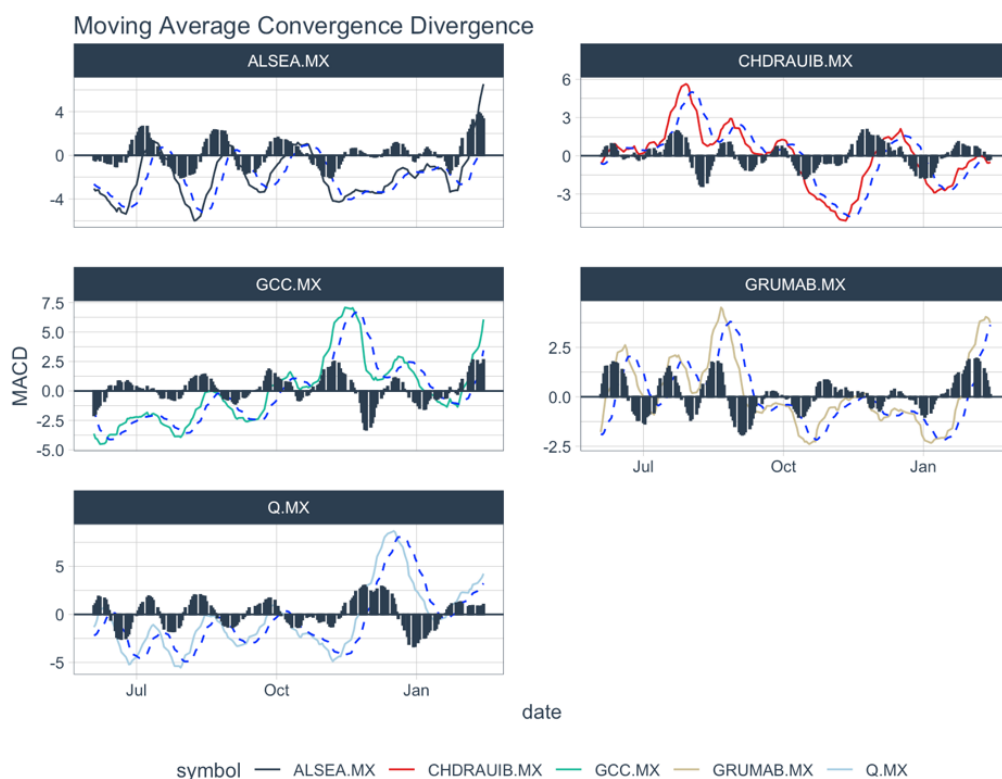
En la **Tabla 6** observamos las estimaciones por intervalos en un periodo de 6 días, iniciando el 17 de febrero de 2025 y terminando el lunes 24 de febrero de 2025.

Tabla 6

Día	Pronostico	Limite_Inferior_95	Limite_Superior_95
534	228.4397	223.9867	232.8928
535	228.6105	222.3129	234.9081
536	228.7813	221.0684	236.4942
537	228.9521	220.0459	237.8582
538	229.1229	219.1655	239.0802
539	229.2937	218.3859	240.2014

Análisis técnico

Gráfica 19



La **Gráfica 19** muestra el indicador MACD para las acciones del portafolio (ALSEA.MX, CHDRAUIB.MX, GCC.MX, GRUMAB.MX y Q.MX), utilizado para identificar tendencias y posibles puntos de compra o venta. Cada subgráfico presenta un histograma de barras negras, que mide la diferencia entre la línea MACD y la línea de señal, junto con la línea MACD (tendencia principal) y la línea de señal (media móvil del MACD).

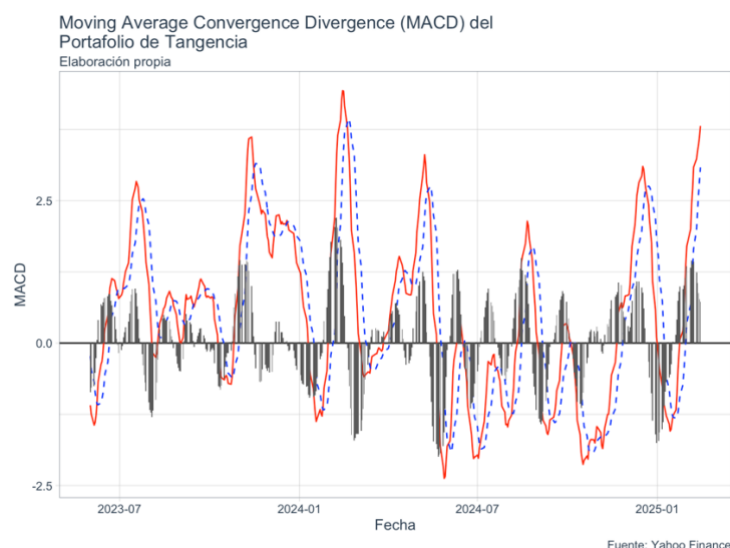
Las acciones como ALSEA.MX y GCC.MX muestran un repunte alcista, lo que indica una posible oportunidad de compra. CHDRAUIB.MX y GRUMAB.MX presentan mayor volatilidad, con cruces frecuentes entre la línea MACD y la de señal, generando señales alternas de compra y venta. Q.MX ha tenido ciclos de tendencia claros, con un aumento reciente en la volatilidad. En general, los cruces alcistas de la línea MACD por encima de

la línea de señal sugieren compras, mientras que los cruces bajistas indican ventas, brindando información clave para la toma de decisiones en el mercado financiero.

De forma similar, elaboramos el mismo ejercicio de tendencia pasado para cada activo ahora enfocado en la tendencia general del portafolio agregado. Esta aplicación del MACD, dado que nuestro portafolio es óptimo y está bien diversificado, expresa de forma consistente su dinámica y nos permite discernir patrones de comportamiento que nos pueden beneficiar. En primer lugar, la **Gráfica 20** nos muestra un comportamiento bastante oscilatorio que nos refirma la volatilidad que ya hemos estimado. Por otro lado, vemos que los histogramas sugieren una amplia diferencia entre las EMA's en la mayoría de las transiciones, por lo que nos da una idea de la amplitud promedio antes de un eventual cruce.

El último tramo, que nos es de principal interés para las expectativas y estrategias en el corto-mediano plazo, nos muestra un decrecimiento de la distancia entre los EMA's, lo que nos pone al tanto una probable tendencia general del portafolio bajista. Esta reducción en la amplitud se puede observar en la cada vez más corta distancia entre ambas señales, lo que nos obliga a reconsiderar posiciones si tenemos órdenes stop loss.

Gráfica 20





Para concluir este breve análisis Quant de del portafolio construimos los candlestick's mensuales para cada activo para observar patrones de divergencia entre la los poderes de oferta y demanda ajustados al volumen de transacción. A diferencia de los diagramas lineales, las velas japonesas nos permiten ver que tan fuertes son las caídas o ganancias en el precio del activo en un determinado periodo en el tiempo y los precios máximos y mínimos que obtuvieron.

Vemos una caída sostenida de Alsea a partir del segundo semestre del 2024 con una recuperación fuerte en febrero. Q y GCC, por el contrario, presentan fuertes impulsos alcistas por el gran volumen de demanda lo que nos sugiere oportunidades de apostar por una posición corta por lo menos en GCC que en MACD nos muestra una distancia entre señales estrechas. GRUMAB parece haber tenido un interés particular de "rescate" de precio en enero del presente año y de CHDRAUIB podemos esperar un cambio de tendencia.