

---

# TP 1.2 - ESTUDIO ECONÓMICO-MATEMÁTICO DE APUESTAS EN LA RULETA

---

**Juan Cruz Vazquez**

Simulacion

UTN - FRRo

Zeballos 1341, S2000 Rosario, Santa Fe

juancruz.vazquez87@hotmail.com

**Alexis Tomás**

Simulacion

UTN - FRRo

Zeballos 1341, S2000 Rosario, Santa Fe

ZIL50@pitt.edu

May 29, 2023

## ABSTRACT

El siguiente documento se basa en el analisis de tres estrategias que pueden ser implemetadas a la hora de realizar apuestas en la ruleta del casino, estas son: la *estrategia Martingala*, la *estrategia Fibonacci* y la *estrategia D' Alembert*. El proposito de este estudio es realizar una compracion de estas, a fin de determinar cual resulta mas conveniente bajo circunstancias, como el capital disponible. A partir de la programacion de las estrategias podremos observar el flujo de nuestro capital en cada una de ellas sin mayores riesgos, tal como ocurre en la realidad.

## 1 Introduction

El juego de la ruleta, es uno de los mas populares en el casino y de los mas conocidos en el mundo. El juego consiste en líneas generales en prever en que número de la ruleta se detendrá la bola que será lanzada por el croupier dentro de ella. El jugador deberá hacer sus apuestas sobre el tapete de la mesa del juego atendiendo a su presunción sobre cuál será el número ganador. Todos los jugadores podrán colocar sus apuestas al inicio de cada partida hasta el momento que el croupier cierre la ronda de apuestas diciendo "No va más". Existen dos tipos de juego: el juego de ruleta europea, también conocida como ruleta francesa; y el juego de ruleta americana. La ruleta que se usa en las mesas de la versión americana además de los números que están presentes en la europea, del 1 al 36 y '0', incorpora el doble cero, '00'. Para nuestro estudio utilizaremos el tipo de juego de la ruleta americana.

Las apuestas de ruleta se dividen en dos tipos de apuestas, las apuestas básicas y las apuestas avanzadas; para el fin de este estudio tendremos en cuenta unicamente las básicas, las cuales se pueden dividir en apuestas sencillas y apuestas multiples. Las apuestas sencillas, que se realizan sobre la sección externa del tapete, son las siguientes:

- Rojo/Negro
- Par/Impar
- Falsa/Pasa

En estas apuestas se juegan por 18 números, y la ganancia posible es el valor apostado.

Del tipo de apuestas multiples nos enfocaremos unicamente en el Pleno, la cual consiste en apostar a un numero incluyendo el 0. La ganancia posible de esta apuesta es lo apostado x36.

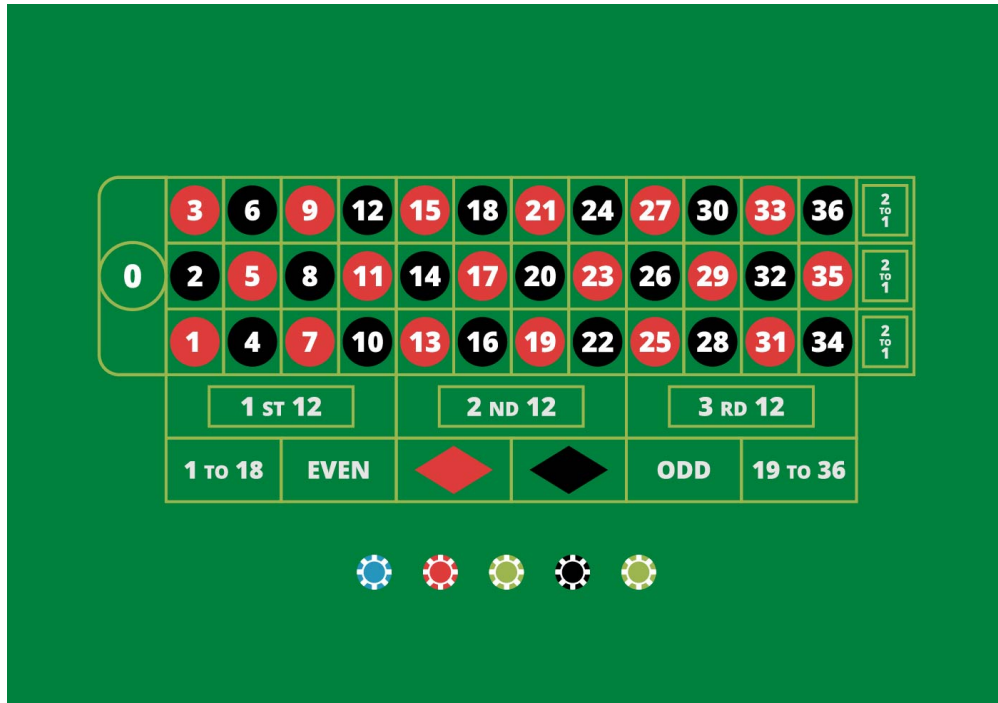


Figure 1: Tapete de ruleta

## 2 Metodología

### 2.1 Variables del modelo

**Capital** Se analizarán las tres estrategias utilizando capital finito y capital infinito.

**Espacio muestral** El espacio muestral del modelo serán los números del 0 al 36.

**Valor de la apuesta** Para ambas estrategias sólo se definirá el valor de la apuesta inicial, ya que las siguientes dependerán del resultado obtenido en cada tirada.

**Apuesta** La apuesta no variará en las sucesivas tiradas.

### 2.2 Estrategias

Las estrategias elegidas son utilizadas para apuestas sencillas, es decir, para apuestas de Rojo/Negro, Par/Impar, Falsa/Pasa en las cuales la probabilidad de ganar o perder es la misma, de un 50%, pero en el caso de la ruleta americana al haber dos ceros, esta probabilidad de ganar baja a un 48.6%

Para cada una de las estrategias realizaremos las siguientes pruebas.

Realizaremos de 1 a  $n$  rondas (conjunto de tiradas) con 1 a  $n$  tiradas por cada ronda y observaremos el flujo de caja de nuestro capital a medida que transcurre el juego. También observaremos las rachas, la cual explicaremos más adelante y haremos la prueba de realizar una apuesta sencilla y una apuesta múltiple para dar una idea del porque las estrategias elegidas se utilizan para este tipo de apuestas

#### 2.2.1 Estrategia Martingala

La martingala se apoya en la baja probabilidad de que ocurra el mismo suceso muchas veces seguidas. De esta manera, apunta a recuperar rápidamente la inversión perdida y luego, claro, intentar ganar.

Llevado a la ruleta, la martingala consiste en doblar la misma apuesta cada vez que se pierde.

El objetivo de esta técnica es mantener el control de las apuestas y tratar de recuperar rápido lo perdido.

Para saber cómo se juega la ruleta, lo primero que hay que tener en cuenta es que la estrategia martingala servirá para las apuestas de los extremos de la mesa, no para los números. El motivo es sencillo: se utiliza la martingala para apuestas que pueden dar solo dos posibilidades de resultados.

Entonces como mencionamos anteriormente se podrá emplear la estrategia martingala para apostar por color (rojo/negro), por par/impar o por si la bolilla caerá en la mitad entre 1-18 o la de 19-36.

Es muy simple: supongamos que apostamos una ficha al par. Si sale un impar y perdemos esa apuesta, a la siguiente deberemos apostar dos fichas nuevamente al par.

Esta estrategia tiene una cuota de azar siempre presente, obviamente. Si vuelves a perder la segunda apuesta, entonces deberás seguir duplicando: 4, 6, 8, 10 hasta ganar.

Cuando el jugador finalmente gana, recuperará todas sus pérdidas más un plus acorde al primer monto apostado. Y la siguiente apuesta volverá a ser como la inicial, de una ficha, para empezar el sistema de nuevo.

Al regresar a la apuesta original ante cada victoria, sirve para limitar y controlar la inversión.

Veamos el siguiente ejemplo:

| Nº tirada | Apuesta | Resultado | Valor apuesta |
|-----------|---------|-----------|---------------|
| 1         | Par     | Pierde    | 1             |
| 2         | Par     | Pierde    | 2             |
| 3         | Par     | Pierde    | 4             |
| 4         | Par     | Pierde    | 8             |
| 5         | Par     | Gana      | 16            |
| 6         | Par     | Pierde    | 1             |

Table 1: Tabla ejemplo Estrategia Martingala

### 2.2.2 Estrategia Fibonacci

El sistema Fibonacci es una de las estrategias más famosas y más exitosas entre los jugadores de ruleta. Este método se basa en la secuencia matemática de Leonardo Pisano Bigollo, también llamado Fibonacci. Este defendía una secuencia matemática que es una progresión acumulativa, ya que cada siguiente número es igual a la suma de los dos números que lo preceden. Esta secuencia es obviamente infinita, pero a continuación dejamos los 15 primeros números:

1 – 1 – 2 – 3 – 5 – 8 – 13 – 21 – 34 – 55 – 89 – 144 – 233 – 377 – 610...

La secuencia de Fibonacci esta dada por la siguiente formula:

$$f_n = \frac{\left(\frac{1+\sqrt{5}}{2}\right)^n + \left(\frac{1-\sqrt{5}}{2}\right)^n}{\sqrt{5}} \quad (1)$$

Donde n es la posicion del numero en la ecuacion.

#### ¿Como funciona esta estrategia?

Pongamos un ejemplo para ilustrar cómo funciona este sistema exactamente en un escenario real. Imaginemos que todas las unidades suman 5 y que las apuestas que hacemos son apuestas simples, como al rojo en la ruleta. Siempre empezamos por apostar 1 unidad, ya que éste es el primer número de la serie. Cada vez que ganes una apuesta, vuelves a apostar 1 unidad en la siguiente mano. Si tu apuesta pierde, apostarías 1 unidad de nuevo, ya que apostando 1 unidad ganaremos nuestra unidad perdida en la apuesta anterior. Aquí es donde nuestra secuencia entra en acción y debemos seguirla en orden, para que la estrategia funcione correctamente. Pongamos que perdemos una apuesta y debemos apostar 1 unidad en el siguiente turno, y de nuevo perdemos. ¿Cuál será la siguiente cantidad de unidades a apostar? Utilizando el sistema Fibonacci, sumáramos nuestras dos últimas apuestas para calcular el total de unidades a apostar.

En este ejemplo, hemos apostado 1 unidad en el primer turno, y 1 unidad en el segundo, lo cual hace 2 unidades. Supongamos que apostamos ahora 2 unidades y perdemos otra vez. Tomamos de nuevo los importes de nuestra última apuesta y los sumáramos. Utilizamos 2 en nuestra última apuesta y 1 unidad en la segunda. Nuestra siguiente apuesta sería de 3 unidades. La secuencia continuaría de esta manera hasta que hayas ganado. Una vez que ganes, vuelve al principio de la secuencia apostando 1 unidad. Podemos ver que apostando las últimas cantidades de todas las apuestas perdidas, podremos recuperar esas pérdidas y quedar al menos igual.

### 2.2.3 Estrategia D'Alembert

Esta es una de las estrategias más conservadoras, el sistema d'Alembert fue creado por el matemático francés Jean Le Rond d'Alembert. Consiste en la idea de que un evento tiende a no repetirse inmediatamente después.

El funcionamiento del sistema d'Alembert es muy sencillo. Simplemente tienes que aumentar ligeramente tus apuestas a la ruleta cuando haya una pérdida, y disminuirlas en la misma medida tras una ganancia. Mientras que la Martingala propone doblar tras las pérdidas y volver a la unidad inicial al ganar, con D'Alembert tanto la subida como la vuelta a la calma serán mucho más tranquilas.

## 3 Casos de estudio

En esta sección realizaremos 2 casos de estudio. Uno para un capital finito y otro infinito. En ambos veremos como varían los resultados para las distintas estrategias, teniendo en cuenta que realizaremos 30 rondas de 1000 tiradas y la apuesta inicial será de 20.

### 3.1 Primer caso de estudio: para un capital finito

En este caso de estudio veremos en una primera instancia como se comportan las distintas estrategias. El capital finito inicial a utilizar será de \$ 10.000.

#### 3.1.1 Primera parte: Estrategia Martingala

Para comprender mejor el funcionamiento de la estrategia martingala graficaremos distintas métricas que nos ayudan a analizar las pérdidas y ganancias en cada caso.

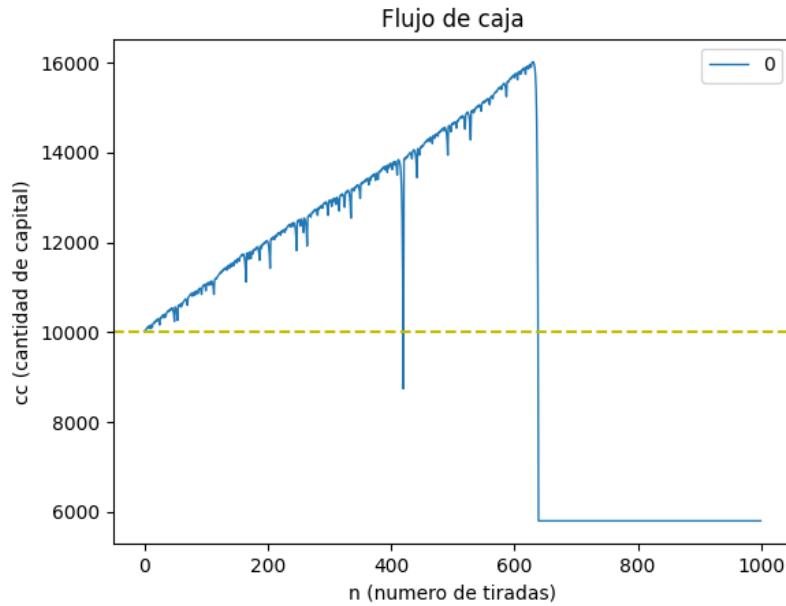


Figure 2: Flujo de caja - Capital finito

Como se puede observar en la Figura 2 y 3 se puede ver como evoluciona el capital en cada tirada para cada corrida. En esta pueden suceder dos cosas que la apuesta realizada sea favorable o no. En caso de ser favorable el capital crecerá ya que se obtendrá una ganancia de 1 a 1. En esta figura se puede ver claramente que muchas gráficas en una tirada determinada comienzan a caer y nunca vuelven a subir. Esto genera una especie de lluvia en la gráfica. Esto se debe a que a medida que las tiradas avanzan puede ocurrir que el jugador entre en un racha perdedora, y esto le genere un aumento exponencial de su apuesta hasta en el momento de no tener más capital disponible para seguir utilizando la estrategia

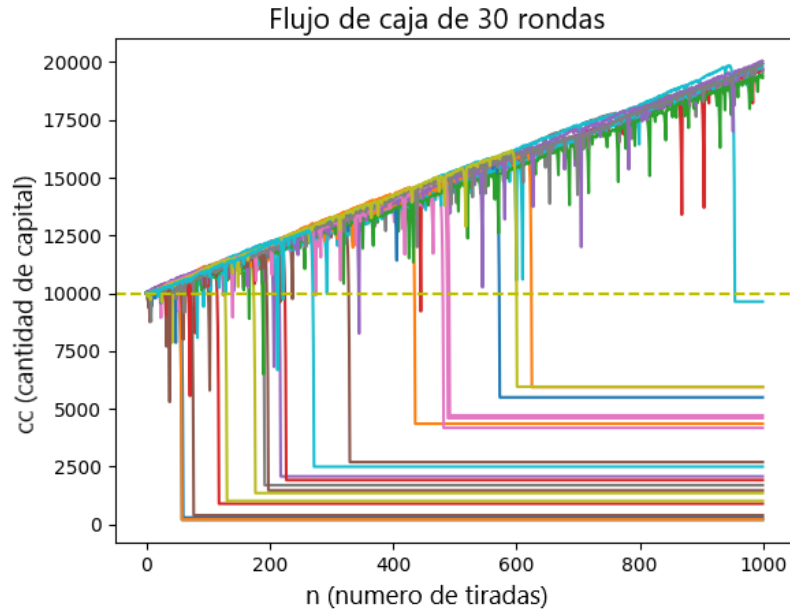


Figure 3: Flujo de caja - 30 rondas - Capital finito

En la Figura 4 mostramos un promedio de las 30 rondas de tiradas reiteradas y podemos ver claramente que hay una tendencia a la pérdida.

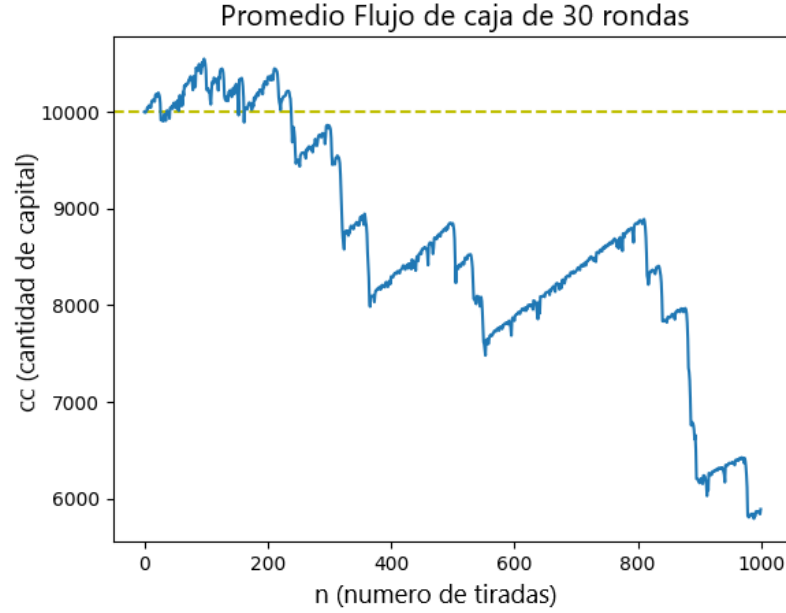


Figure 4: Promedio Flujo de caja - 30 rondas - Capital finito

La Figura 5 representa la frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable con capital finito, esto quiere decir que, luego de que cantidad de apuestas donde no resulto el valor apostado volvemos a obtener una apuesta favorable. Como podemos observar en el grafico a medida que aumenta el numero de apuestas no favorables, se reduce nuestra probabilidad de obtener una apuesta favorable hasta volverse nula. Esto nos puede dar una idea de cuando considerar retirarnos del juego para no sufrir mayores perdidas. De igual manera que realizamos con el flujo de caja, realizamos reiteradas rondas y sacamos el promedio, así obtuvimos resultados muy similares, por lo que podemos decir que la probabilidad de sacar una apuesta favorable luego de multiples tiradas no favorables teinde a disminuir hasta volverse nula.

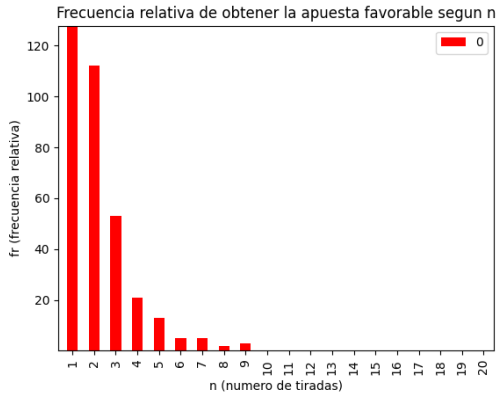


Figure 5: Frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable - Capital finito

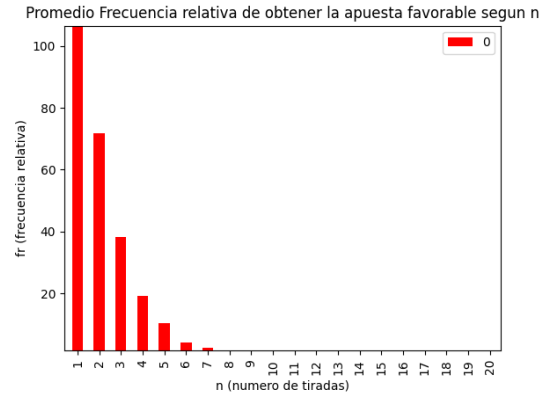


Figure 6: Promedio frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable- Capital finito

### 3.1.2 Segunda parte: Estrategia Fibonacci

En esta segunda parte realizaremos los mismo supuestos realizados con la anterior estrategia.

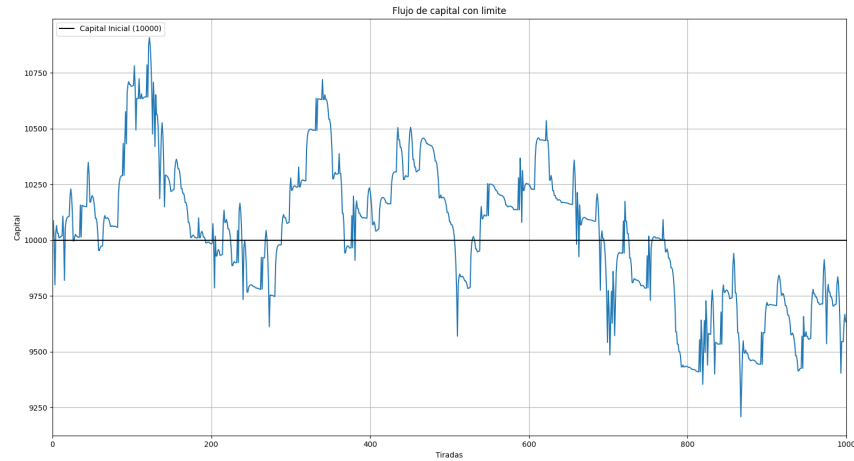


Figure 7: Flujo de caja- Capital finito

Como se puede observar en la figura 7, se puede apreciar perfectamente los beneficios como desventajas que posee la estrategia de fibonacci. Siendo que en las primeras 100 tiradas aproximadamente se puede ver su ventaja, la cual es una gran cantidad de ganancia en pocas tiradas, mientras que entre la tirada 100 y la 300 se ve la desventaja de la estrategia, la cual es una gran pérdida. Luego la gráfica empieza a fluctuar entre grandes beneficios y pérdidas. Concluyendo con pérdidas, ya que finaliza por debajo de la línea de dinero inicial.

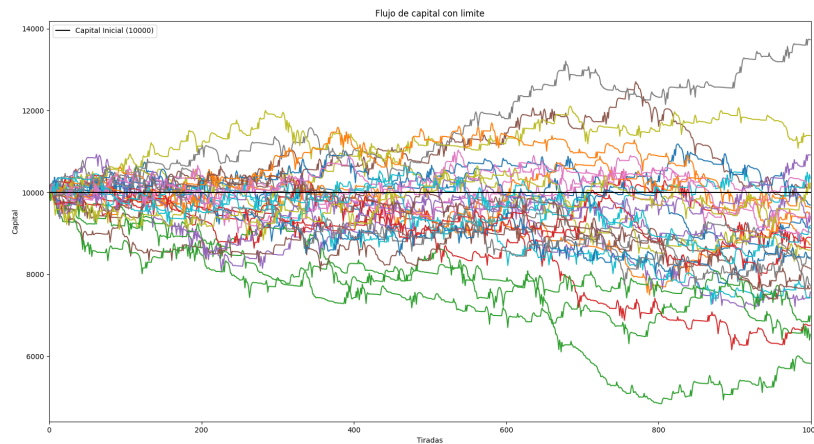


Figure 8: Flujo de caja- Capital finito

En la figura 8 se puede apreciar como la estrategia puede ser muy beneficiosa, como se ve la grafica de color gris, y a su vez tambien puede ser muy desfavorable, como se puede apreciar en la grafuica de color verde. Siendo la gris la de mayor capital, ya que a lo largo de las tiradas la estrategia resulto fructífera, por que el capital finalizo muy por encima del capital inicial (10000); mientras que la verde muestra la otra cara de la estrategia, ya que a lo largo de las tiradas el capital termina muy por debajo del capital inicial, siendo que la estrategia terminando siendo infructuosa para esta ronda.

El resto de las gráficas fluctúan sobre el capital inicial (10000), siendo algunas de poca amplitud (significa que no hubo rachas ganadoras o perdedoras poco prolongada a lo largo de las tiradas) mientras que otras de mayor amplitud (Rachas ganadoras o perdedoras más prolongadas).

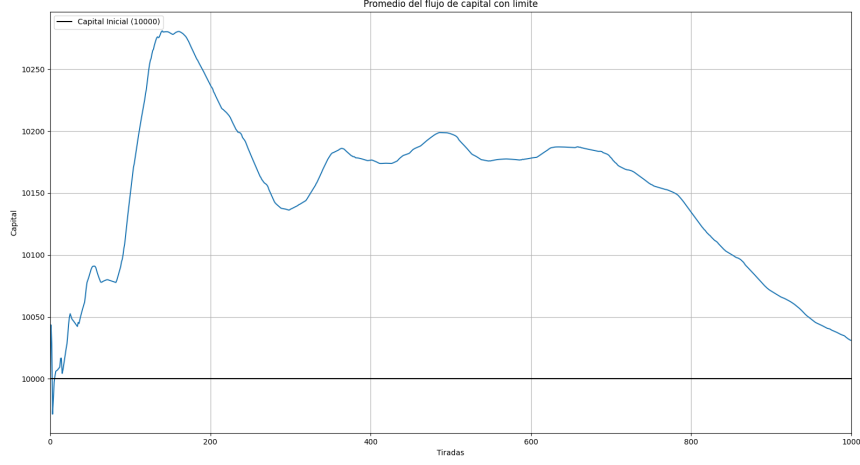


Figure 9: Flujo de caja- Capital finito

En la figura 9 se observa como en las primeras 10 tiradas aproximadamente se obtuvo una racha negativa, ya que el promedio disminuyó pero luego hasta más o menos la tirada 150 promedio aumenta de manera rápida hasta aproximadamente 10300, habiendo algunas pequeñas rachas negativa que provocan una disminución del promedio, para luego tener una caída abrupta hasta 10120 aproximadamente entre las tiradas 150 y la 250. En cuanto a las siguientes tiradas (250-750) el promedio oscila entre 10120 y 10200 para luego finalizar con un comportamiento descendente pronunciado (Significa que finalizó las 1000 tiradas con una racha negativa).

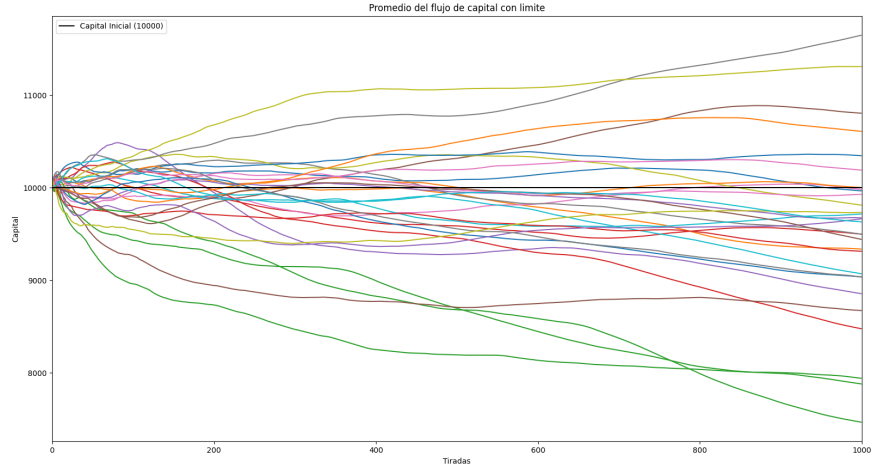


Figure 10: Flujo de caja- Capital finito

En la figura 10 se observa como el promedio de la ronda, en su mayoría oscila con una diferencia más o menos de 500. Pero siendo las tres verdes las que denotan una mayor racha negativa porque el promedio prácticamente nunca deja de disminuir, siendo algunas comenzando fuertemente a decrecer para luego estabilizarse y oscilar levemente sobre un valor mientras que otras no tienen comienzo descendente tan pronunciados pero nunca llegan a estabilizarse. Ahora observando el otro extremo de la figura 10, se puede apreciar como las graficas de color amarillo y gris tienen un comportamiento similar a las verdes pero inversamente. Siendo la gráfica gris con un ascenso del promedio más lento pero creciendo rápidamente a partir de la tirada 750 aproximadamente. Mientras que la grafica de color amarillo tiene un acelerado crecimiento del promedio en las primera 350 tiradas aproximadamente para luego estabilizarse y oscilar levemente sobre un valor medio aproximado a 11000.



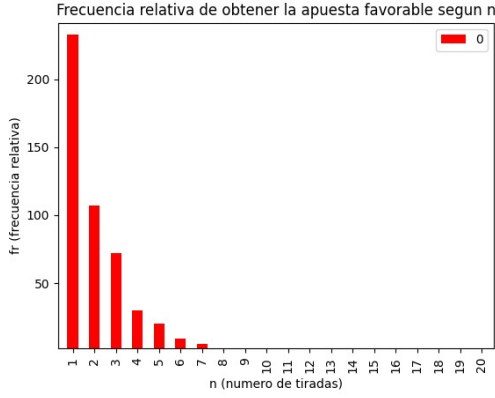


Figure 11: Frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable - Capital finito

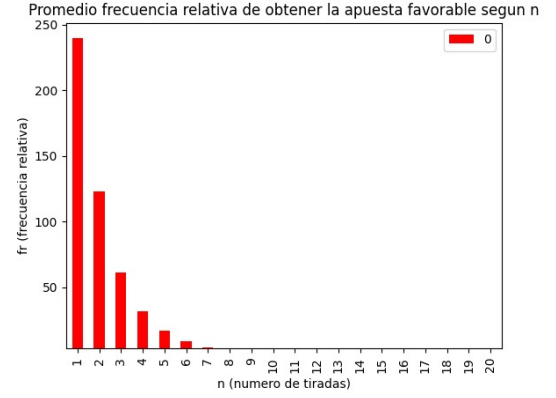


Figure 12: Promedio frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable- Capital finito

En la figura 11 se puede observar como al correr de las tiradas la posibilidad de obtener una apuesta favorable se va disminuyendo. Viendo el gráfico se nota como en las primeras tiradas esta disminución antes nombrada es muy pronunciada tomando un comportamiento de una función exponencial negativa. Este comportamiento antes descrito aplica para la figura 12 (Promedio de las Frecuencias relativas) esto es debido a que al ser el promedio de las frecuencias relativas tiene una relación directa con la frecuencia relativa en las  $n$  tiradas.

### 3.1.3 Tercera parte: Estrategia D'Alembert

En esta tercera parte parte repetiremos el procedimiento para la estrategia D'Alembert.

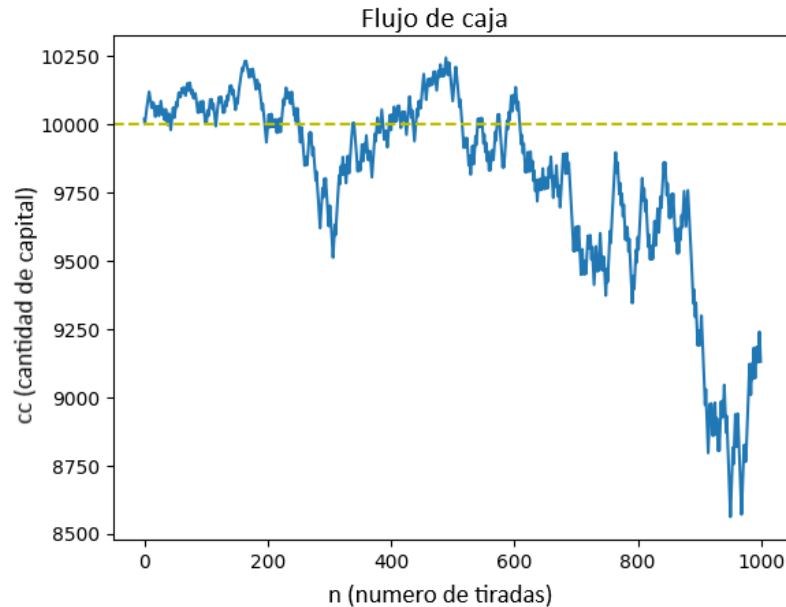


Figure 13: Flujo de caja- Capital finito

Como podemos observar en la Figura 11, a partir de esta estrategia y un capital finito, el flujo de nuestro capital se mantiene dentro de un rango de 750 en el que se producen tanto ganancias como pérdidas hasta la tirada 700, a partir de aquí se producen una serie de pérdidas, las cuales no logran volver al capital inicial dentro de las 1000 tiradas, por lo

que al utilizar esta estrategia con un capital finito, es arriesgado un vez que se reduce en gran medida nuestro capital, volver a remontar a la apuesta inicial o superarla.

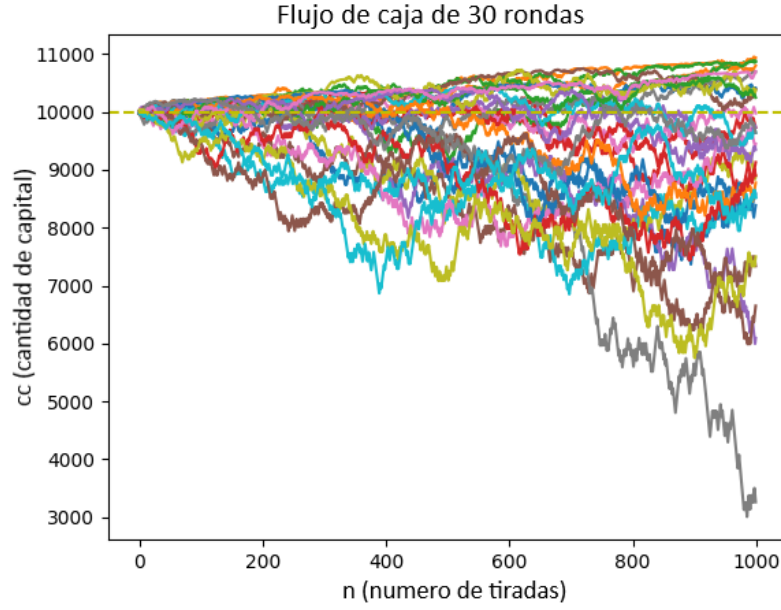


Figure 14: Flujo de caja- Capital finito

En la Figura 12 repetimos la prueba durante 30 rondas y nos da a entender que lo visto en la figura 11 sucede reiteradas veces, por lo que podrian realizarse tanto ganancias como perdidas.

Para poder visualizar mejor esta tendencia, en la Figura 13 realizamos un promedio de estas 30 rondas, y claramente tiende a aumentar el numero de perdidas a medida que aumentan la cantidad de tiradas. Por lo que podemos decir que esta estrategia debe realizarse en cantidades cortas de tiradas, ya que es donde hay mayor probabilidad de que se produzcan ganancias, pero en el caso que se realicen perdidas sucesivas deberemos abandonar el juego para evitar mayores perdidas.

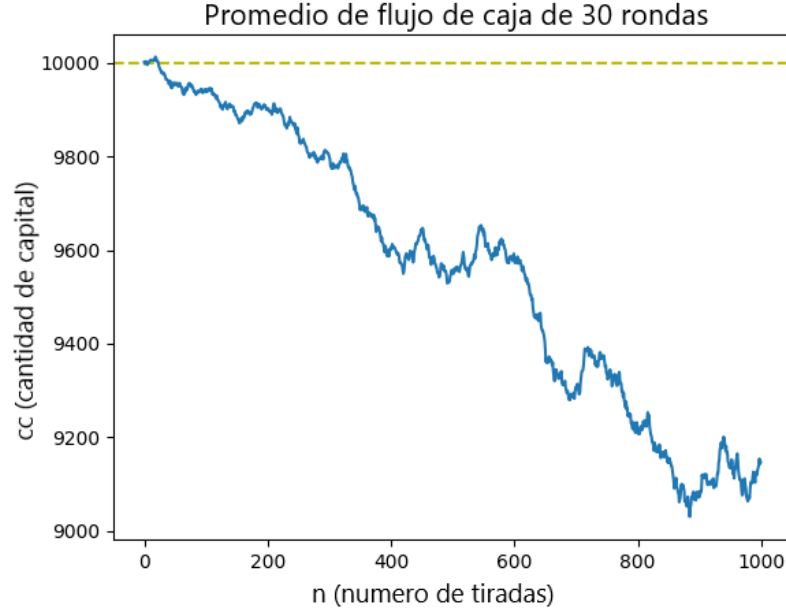


Figure 15: Flujo de caja- Capital finito

En la figura 14 podemos observar como explicamos en estrategias anteriores, la frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable segun el numero de tirada, y se vuelve a observar que a medida que aumenta el numero de tiradas, se reduce la probabilidad de obtener una apuesta favorable, esto reafirma lo visto anteriormente en el flujo de nuestro capital. Con la figura 15 realizamos 30 rondas y volvemos a obtener, en promedio, el mismo comportamiento.

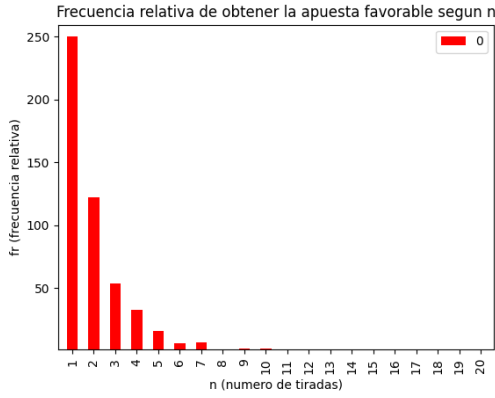


Figure 16: Frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable - Capital finito

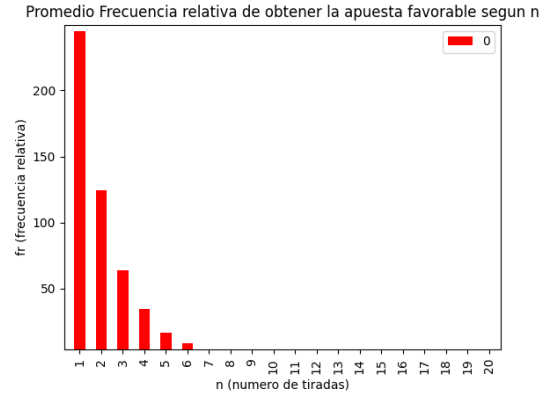


Figure 17: Promedio frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable- Capital finito

### 3.2 Segundo caso de estudio: para un capital infinito

En esta sección abordaremos un experimento el cual no tendrá la restricción de quedarse sin capital para seguir apostando. El capital inicial será 0 para que los gráficos sean más representativos. El número de tiradas será de 1000 al igual que antes, y el número de rondas será de 30. El valor de la apuesta comenzará siendo de 20.

### 3.2.1 Primera parte: Estrategia Martingala

Ahora graficaremos distintas métricas de la estrategia Martingala sin limitacion de capital y analizaremos las pérdidas y ganancias en cada caso.

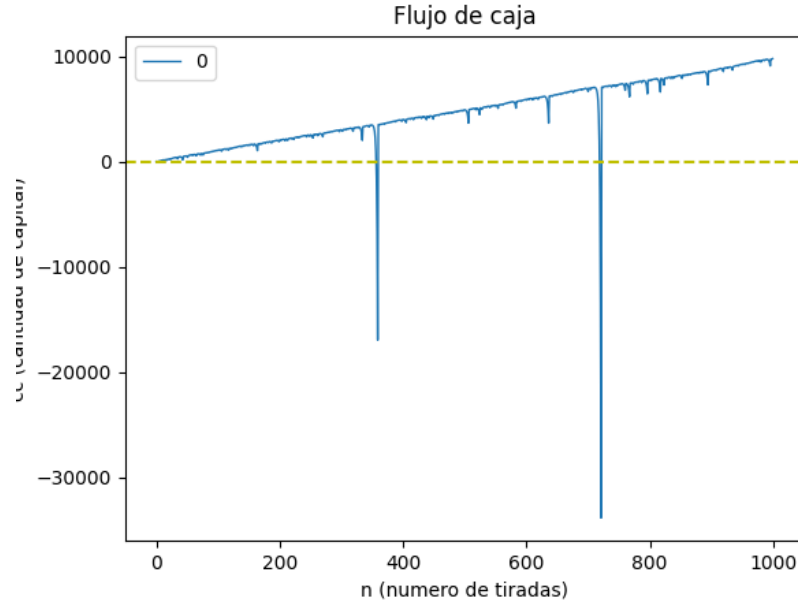


Figure 18: Flujo de caja- Capital infinito

En la figura 16, a diferencia de como se observó cuando se realizó esta prueba con un capital finito, aquí entendemos que con un capital infinito, no importa la cantidad de malas rachas que tengamos, no solo nos recuperaremos de la pérdida, sino que poco a poco iremos aumentando nuestra cantidad de capital.

A partir de realizar esta misma prueba durante reiteradas rondas, en nuestro caso de estudio, estas son 30, observamos que se mantiene el mismo comportamiento. Esto se puede visualizar en la figura 17 y la 18 donde se observa el promedio de las 30 rondas.

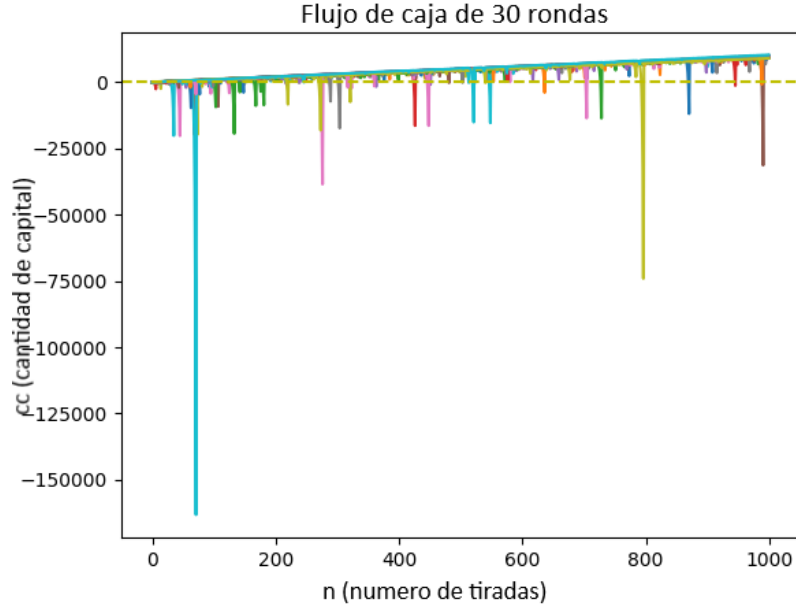


Figure 19: Flujo de caja - 30 rondas - Capital infinito

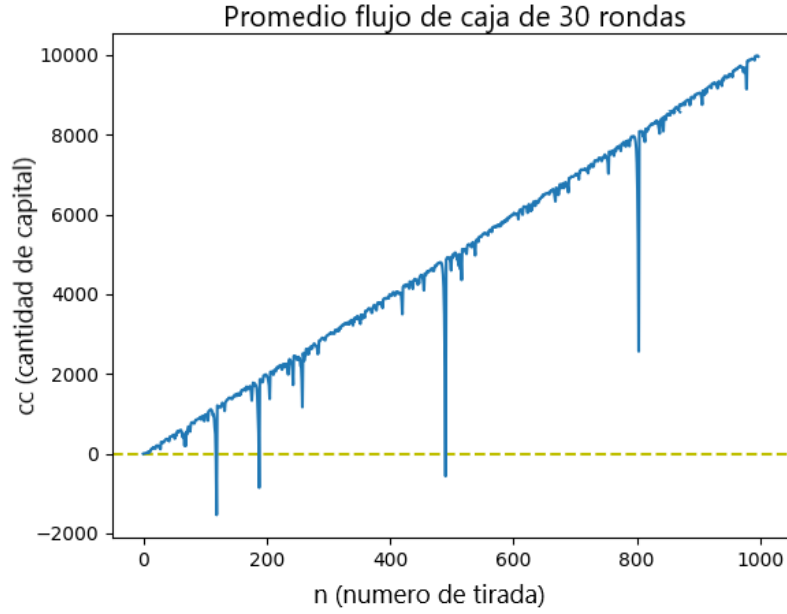


Figure 20: Promedio Flujo de caja - 30 rondas - Capital infinito

Cuando realizamos las pruebas de frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable segun  $n$ , pero ahora sin restriccion de capital (Figura 19), observamos que el comportamiento es similar a las pruebas anteriores, a medida que aumenta el numero de tiradas, la probabilidad de obtener la apuesta favorable disminuye, pero en este caso al tener capital infinito, aunque tengamos una larga racha de apuestas no favorables, solo basta de una apuesta favorable para poder recuperar todo el capital perdido. En la Figura 20 podemos reafirmar el comportamiento a partir de el promedio de frecuencias relativas de obtener la apuesta favorable segun  $n$ .

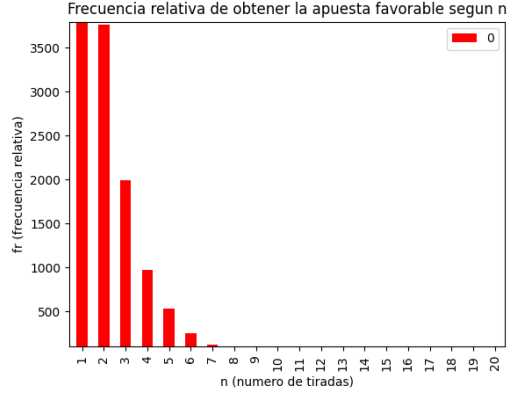


Figure 21: Frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable - Capital finito

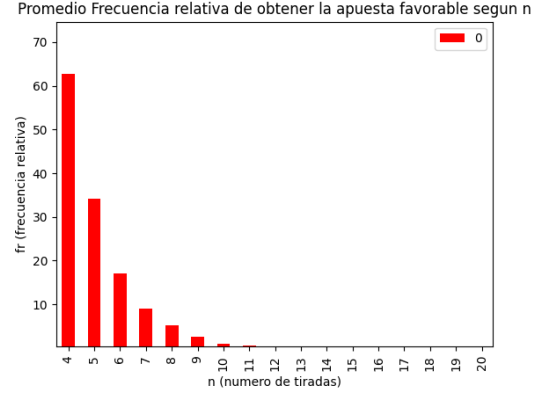


Figure 22: Promedio frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable- Capital finito

### 3.2.2 Segunda parte: Estrategia Fibonacci

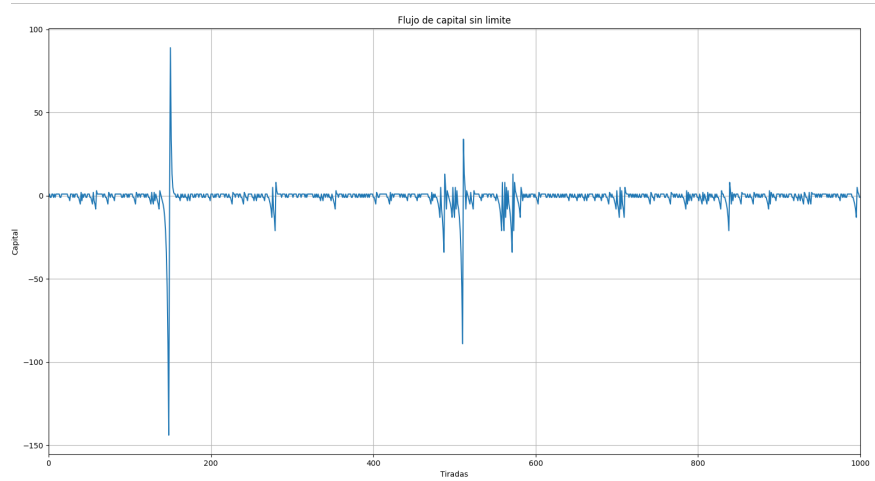


Figure 23: Flujo de capital- Capital infinito

En la figura 23 se puede observar como hasta la tirada 180 aproximadamente, el flujo de capital oscila entre valores en más o menos 20 unidades del capital inicial, debido a que no hubo una racha prolongada de aciertos o desaciertos, pero entre la tirada 180 y la 190 se puede observar que hubo una racha prolongada de desaciertos provocando una pérdida de hasta 140 unidades pero luego recupera las pérdidas con un beneficio de hasta 90 unidades y volviendo a oscilar con poca amplitud como en las primeras tiradas. Posteriormente las siguientes rachas de aciertos o desaciertos ocurren entre las tiradas 450 y 600 para luego volver a oscilar levemente, habiendo picos aciertos o desaciertos pero no tan pronunciados como los antes mencionados.

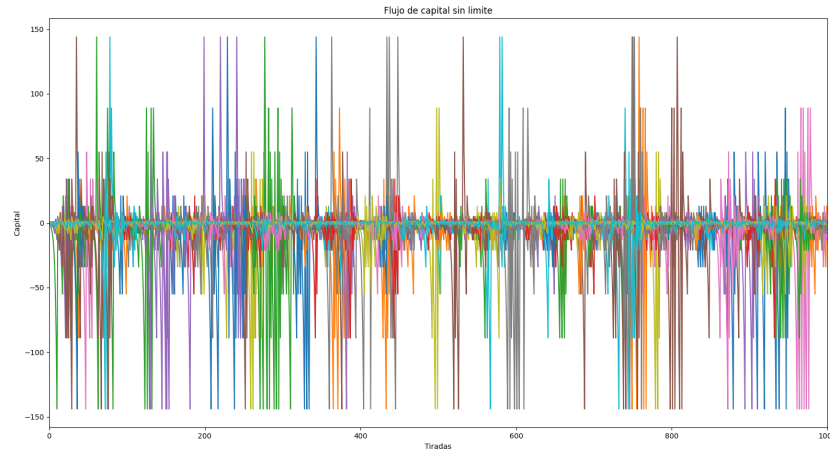


Figure 24: Flujo de capital- Capital infinito

En la figura 24 se observa claramente como es el comportamiento de la estrategia, ya que a lo largo de la tiradas hay rondas que tuvieron gran racha de aciertos como otras rondas todo lo contrario y este comportamiento se ve reflejado por los picos de beneficios (en rachas de aciertos) y el segundo caso por los picos de pérdidas. Los picos (Positivos como negativos) reflejan la clave y el peligro de utilizar la estrategia, la cual representa grandes beneficios pero si no te retiras en el momento adecuado provoca grandes pérdidas y saber el momento adecuado para retirarse es muy difícil de saber porque uno no sabe si la siguiente tirada uno va a acertar (Obteniendo mucho más beneficio que si se hubiera retirado) o no (Obteniendo unas pérdidas semejante a lo ganado)

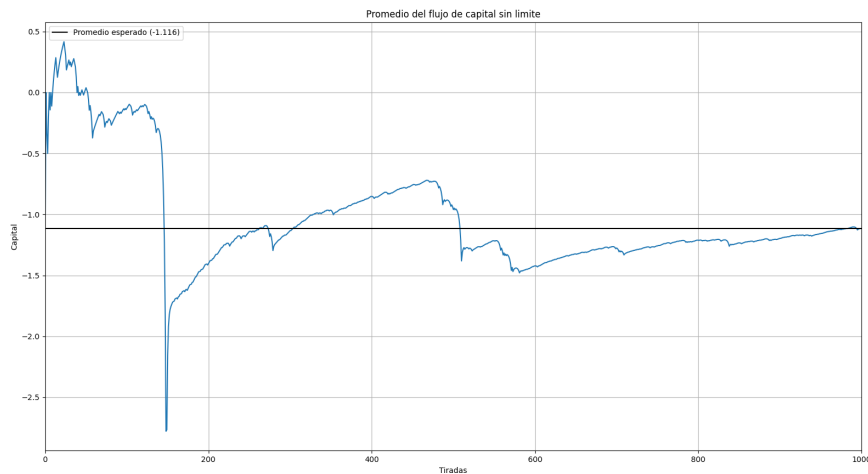


Figure 25: Promedio de capital- Capital infinito

En la figura 25 se puede observar como el promedio tiene un comportamiento errático, ya que hay una sucesión poco consecutiva de victorias provocando al principio pérdidas (entre la tirada 0 y 40) para luego recuperarse de las pérdidas (entre la 40 y 120). Siguiendo este comportamiento errático pero esta vez descendente ya que empieza a oscilar pero en valores negativos (entre el -0.1 y -0.5 aproximadamente). Otra observación a considerar es lo sucedido entre el valor 160 y 180 aproximadamente, porque se ve un pico negativo pronunciado lo cual es producido por una racha negativa considerablemente larga. Luego logra recuperarse (siempre manteniendo ese comportamiento errático pero no tan pronunciado como al principio) y alrededor de la tirada 600 empieza a tender al promedio esperado (Promedio de todas las tiradas) que es de -1.116.

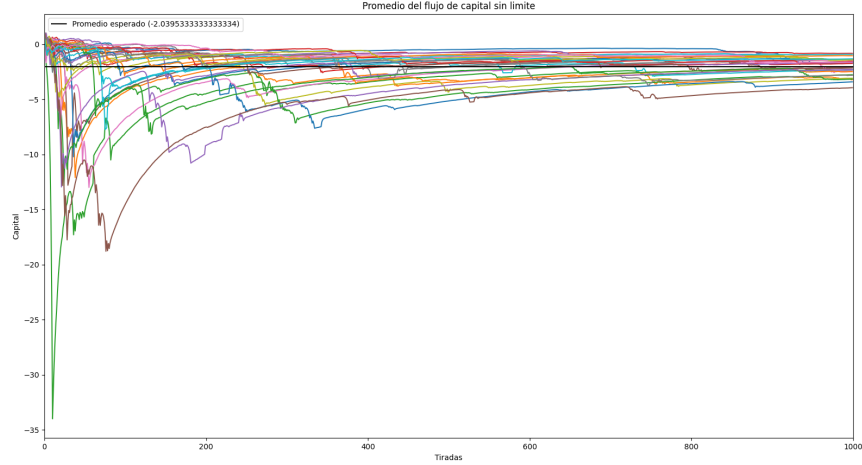


Figure 26: Promedio de capital- Capital infinito

En la figura 26 se observa cómo las diferentes gráficas de los promedios tienen un comportamiento similar (variando la sus mínimos) lo cual al principio se observan, en su mayoría, promedio positivos no tan elevado (debido a rachas positivas pero no prolongadas) pero luego todas empiezan a disminuir sus promedio, siendo la verde la de mayor pérdida de promedio, para luego comenzar una alza de los mismo con un comportamiento considerablemente errático (unos más que otros). El comportamiento que más llama la atención es cómo a partir de la tirada 400 aproximadamente los promedios empiezan a oscilar en más o menos 2 unidades con respecto al promedio esperado (Promedios de los promedios de cada ronda) que obtiene un valor de  $-2.03943$ .

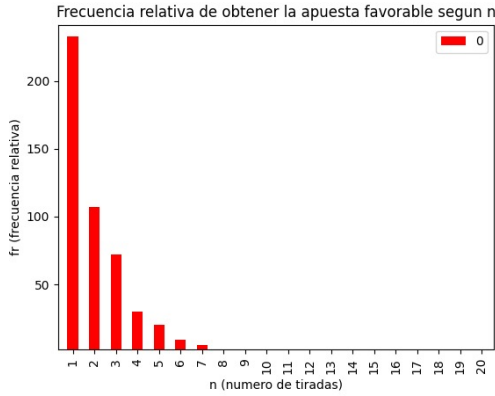


Figure 27: Frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable - Capital infinito

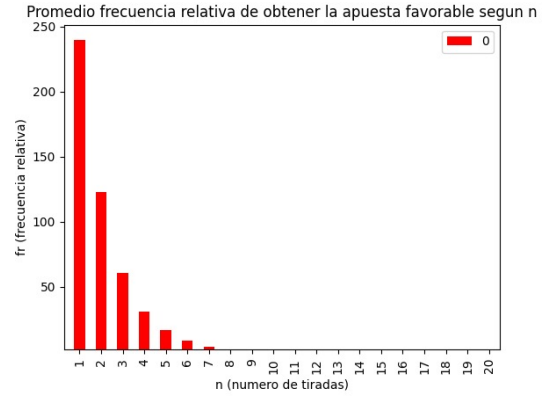


Figure 28: Promedio frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable- Capital infinito

En la figura 27 se puede observar como al correr de las tiradas la posibilidad de obtener una apuesta favorable con capital infinito se como toma un comportamiento descendiente. Observando el gráfico se puede apreciar como en las primeras tiradas esta disminución antes nombrada es muy pronunciada, tomando un comportamiento de una función exponencial negativa. Este comportamiento antes descrito aplica para la figura 28 (Promedio de las Frecuencias relativas) esto se debe a que al ser el promedio de las frecuencias relativas tiene una relación muy estrecha con los valores frecuencia relativa en las  $n$  tiradas.

### 3.2.3 Tercer parte: Estrategia D'Alembert

Por ultimo graficaremos distintas métricas de la estrategia D'Alembert sin limitacion de capital y analizaremos las pérdidas y ganancias en cada caso.



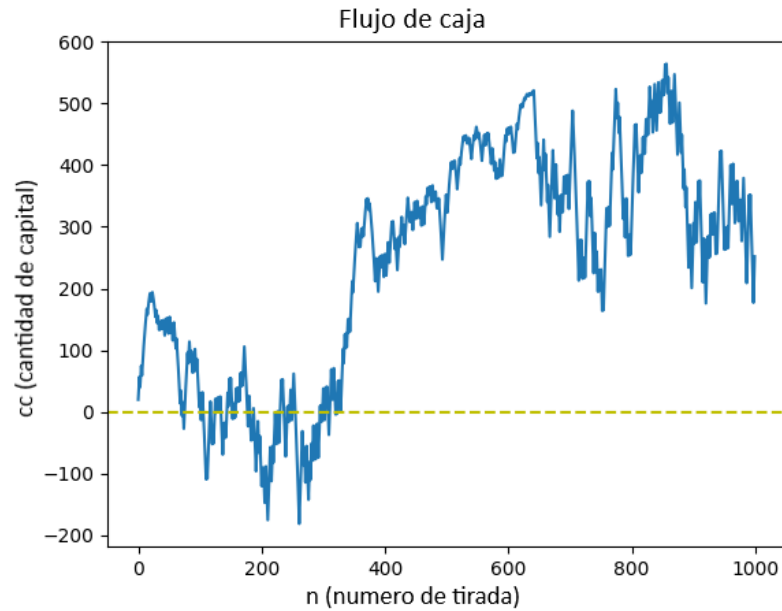


Figure 29: Flujo de capital- Capital infinito

Como podemos observar en la Figura 25, a partir de esta estrategia y un capital infinito, de igual forma que vimos para capital finito, se producen tanto ganancias como pérdidas, pero en este caso al no tener una restricción de capital, podremos seguir apostando indefinidamente hasta volver al valor inicial de nuestro capital o superarlo. Pero esta estrategia no asegura que una gran cantidad de apuestas favorables continuas.

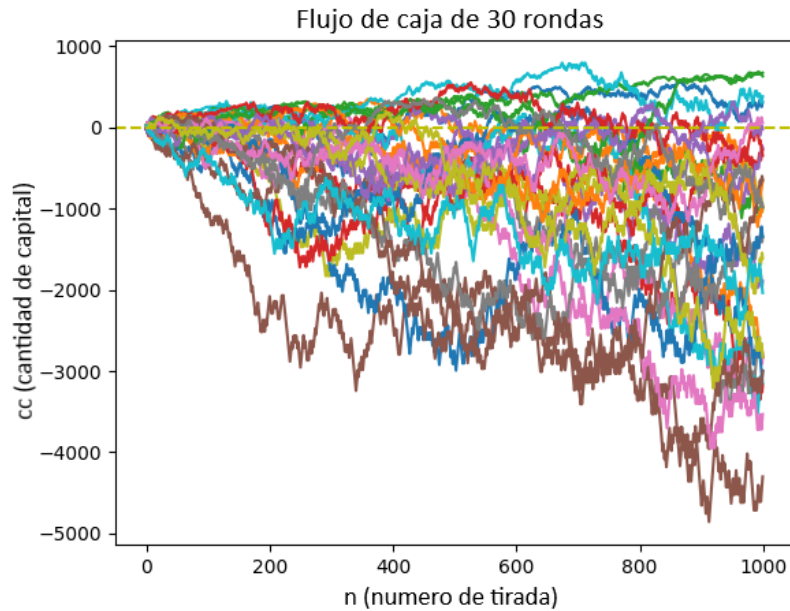


Figure 30: Flujo de caja de 30 rondas - Capital infinito

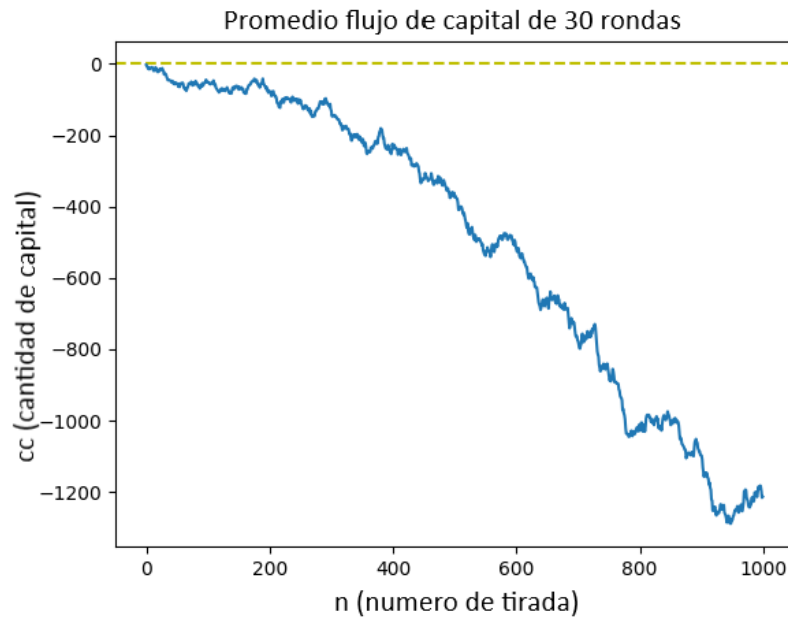


Figure 31: Promedio flujo de caja de 30 rondas - Capital infinito

A partir de la figura 26 y 27, reafirmamos lo dicho en la figura 25, ya que podemos visualizar como se producen tanto ganancias como pérdidas sin un patrón aparente. Por último en la figura 28 y 29 observamos la frecuencia relativa de obtener la apuesta favorable según  $n$ , donde observamos que al igual que las demás estrategias, a medida que aumenta el número de tiradas, la probabilidad de obtener la apuesta favorable disminuye.

## 4 Conclusiones

Luego de todos los estudios realizados logramos concluir primeramente que estas estrategias para capitales infinitos son muy buenas, ya que siempre logran recuperar el capital perdido. Pero pensar en un capital infinito sería un ideal, entonces si vamos a los casos de estudios realistas con capitales finitos podemos notar que en 1000 tiradas pocos son los jugadores que lograron terminar las 1000 tiradas con capital a favor, esto se debe a que estos estaban limitados por su capital que no les permitía seguir aumentando la apuesta. Lo que podríamos considerar positivo de estas apuestas es que si bien la gran mayoría pierde, en promedio no se pierde todo el capital, siempre y cuando uno termine en el momento que no puede seguir apostando siguiendo la estrategia utilizada.

## 5 Referencias

- La documentación sobre como funciona la estrategia de Fibonacci: <https://www.betsson.es/blog/casino-online/ruletas/tutoriales-ruleta/como-funciona-la-estrategia-fibonacci/>
- La documentación sobre como funciona la estrategia de Martingala: <https://www.martingala.info/>
- La documentación sobre como funciona la estrategia de d'Alembert: <https://blog.bodog.com/es/sistema-de-ruleta-dalembert/>
- GitHub: <https://github.com/AlexisTomas2000/TP-Simulacion/tree/main/TP1.2>