

CAPÍTULO 5

ANÁLISIS 1. AJUSTE DE FLUJOS DE EFECTIVO A UNA DISTRIBUCIÓN CONOCIDA

A continuación se realizarán las pruebas de bondad de ajuste para determinar si los flujos de efectivo siguen una distribución normal por lo que se utilizará el paquete Minitab 14, además se utilizará Excel para simular los escenarios necesarios y calcular el VPN para cada uno de los escenarios.

1.1 Función de Distribución

La función de distribución sirve para saber cómo es el comportamiento de los datos, en este caso de los flujos de efectivo. Para saber este comportamiento se utilizará el programa MINITAB 14 ya que en este paquete estadístico se pueden hacer pruebas de bondad de ajuste y de esta manera saber si siguen una distribución conocida.

Es importante mencionar que los flujos de efectivo tienen características diferentes, es decir, hay flujos en los que sólo se contempla la colegiatura y otros en los que se contempla tanto la colegiatura como la inscripción¹ y además existen otras inversiones.

En estadística, para realizar un buen análisis de cualquier tipo de datos es necesario trabajar con datos que posean características similares. Debido a que no todos los flujos de efectivo analizados poseen las mismas características, lo primero que se llevará a cabo es quitar las inversiones para luego separarlos de manera que se trabajen con flujos donde se tengan solo colegiaturas y por otra parte con flujos de colegiaturas

¹ El pago de la inscripción se realiza en los meses de agosto y para facilitar dicho pago también se puede realizar en cuatro pagos mensuales.

donde también hay pago de inscripciones. En el apéndice B se pueden apreciar los flujos por separado.

Cabe mencionar que las inversiones no se tratarán de ajustar a ninguna distribución debido a que éstas son fijas, ya que hay una planeación definida del instituto. Entonces, únicamente se tratarán de ajustar los flujos de colegiatura y los flujos de colegiatura-inscripción

Ya que los datos contienen tanto flujos negativos como positivos, en primera instancia se intentará ajustarlos a una distribución normal. Para la realización de la prueba de bondad de ajuste, a petición del dueño de la institución, se fijará un α del 5%. La hipótesis estaría dada por:

H_0 : Los datos se distribuyen normal.

H_a : Los datos no se distribuyen normal.

Es importante mencionar que Minitab 14 maneja tres tipos de pruebas de bondad de ajuste para una distribución normal, la prueba Anderson-Darling, la prueba Ryan-Joiner y la de Kolmogorov Smirnov. La prueba Ryan-Joiner se tomará en cuenta debido a que Minitab 14 la aplica, aunque en realidad no se halló fuente bibliográfica para saber realmente como se maneja dicha prueba.

Ahora bien, procederemos a realizar cada una de estas pruebas para tratar de ajustar los diferentes flujos de efectivo a una distribución normal.

En primer término, trataremos los flujos de efectivo de las colegiaturas. Al aplicarle la prueba Anderson-Darling tenemos:

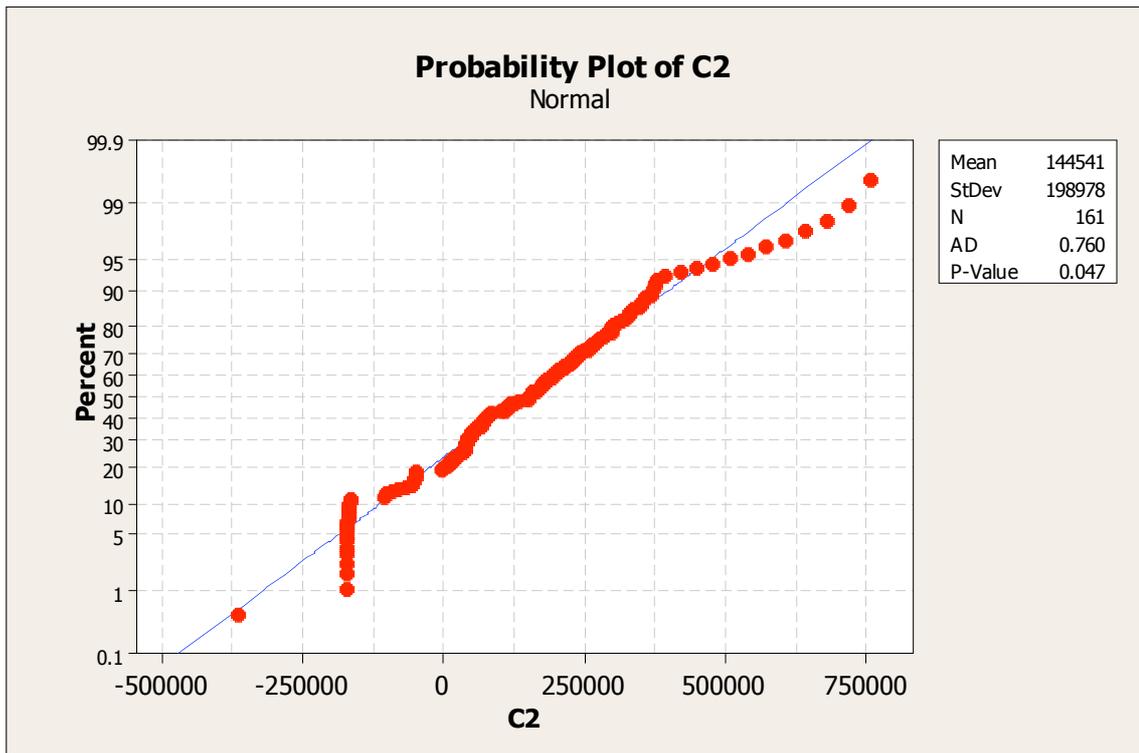


Figura 5.1 Prueba Anderson-Darling (flujos colegiatura)

Fuente: Elaboración en Minitab 14

La figura 5.1, que fue obtenida con el paquete de Minitab 14, nos señala lo ajustados que se encuentran los datos a la distribución normal (línea azul), donde los puntos rojos representan los valores de los flujos de efectivo de colegiatura, es por ello que gracias a esta gráfica nos podemos dar cuenta de la diferencia que existe entre estos flujos y la distribución antes mencionada. Sin embargo, un modo más fiable de comprobar que los datos se ajustan a una distribución normal consiste en analizar el p-value.

Podemos apreciar que el p-value o valor p es de 0.047 y de acuerdo con la regla de rechazo que se encuentra dada en la ecuación 3.2, se rechaza H_0 y concluyéndose que los datos no se distribuyen normal.

Ahora bien, realizando la prueba de Ryan-Joiner obtenemos lo siguiente:

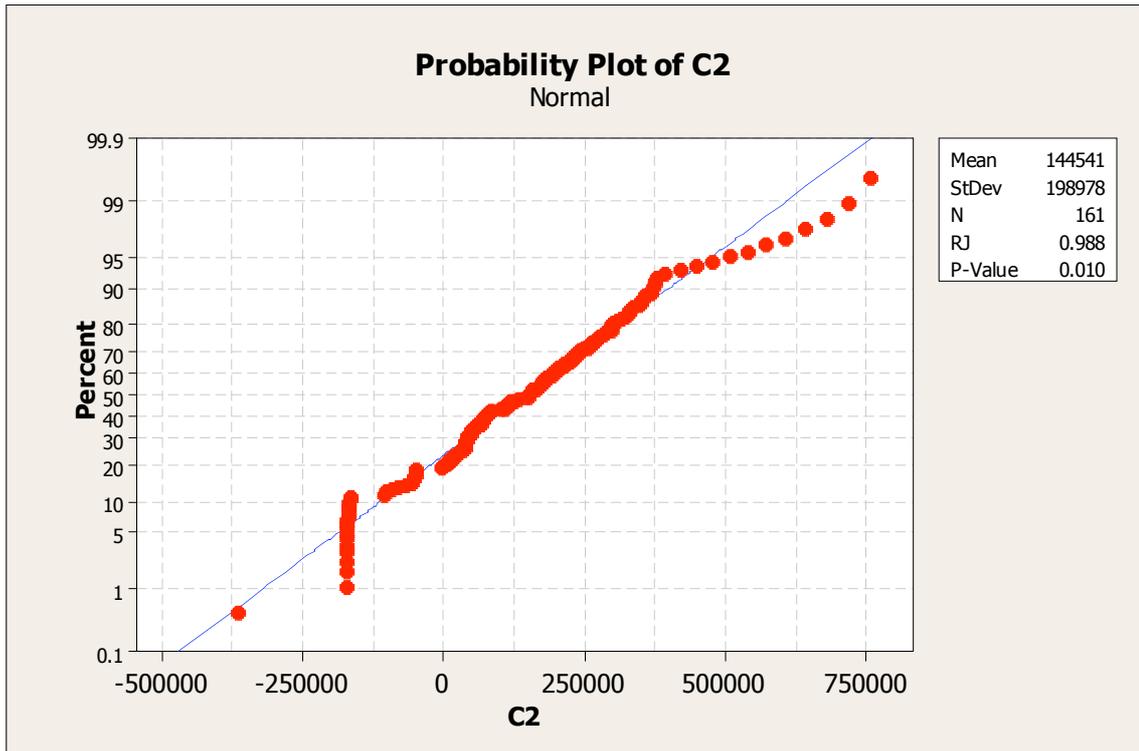


Figura 5.2 Prueba Ryan-Joiner (flujos colegiatura)

Fuente: Elaboración en Minitab 14

En este caso nos podemos dar cuenta en la figura 5.2 que el P-Value es de 0.010 y como es menor que α entonces rechazamos H_0 por lo que podemos concluir que los datos no se distribuyen normal.

Por último procederemos a realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov de la cual obtenemos que:

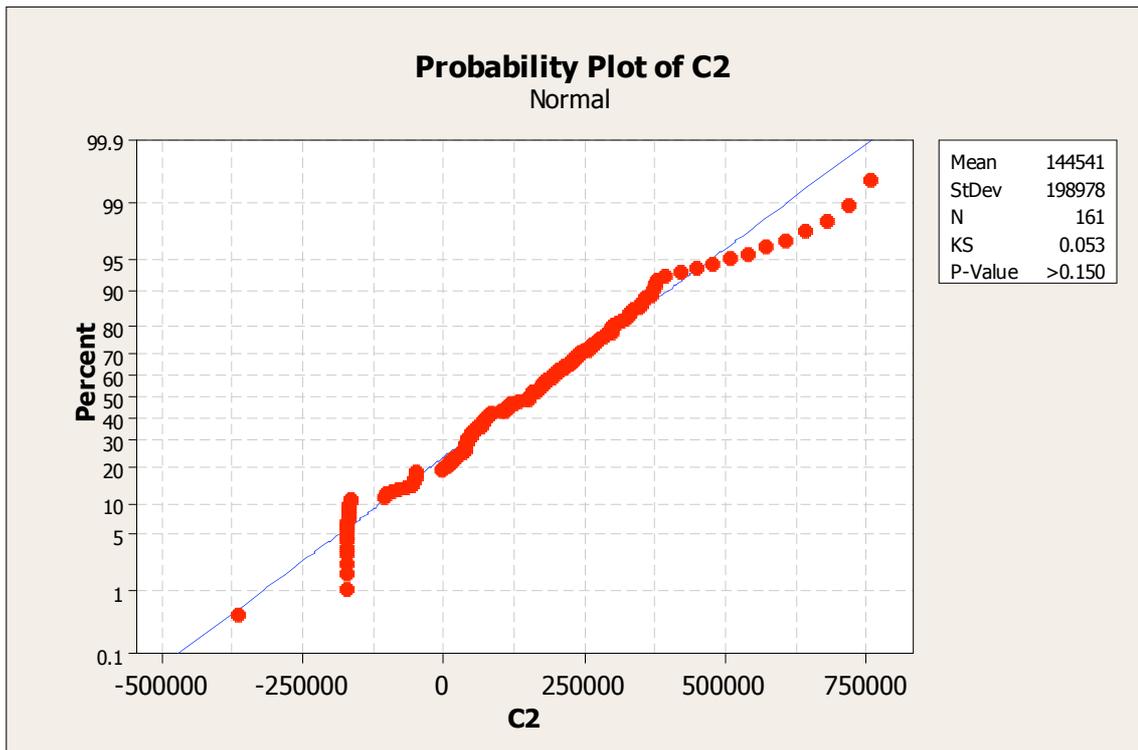


Figura 5.3 Prueba Kolmogorov-Smirnov (flujos colegiatura)

Fuente: Elaboración en Minitab 14

Observando los resultados que arroja la prueba Kolmogorov-Smirnov en la figura 5.3 apreciamos que el P-Value es mayor a 0.15 y con este resultado no rechazamos H_0 por lo que se concluye que no tenemos evidencia suficiente para rechazar que los datos se distribuyen normal, para esta prueba.

Debido a que en dos de tres pruebas se rechazó que los datos se distribuyen normal se puede concluir que los flujos de efectivo de colegiaturas no se pueden ajustar a una distribución normal. De esta forma, procederemos a tratar de transformarlos a flujos que provengan de una normal.

Existe una transformación llamada “Transformación de Johnson” la cual se utiliza para tratar de transformar ciertos datos que no se pueden ajustar a una distribución normal a datos que si se pueden ajustar, pero cabe mencionar que este mecanismo no siempre funciona. Dicha transformación se encuentra en el paquete de Minitab 14.

Cabe aclarar que al transformar los datos, “La Transformación de Johnson” arroja una ecuación que se utilizó para llevar a cabo dicha transformación.

Aplicando la esta transformación obtenemos la ecuación, ubicada en la figura 5.4, de la cual provienen los datos arrojados

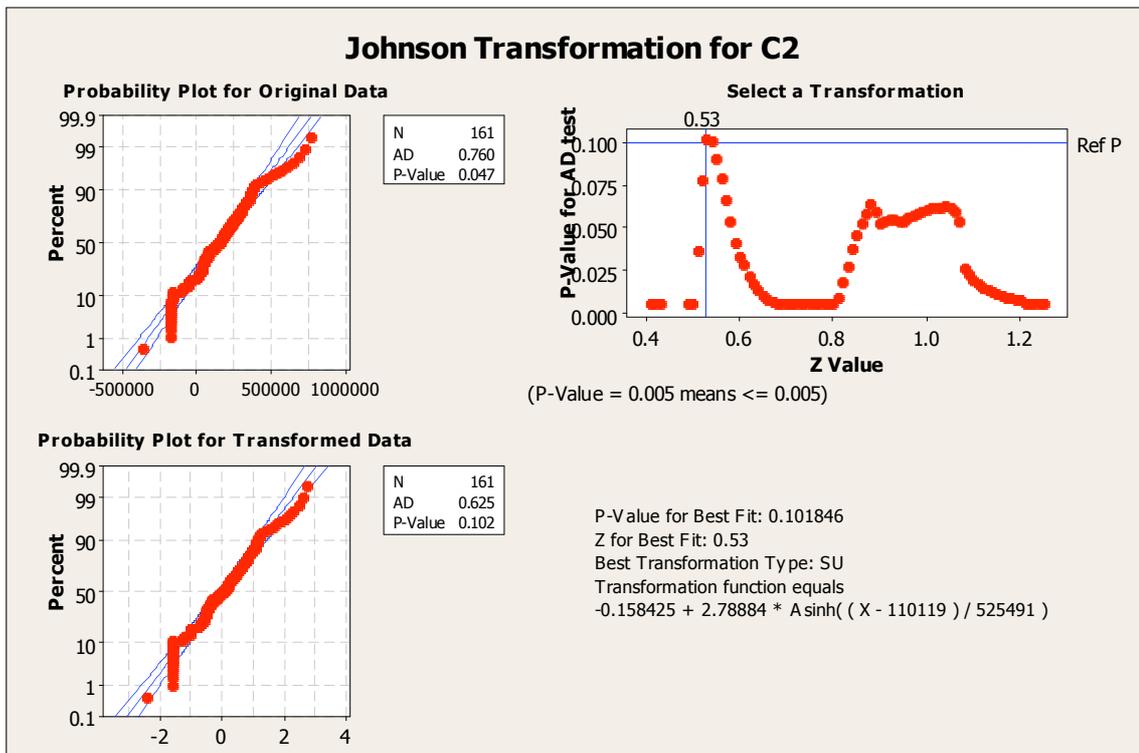


Figura 5.4 Transformación de Johnson

Fuente: Minitab 14

Los datos transformados aparecen en la tabla C.1 que se encuentra en el apéndice C. Para comprobar que dichos datos se pueden ajustar a una distribución normal, procederemos a realizar las pruebas de bondad de ajuste.

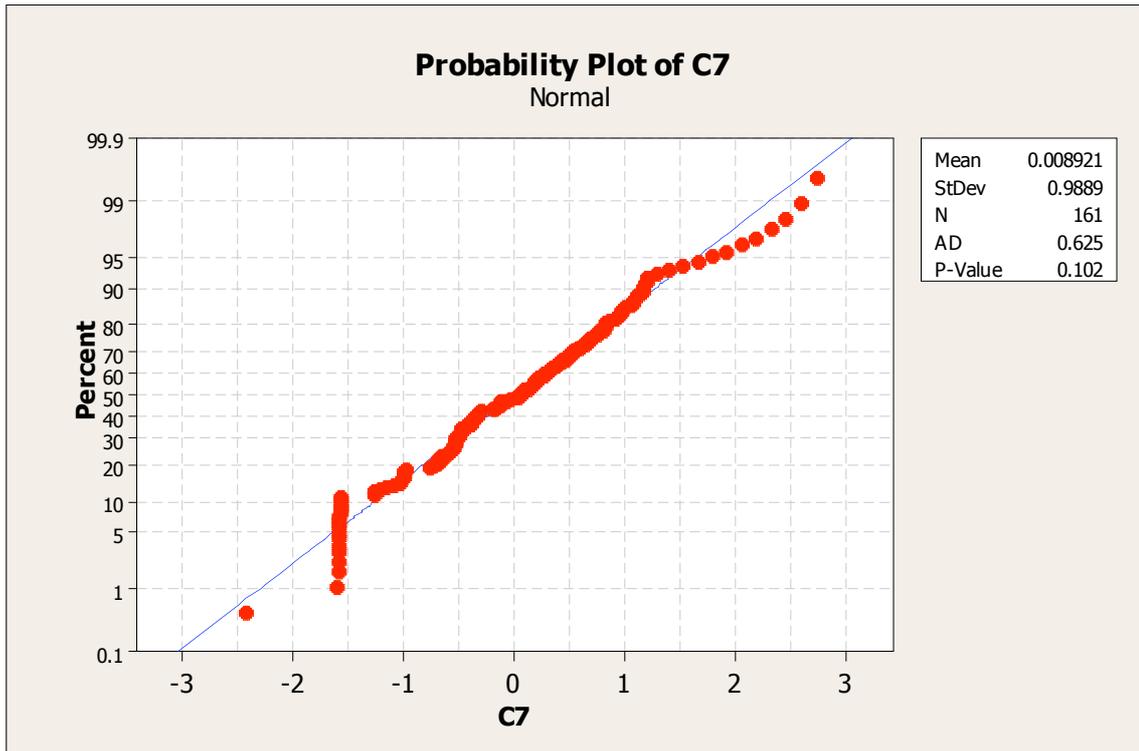


Figura 5.5 Prueba Anderson-Darling (datos transformados)

Fuente: Minitab 14

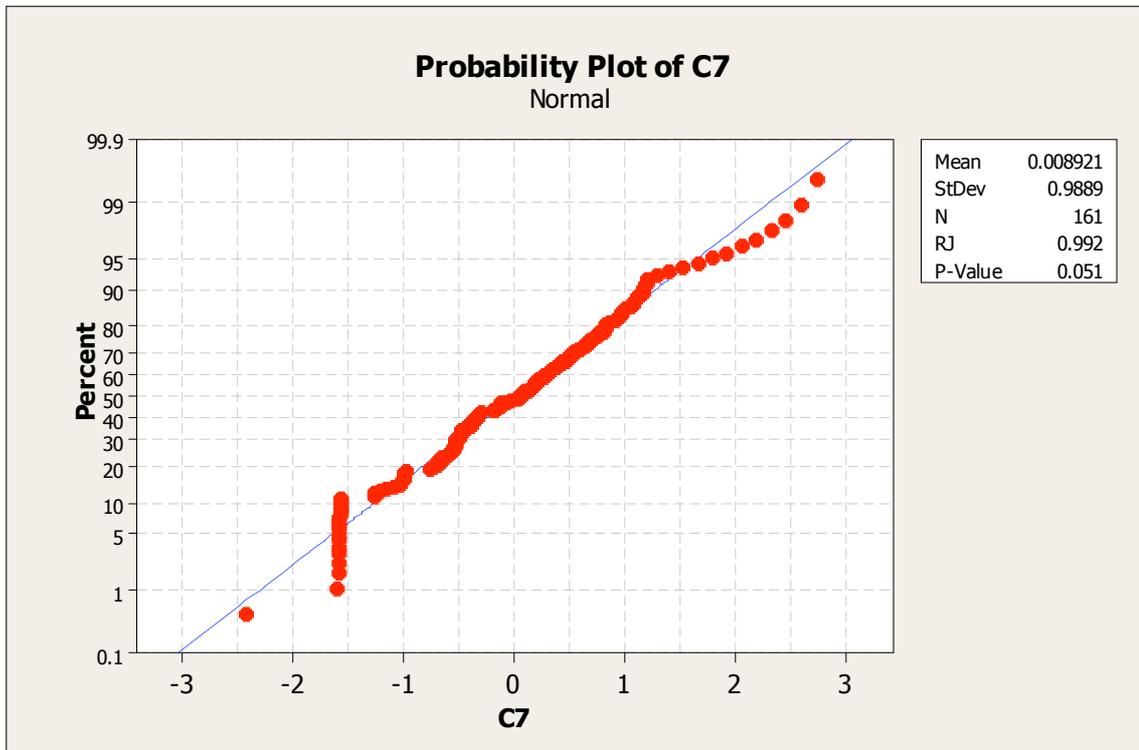


Figura 5.6 Prueba Ryan-Joiner (datos transformados)

Fuente: Minitab 14

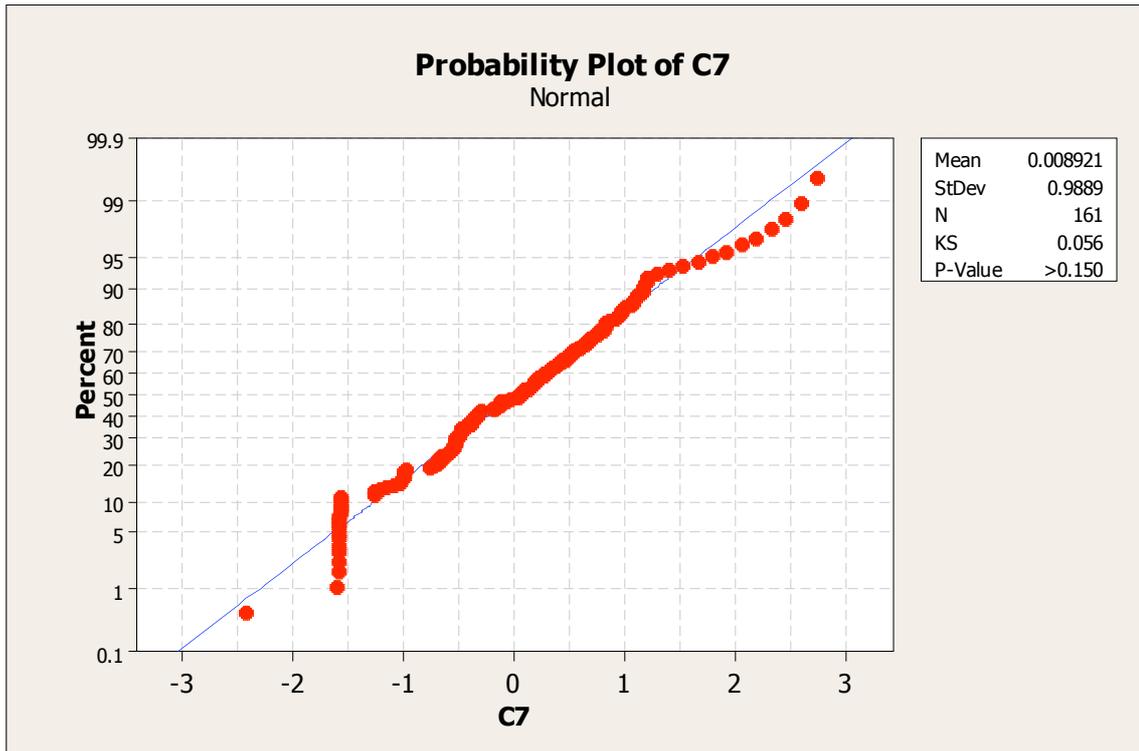


Figura 5.7 Prueba Kolmogorov-Smirnov (datos transformados)

Fuente: Minitab 14

Como podemos darnos cuenta en las figuras 5.5, 5.6 y 5.7 el P-Value es mayor que α , por lo que podemos decir que no contamos con evidencia suficiente para rechazar la normalidad.

En segundo término, trataremos los datos que contienen tanto colegiaturas como inscripciones. Al realizar la prueba Anderson-Darling resulta la figura 5.8:

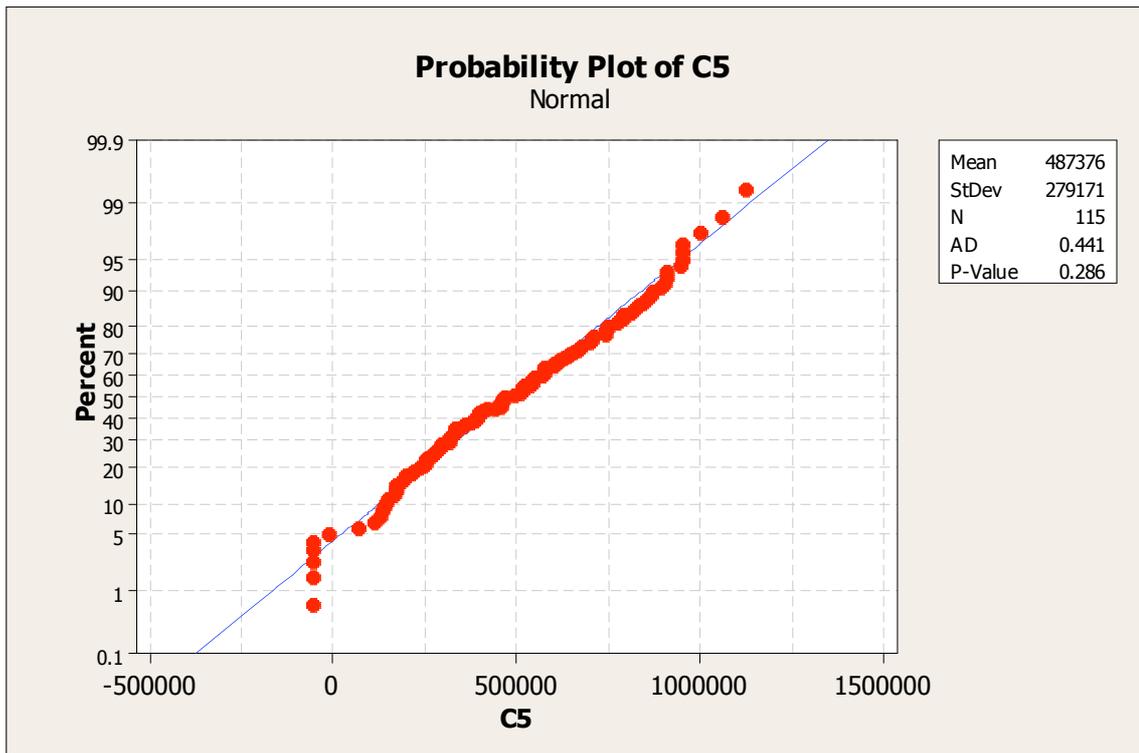


Figura 5.8 Prueba Anderson-Darling (flujos colegiatura-inscripción)

Fuente: Elaboración en Minitab 14

En este caso podemos fijarnos en la figura 5.8 que el P-Value es de 0.286 y con esto no podemos rechazar H_0 , por lo que podemos decir que no se cuenta con evidencia suficiente para rechazar la normalidad.

Realizando la prueba Ryan- Joiner tenemos:

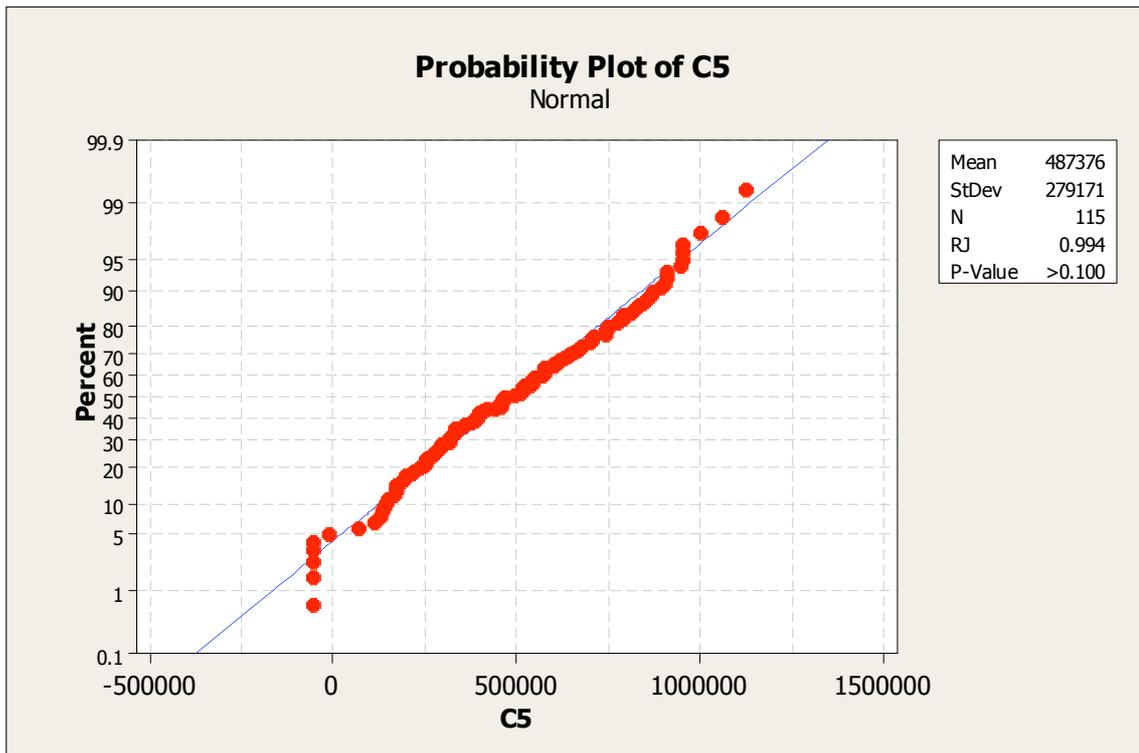


Figura 5.9 Prueba Ryan-Joiner (flujos colegiatura-inscripción)

Fuente: Elaboración en Minitab 14

Con los resultados que arroja esta prueba podemos darnos cuenta de que, como se muestra en la figura 5.9, el P-Value es mayor a 0.10 por lo que tampoco se cuenta con evidencia suficiente para rechazar que los datos se distribuyen normal.

Por último, pasaremos a realizar la prueba Kolmogorov-Smirnov y obtenemos lo siguiente:

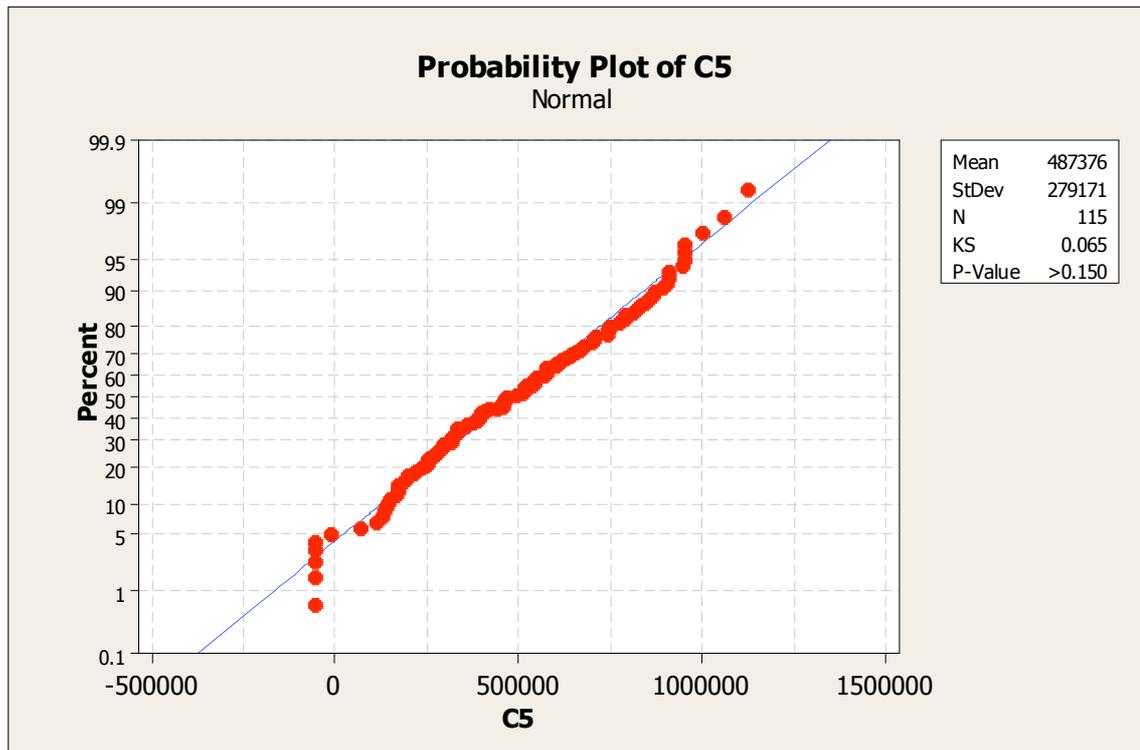


Figura 5.10 Prueba Kolmogorov-Smirnov (flujos colegiatura-inscripción)

Fuente: Elaboración en Minitab 14

Como podemos observar, en la figura 5.10, en esta prueba el P-Value es mayor a 0.15 con lo cual se puede decir que no se cuenta con evidencia suficiente para rechazar la normalidad.

Con lo anterior podemos concluir que no se cuenta con evidencia suficiente para rechazar que los flujos de colegiatura-inscripción provienen de una distribución normal.

1.2 Escenarios con Variables Aleatorias

Como ya sabemos que los datos se pueden ajustar a una distribución normal, entonces nuestro objetivo, ahora, será crear 1000 escenarios con variables aleatorias que provengan de dicha distribución. Cabe mencionar que la simulación empezará a partir de enero del año 2005 debido a que a partir de esa fecha los datos fueron proyectados.

Para lograr nuestro objetivo necesitaremos realizar los siguientes pasos:

1. Encontrar la media y la desviación estándar tanto de los datos de colegiaturas como de los datos de colegiatura-inscripción.
2. Mediante el uso de Excel crear los escenarios para cada tipo de datos
3. Convertir los datos simulados, con la media y desviación estándar de los flujos transformados, a flujos de efectivo.
4. Reordenar los datos y calcular el VPN de cada uno de los escenarios.

5.2.1 Media y Desviación Estándar

Este punto es importante ya que para simular los escenarios es necesario saber los parámetros y distribución de las variables aleatorias. Se deben tomar variables que provengan de una misma distribución de la que provienen los datos originales, y como en nuestro caso provienen de una distribución normal, estas variables simuladas también deberán de tener la misma media y desviación estándar.

5.2.2 Uso de Excel

La creación de los escenarios se realizará utilizando Excel debido a que este paquete cuenta con una función que calcula variables aleatorias provenientes de distintas distribuciones. Dicha función lleva el nombre de “Generación de Números Aleatorios”. En la figura 5.11 se muestran los datos que se requieren para llevar a cabo la simulación donde; “número de variables”, se refiere al número de escenarios que se desean calcular; “cantidad de números aleatorios”, se refiere a la cantidad de datos que tendrá cada escenario; “distribución”; en esta parte se indica la distribución de la cual se quieren generar dichos datos; “parámetros”; en esta parte se piden los datos que se requieren para cada una de las distribuciones, es decir, en nuestro caso como es una distribución normal entonces los parámetros requeridos son la media y la desviación

estándar. Llenando estos campos podemos llevar a cabo nuestra simulación en la que se generarán datos aleatorios provenientes de una normal con una misma media y una misma desviación estándar.

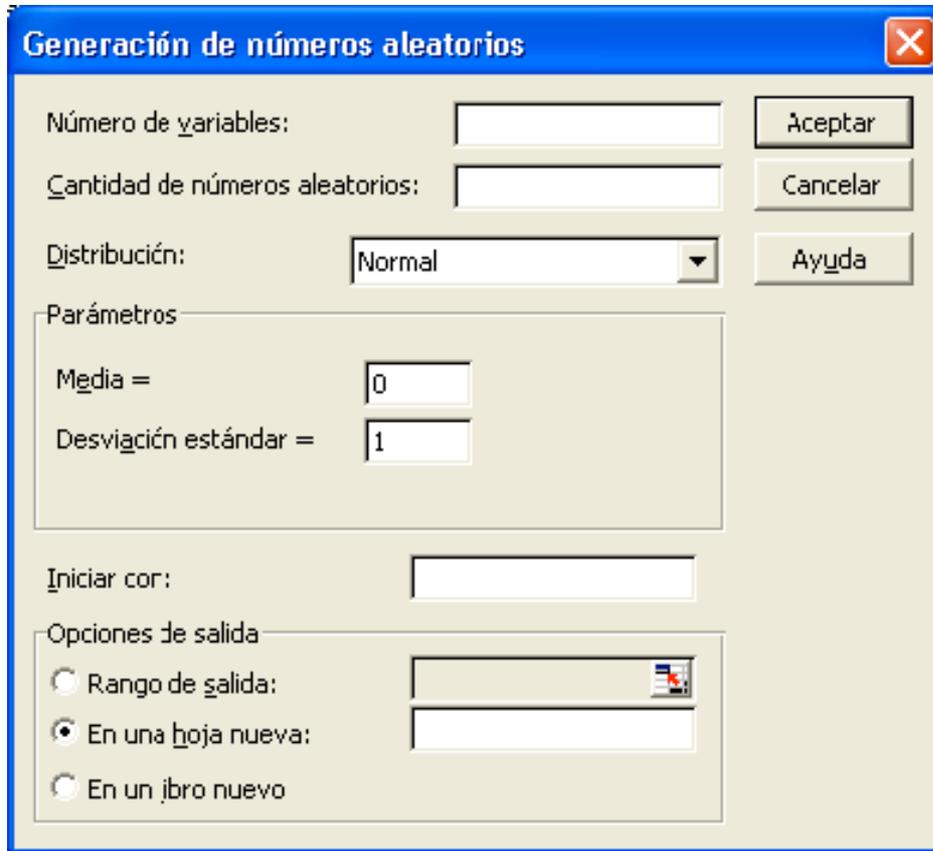


Figura 5.11 Generación de Números Aleatorios

Fuente: Microsoft Office Excel 2003

5.2.3 Conversión de Datos

Debido a que los datos que se obtuvieron mediante “Transformación de Johnson” no son flujos de efectivo sino datos que provienen de una ecuación realizada por dicha transformación, entonces haremos un despeje en dicha ecuación para así obtener nuestros flujos de efectivo.

Recordemos la ecuación original:

$$Z_n = \square 0.158425 + 2.78884 * A \sinh((X_n \square 110119) / 525491) \quad (5.1)$$

Donde

Z_n es el dato “n” normalizado

Asinh es el seno hiperbólico inverso y

X_n es el flujo de efectivo “n”

Despejando X_n tenemos:

$$X_n = \sinh((Z_n + 0.158425) / 2.78884) * 525491 + 110119 \quad (5.2)$$

Donde Sinh es el seno hiperbólico

Aplicando la ecuación 5.2 a cada uno de los datos aleatorios transformados de la simulación, obtendremos nuestros flujos de efectivo de colegiatura.

5.2.4 Reordenación de Datos Aleatorios

Se llevará a cabo una reordenación de los datos simulados debido a que, como se mencionó anteriormente, fue necesario separar los datos de tal manera que trabajáramos con datos de colegiaturas y datos de colegiaturas-inscripciones y esto provocó que, como se observa en la figura 5.12, elaborada en Excel, los meses cambiaran de orden.

	Flujos colegiatura			Flujos coleg-inscr	
01-Sep-03	-	51,938.46	01-Ago-03	-	52,438.46
01-Oct-03	-	51,438.46	01-Mar-04	-	54,938.46
01-Nov-03	-	50,438.46	01-Abr-04	-	55,438.46
01-Dic-03	-	49,938.46	01-May-04	-	56,438.46
01-Ene-04	-	48,838.46	01-Jun-04	-	56,938.46
01-Feb-04	-	54,438.46	01-Ago-04		407,035.23
01-Jul-04	-	58,038.46	01-Mar-05		148,011.31
01-Sep-04		25,011.31	01-Abr-05		135,052.22
01-Oct-04	-	105,051.19	01-May-05		249,314.65
01-Nov-04		102,359.71	01-Jun-05		141,052.22
01-Dic-04		117,779.66	01-Ago-05	-	10,872.06
01-Ene-05		9,593.23	01-Mar-06		166,326.11
01-Feb-05		16,476.32	01-Abr-06		173,285.20
01-Jul-05	-	365,000.00	01-May-06		279,115.67
01-Sep-05		44,800.63	01-Jun-06		168,717.20
01-Oct-05		37,085.20	01-Ago-06		67,930.32
01-Nov-05		32,885.20	01-Mar-07		196,405.32
01-Dic-05		126,438.35	01-Abr-07		185,311.32
01-Ene-06		265.76	01-May-07		315,439.46
01-Feb-06		28,685.20	01-Jun-07		190,858.32
01-Jul-06	-	67,600.00	01-Ago-07		112,829.93
01-Sep-06	-	5,642.50	01-Mar-08		257,821.45
01-Oct-06		39,180.32	01-Abr-08		218,651.44
01-Nov-06		36,730.32	01-May-08		395,116.24
01-Dic-06		133,062.91	01-Jun-08		250,409.45
01-Ene-07		8,481.77	01-Ago-08		127,360.41
01-Feb-07		34,280.32	01-Mar-09		234,704.49

Figura 5.12 Flujos de Efectivo

Fuente: Elaboración propia

También es importante el saber cómo se encuentran distribuidos los flujos originales en el tiempo por lo que graficaremos los flujos originales para ver dicho comportamiento.

En la figura 5.13, elaborada en Excel, se muestra cómo están distribuidos los flujos de efectivo originales. Por una parte, los puntos que se encuentran en la parte superior (puntos verdes) son los flujos de colegiatura-inscripción y, como se puede apreciar, éstos tienen un comportamiento creciente, por lo que los flujos de colegiatura-inscripción simulados serán acomodados de menor a mayor, donde primer dato de cada escenario pertenecerá al mes de agosto; el segundo, al mes de marzo; el tercero, al mes de abril; el cuarto, al mes de mayo; el quinto, al mes de junio; y así sucesivamente.

Por otra parte, todos los puntos que se encuentran por debajo de los puntos verdes son los flujos de colegiatura.

Cabe mencionar que dichos flujos están compuestos por 150 datos, estos se ordenaran en forma creciente y se dividirán en 3 grupos. Donde el primer grupo, estará compuesto por los datos negativos (puntos rojos), correspondientes a los meses de julio. El segundo grupo, estará compuesto por los datos más altos (puntos negros), correspondientes a los meses de diciembre. Por último, el tercer grupo estará compuesto por los datos restantes (puntos azules), correspondientes a los meses de enero, febrero, septiembre, octubre y noviembre.

En primer término, los primeros 22 datos de los 150 corresponderán al primer grupo, ya que estos tienen un comportamiento negativo. Estos se ordenarán en forma decreciente ya que la pérdida es cada vez mayor. Ya una vez ordenados, el primer dato pertenecerá a julio de 2005; el segundo dato, a julio de 2006; el tercer dato, a julio de 2007 y así sucesivamente hasta llegar al dato 22.

En segundo término, los últimos 21 datos de los 150 pertenecerán al segundo grupo, ya que los meses de diciembre son los flujos más altos y tienen un comportamiento creciente. Donde el primer dato de estos 21 pertenecerá a diciembre de 2005; el segundo dato, a diciembre de 2006 y así sucesivamente hasta llegar el último dato.

Por último, los datos restantes pertenecerán al tercer grupo; donde el primer dato pertenecerá al mes de enero de 2005; el segundo dato, pertenecerá al mes de febrero de 2005; el tercer dato, pertenecerá al mes de septiembre de 2005 y así sucesivamente.

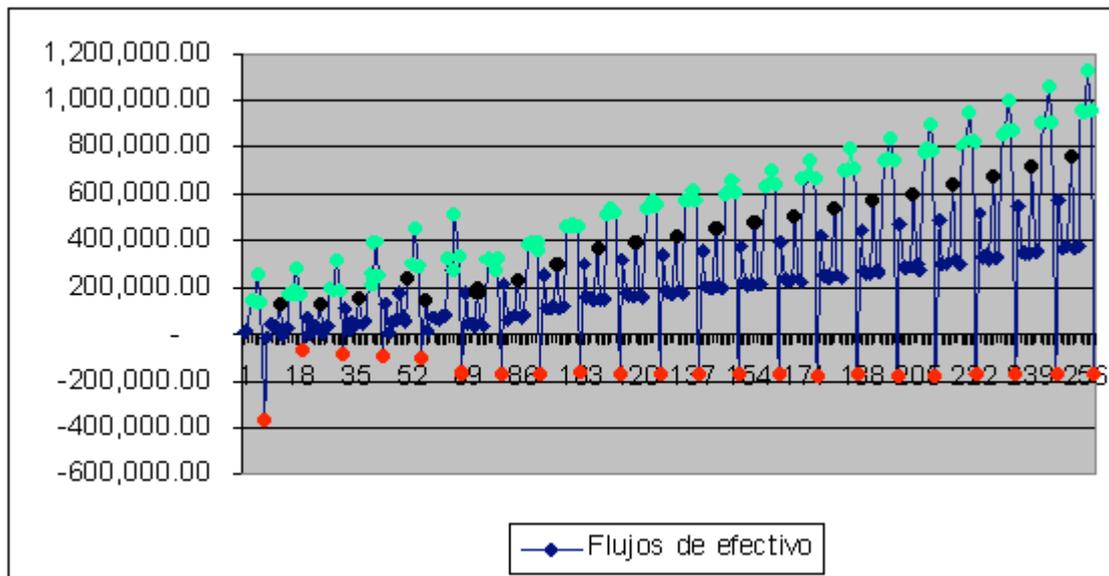


Figura 5.13 Gráfica de Flujos de Efectivo Originales

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, para calcular el VPN de cada escenario es necesario juntar de nuevo los flujos de colegiatura y los flujos de colegiatura-inscripción de manera que los datos queden ordenados. También se volverán a incorporar las inversiones que se quitaron en un principio.

1.3 Cálculo del VPN para cada Escenario Simulado

Teniendo los 1000 escenarios con variables aleatorias procederemos a calcular el VPN de cada uno de ellos, aplicando la ecuación 2.3 a cada escenario. Para lograr este cálculo fue necesario programar en Visual Basic Application. En la figura 5.14, elaborada en Minitab 14, se muestra un histograma de los 1000 valores presentes netos, donde el mínimo fue de -\$2, 753,640.06 y el máximo de \$2, 742,973.88.

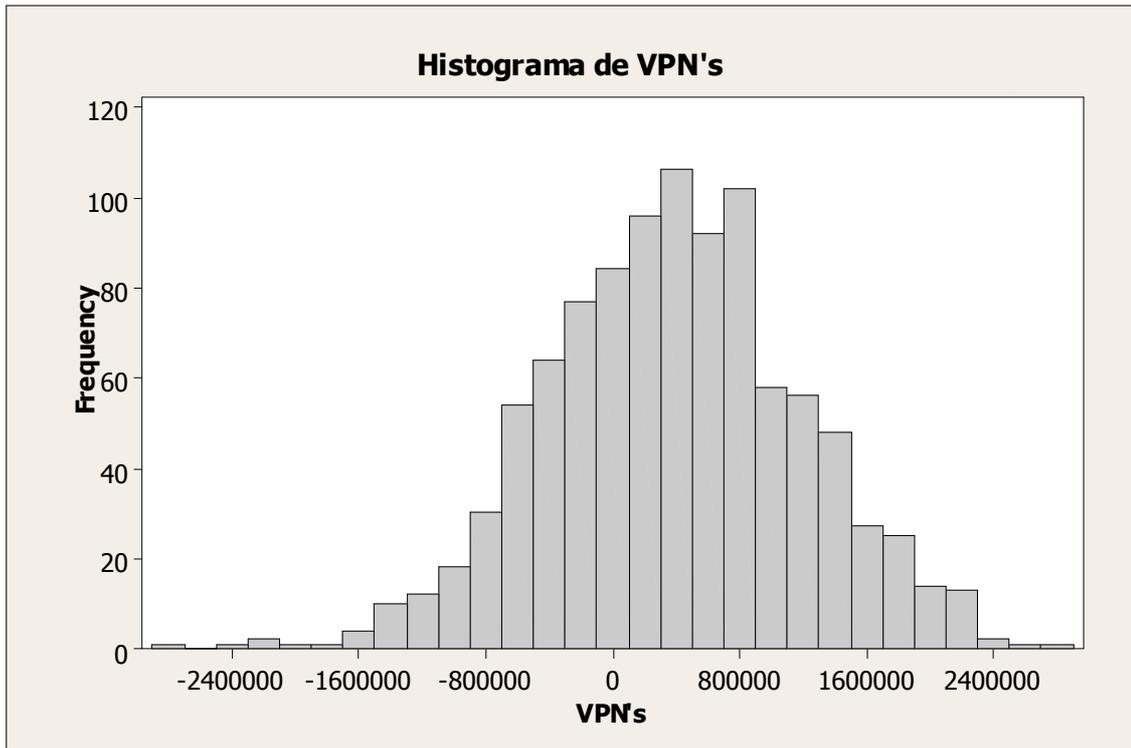


Figura 5.14 Histograma de VPN's (análisis 1)

Fuente: Elaboración en Minitab 14

5.4 Ajuste de VPN's a una Distribución Normal

Podría suponerse que los VPN's se distribuyen normal debido a que son calculados con flujos de efectivo que provienen de una distribución normal por lo que se puede suponer que el VPN es una suma de normales, pero existe el factor interés con el que se descuentan los flujos de efectivo. Es por ello, que procederemos a realizar las pruebas de bondad de ajuste para una normal, ya que de esta manera podemos comprobar y estar más seguros de que los VPN's se distribuyen normal.

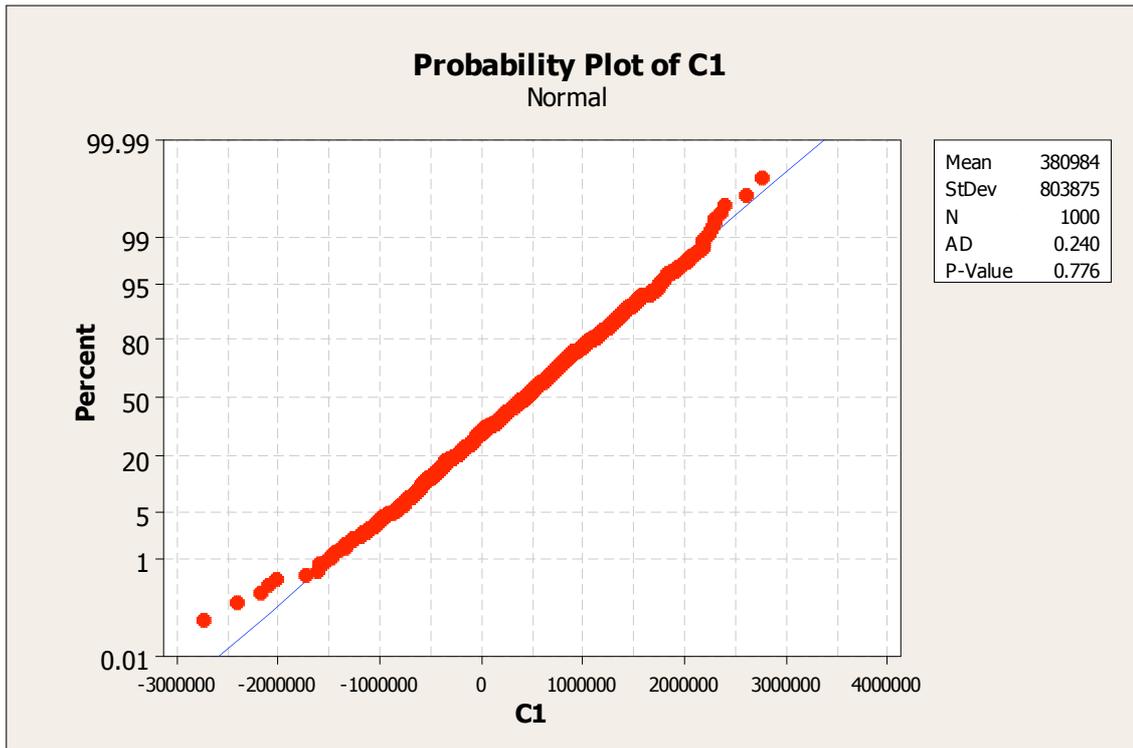


Figura 5.15 Prueba Anderson-Darling (VPN's, primer análisis)

Fuente: Minitab 14

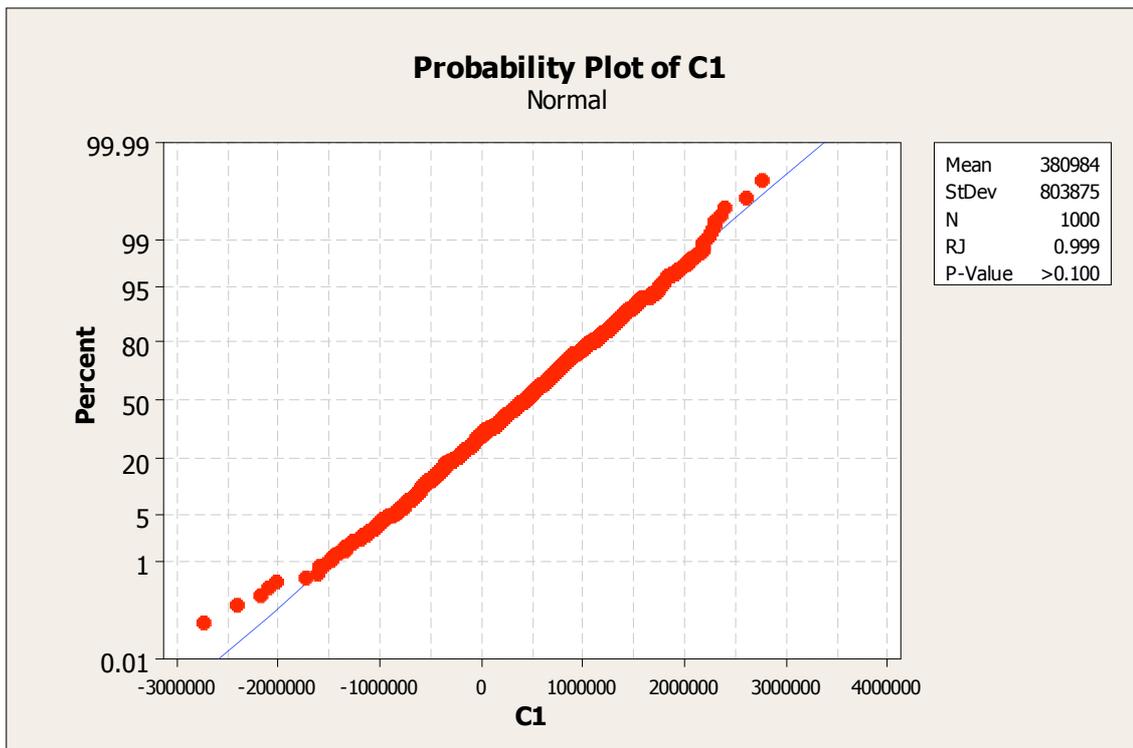


Figura 5.16 Prueba Ryan-Joiner (VPN's, primer análisis)

Fuente: Minitab 14

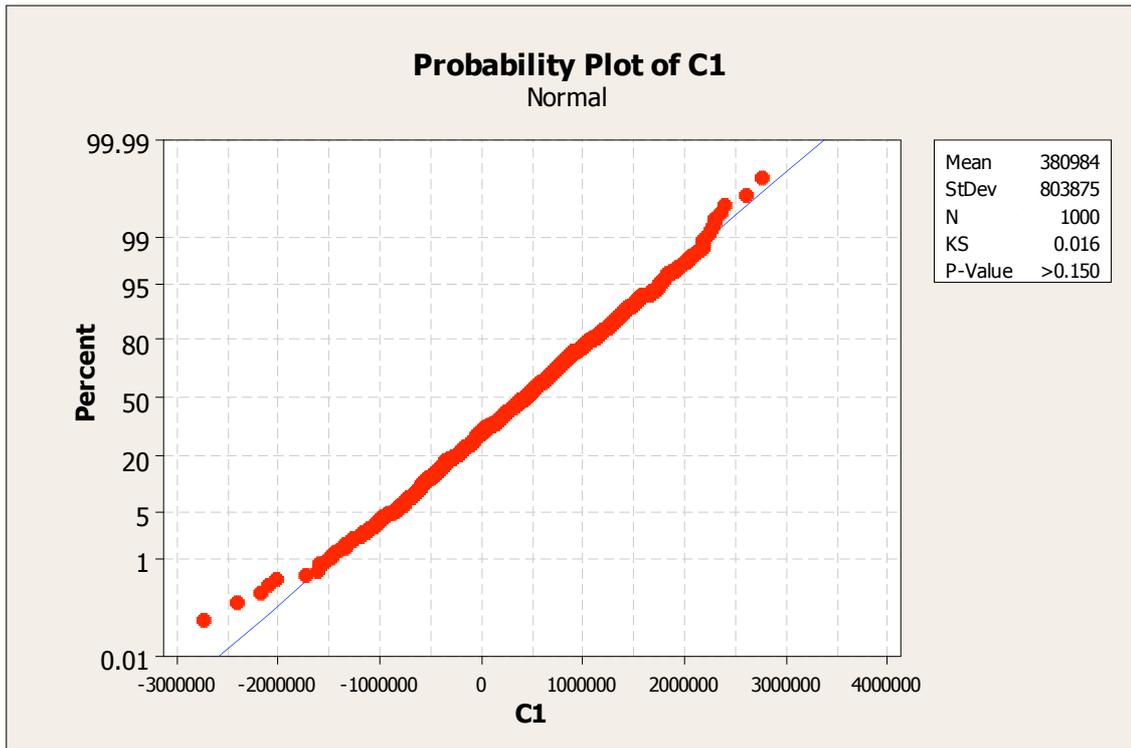


Figura 5.17 Prueba Kolmogorov-Smirnov (VPN's, primer análisis)

Fuente: Minitab 14

Como podemos observar el P-Value, en las tres pruebas, fue mayor a α , por lo que se puede concluir que no se cuenta con evidencia suficiente para rechazar que los VPN's se distribuyen normal.

5.5 Cálculo de Probabilidad.

Ahora procederemos a realizar el cálculo de la probabilidad de que el VPN sea positivo, es decir, calcular $P(VPN > 0)$ y de esta manera comprobar que el Instituto Cosmos es un proyecto rentable, según el primer análisis.

Para llevar a cabo lo anteriormente mencionado lo primero será identificar las variables media μ y desviación estándar σ de los VPN's. Dichas variables son de \$380, 984 y \$803, 875 respectivamente.

El segundo paso será estandarizar², con lo cual obtenemos:

$$P\left(\frac{VPN - 380984}{803875} > \frac{0 - 380984}{803875}\right) = P(Z > -0.47) = P(Z < 0.47)$$

Buscando dicha probabilidad en la tabla de la normal obtenemos que:

$$P(Z < 0.47) = 0.6808$$

² $P(X > a) = P\left(\frac{X - \mu}{\sigma} > \frac{a - \mu}{\sigma}\right) = P\left(Z > \frac{a - \mu}{\sigma}\right)$