

*Molypharma, Grupo Enusa  
Departamento de mejora continua*

# Aplicación Seis Sigma:

Mejora en el proceso de elección de la ruta óptima y control  
del proceso

Cristina Moreau

Sandra Hernández

**Junio 2008**

*Agradecimientos:*

*A Mariano Prieto por guiarnos a través de este proyecto y entendernos aun cuando le habláramos en griego, enseñarnos otra faceta del 6 Sigma e iluminarnos cuando no veíamos la salida a algún problema, sin ti no hubiésemos podido lograrlo...*

*A Cruz de Benito por enseñarnos una de las herramientas más importantes para nuestro futuro, probando con una bolita y una catapulta que si identificamos los factores que afectan un proceso y los controlamos podemos lograr los objetivos que queremos, y que entre más comensales tenemos en un restaurante más platos tenemos que lavar...*

# Contenido

<b>CONTENIDO</b> .....	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>5</b>
<b>DEFINIR</b> .....	<b>6</b>
DEFINICIÓN DEL PROYECTO .....	6
JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE DEL PROYECTO .....	6
<b>MEDIR</b> .....	<b>7</b>
MEDICIÓN Y EVALUACIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	7
<b>ANALIZAR</b> .....	<b>10</b>
IDENTIFICAR Y SELECCIONAR LAS CAUSAS DE VARIABILIDAD EN LOS TIEMPOS DE ENTREGA .....	10
DESARROLLAR Y COMPROBAR HIPÓTESIS PARA CONFIRMAR LAS CAUSAS .....	12
ANÁLISIS DATOS HISTÓRICOS .....	12
ANÁLISIS SEGUNDA RECOGIDA DE DATOS .....	15
<b>MEJORAR</b> .....	<b>18</b>
DETERMINAR LAS ESTRATEGIAS DE MEJORA .....	18
DEMOSTRACIÓN DE MEJORAS.....	20
ESTUDIO DE AHORRO EN COSTES .....	21
<b>CONTROLAR</b> .....	<b>23</b>
<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>24</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>25</b>

## Índice De Gráficos

GRÁFICO 1. DIAGRAMA DE RUTAS .....	7
GRÁFICO 2. TABLA POSIBLES RUTAS .....	7
GRÁFICO 3. HISTOGRAMA SITUACIÓN ACTUAL .....	8
GRÁFICO 4. CAPACIDAD ACTUAL DEL PROCESO .....	9
GRÁFICO 5. DIAGRAMA DE CAUSA-EFECTO.....	10
GRÁFICO 6. EFECTOS PRINCIPALES RUTA ACTUAL .....	12
GRÁFICO 7. TABLA ANÁLISIS ANOVA DATOS HISTÓRICOS .....	14
GRÁFICO 8. EFECTOS PRINCIPALES RUTA ABEF .....	16
GRÁFICO 9. TABLA ANÁLISIS ANOVA, 2DA RUTA.....	16
GRÁFICO 10. TABLA COEFICIENTES SEGÚN TIPO DE VÍA .....	19
GRÁFICO 11. COMPARACIÓN ERROR PREVIO ACDF VS ERROR SIGMA ACDF.....	20
GRÁFICO 12. COMPARACIÓN CAPACIDAD DE LA RUTA ACDF (ERROR PREVIO VS ERROR SIGMA ) .....	21
GRÁFICO 13. COSTES DE NO CALIDAD PROCESO ACTUAL.....	22
GRÁFICO 14. COSTES DE NO CALIDAD CON 6 SIGMA .....	22
GRÁFICO 15. CONTROL DE PROCESO .....	23

## Introducción

Molypharma es una empresa industrial en el sector de la medicina nuclear fundada en 1998 que produce y distribuye radiofármacos, los cuales dadas sus características pierden sus propiedades de una manera exponencial en función del tiempo, por esto un proyecto a considerar es mejorar el proceso de elección de la ruta a seguir en la distribución para ir desde un punto de origen a un punto destino prediciendo el tiempo de entrega utilizando la metodología Seis Sigma.

Esta iniciativa es apropiada para utilizar esta metodología ya que tiene un alcance manejable claramente identificado por el equipo, está vinculado a un proceso, es crónico para la empresa y con un impacto inmediato en la satisfacción del cliente.

En la actualidad el problema de la elección de la ruta se resuelve con técnicas de investigación de operaciones que da como resultado la más corta y más rápida mediante algoritmos conocidos (Problema de camino más corto). Esta técnica supone que los tiempos son fijos, lo cual no es correcto, sino que son variables aleatorias debido a múltiples factores.

La metodología Seis Sigma nos ayudara a estudiar las variables de entrada (causas que generan la variabilidad en los tiempos de entrega de los radiofármacos), de salida (tiempos) y las relaciones entre ellas, ayudándonos a controlar el proceso, prediciendo el tiempo de entrega con un mínimo de error, asegurando así la puntualidad y reduciendo los costes de no calidad.

Se afrontó el problema siguiendo la metodología Seis Sigma (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). En ese mismo orden presentamos a continuación el desarrollo y resultado del proyecto.

## Definir

### *Definición del proyecto*

Consiste en desarrollar un modelo que nos permita predecir la ruta óptima entre dos puntos para entregar al cliente el producto en el tiempo que lo requiere y en las condiciones óptimas.

Los tiempos son variables que dependen de ciertos factores no del todo conocidos, utilizando la metodología Seis Sigma analizaremos esas variables y buscaremos determinar el proceso para elegir la ruta óptima con el tiempo mínimo.

### *Justificación y alcance del proyecto*

El tiempo de entrega para Molypharma es la clave de su negocio debido a que los radiofármacos pierden sus propiedades exponencialmente con el tiempo, por lo que el aplicar la estrategia de adelantar los viajes para asegurar el tiempo no es apropiado, degenerando la calidad del propio producto.

Con este proyecto se pretende disminuir los costes de no calidad generados por las sanciones tanto por atrasos en entrega como por adelanto, entre otros más difíciles de cuantificar como la insatisfacción e impacto de esto en los clientes. Este proyecto mejorara la utilización de recursos económicos y del personal

Nuestra meta es conseguir un proceso que responda al nivel 6 Sigma generando un ahorro en tiempo y costos de no calidad.

## Medir

### Medición y evaluación de la situación actual

Dados un punto de partida A y un punto de llegada F, (Ver Gráfico 1), se tienen las posibles rutas que podemos seguir.

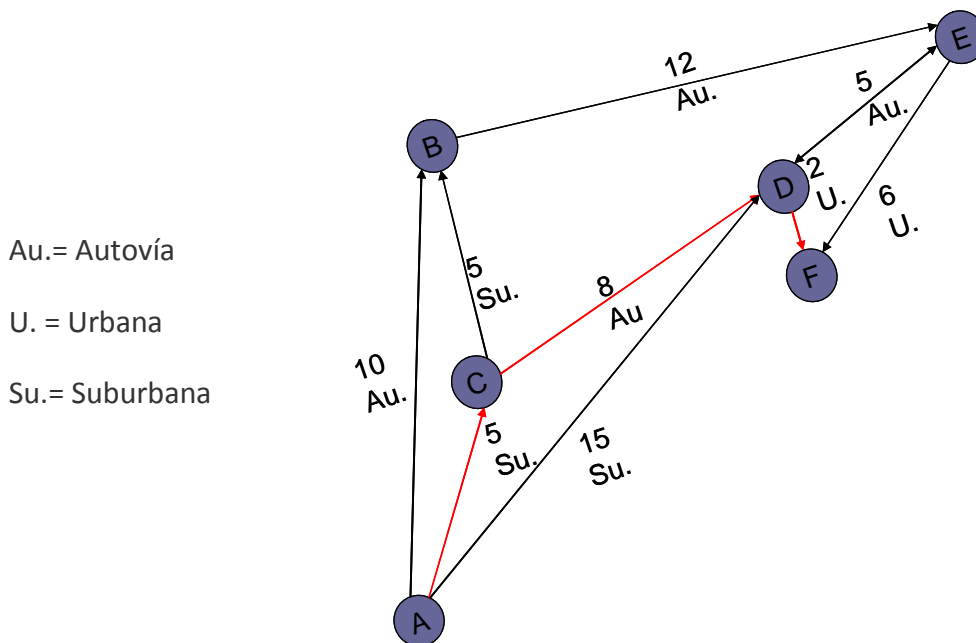


Gráfico 1. Diagrama de rutas

La ruta usada actualmente se eligió tomando en cuenta dos parámetros: Distancia y Velocidad máxima permitida. Calculando los tiempos para todas las rutas posibles observamos que la que nos da el tiempo mínimo es la ruta ACDF de 16,13 Min.

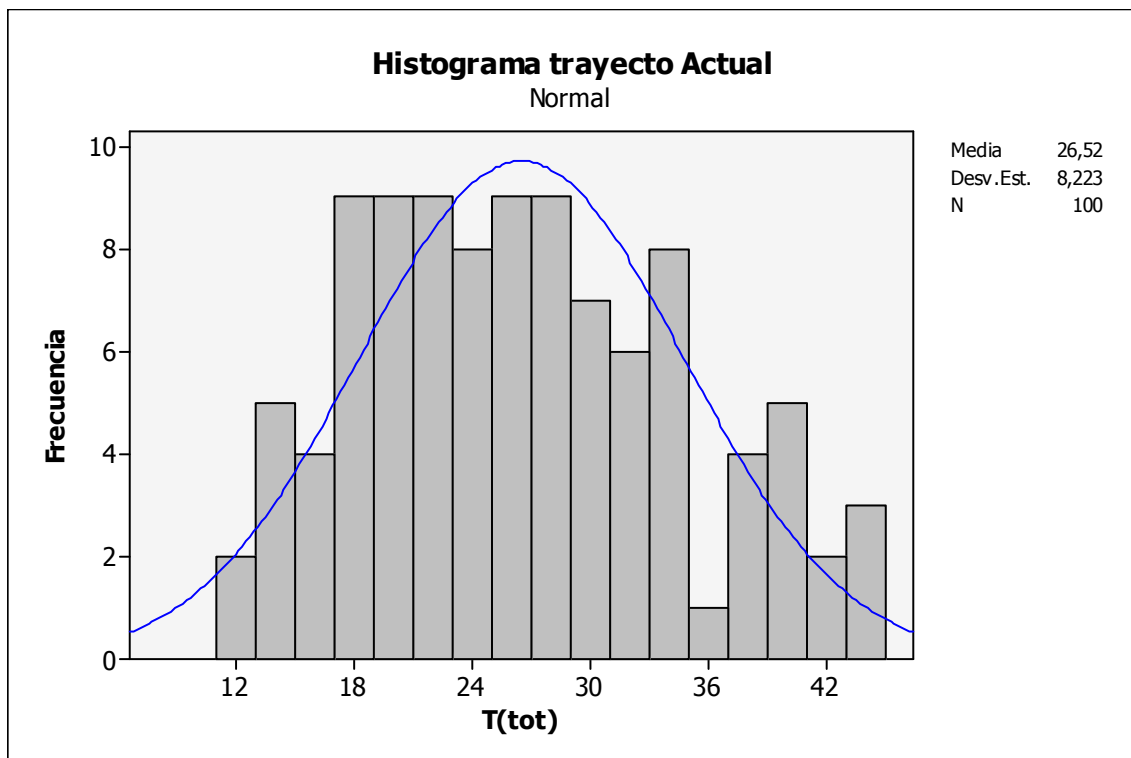
Posibles Trayectos	Tiempo Total
ABEF	18,20
ACBEF	19,87
ACDEF	21,03
<b>ACDF</b>	<b>16,13</b>
ABEDF	18,30
ADF	18,13
ADEF	23,03
ACBEDF	19,97

Gráfico 2. Tabla Rutas tiempo ideal

Históricamente se ha usado siempre esta ruta por ser la mas corta, y se utiliza el promedio de duración entre viajes para decidir a que hora debe salir el camión para llegar a tiempo, sin tomar en consideración que dado unos factores, los tiempos pueden variar y ocasionar que se llegue antes al hospital o tarde degradándose el productos y obteniendo sanciones monetarias por parte del hospital. Tampoco se toma en cuenta que con condiciones determinadas otra ruta podría ser más rápida, es por ello que solo tenemos históricos de la ruta ACDF.

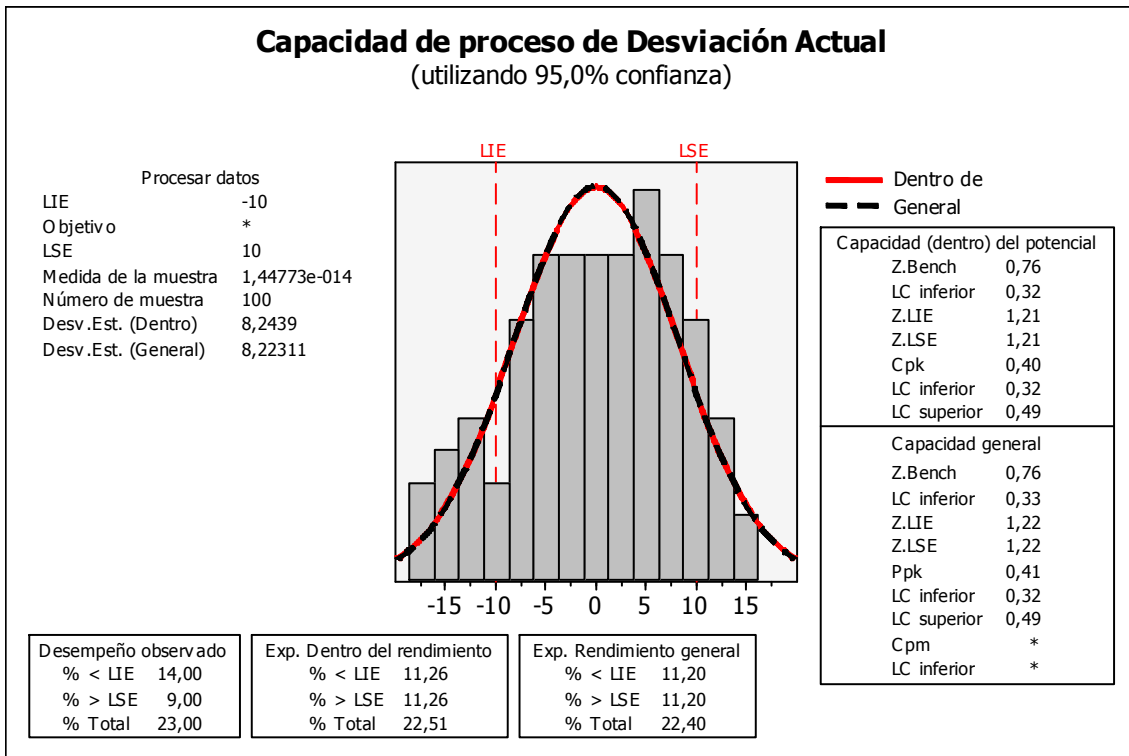
Con nuestro proyecto buscamos disminuir la dispersión en los tiempos de entrega así como brindar rutas alternativas dadas ciertas condiciones.

*Situación actual:*



**Gráfico 3. Histograma situación actual**





**Gráfico 4. Capacidad actual del proceso**

Analizando los datos históricos vemos que el proceso aunque está centrado porque toman como referencia de tiempo, el tiempo promedio del viaje presenta una gran dispersión (Ver gráfico 3).

Podemos observar que el tiempo medio es de 26,52 min. pero tiene una desviación estándar de 8,223 Min.

En el gráfico 4, se observa que el valor z es de 0,76 y nos indica que el 23% de los viajes no cumple las especificaciones del cliente.

Para el análisis de estos datos hemos contado con una muestra 100 viajes.

## Analizar

### *Identificar y seleccionar las causas de variabilidad en los tiempos de entrega*

En esta fase identificamos las muchas posibles causas no conocidas de la variación en los tiempos de entrega con ayuda del diagrama de causa efecto o Ishikawa.

Organizamos todas las ideas recopiladas en cuadro grandes grupos: climatología, factores propios de vía, fechas y épocas del año.



**Gráfico 5. Diagrama de Causa-Efecto**

Tener buenos criterios para seleccionar las causas más probables a utilizar es parte fundamental del éxito de nuestro proyecto en tal sentido descartamos los factores considerando los siguientes parámetros:

- Constantes: (Condición de la vía, velocidad máxima permitida, semáforos, etc.)
- Puntuales y/o no predecibles (accidentes, manifestaciones, festivos, etc.)
- Contenidos en otro factor (vacaciones escolares dentro de estaciones, próximo a festivo dentro de día)

Realizando el filtro de todas las causas identificadas procederemos a analizar las siguientes:

- Lluvia
- Día de la semana
- Hora
- Estación
- Escuela
- Luz
- Viento
- Tipo de vía

Estudiamos los posibles niveles de forma que la recogida de datos fuera fácil y lo más objetiva posible. Los niveles de cada variable son los siguientes:

Factor	Niveles
É Lluvia	É Fuerte
	É Moderada
	É Suave
	É No

Se le indica al conductor que diga el nivel del limpiaparabrisas usado, entonces nivel máximo del limpiaparabrisas será lluvia fuerte, nivel medio lluvia moderada, nivel bajo igual a lluvia suave y apagado no lluvia

É Día De la Semana	É Lunes
	É Martes
	É Miércoles
	É Jueves
	É Viernes
É Hora	É PM
	É PT
	É V

PM: punta de mañana (7 a 9:30 AM) PT: punta de tarde (4:40 a 7 PM) y V: valle momento de poca afluencia vehicular.

É Estación	É Otoño
	É Primavera
	É Verano
	É Invierno
É Escuela	É Si
	É No

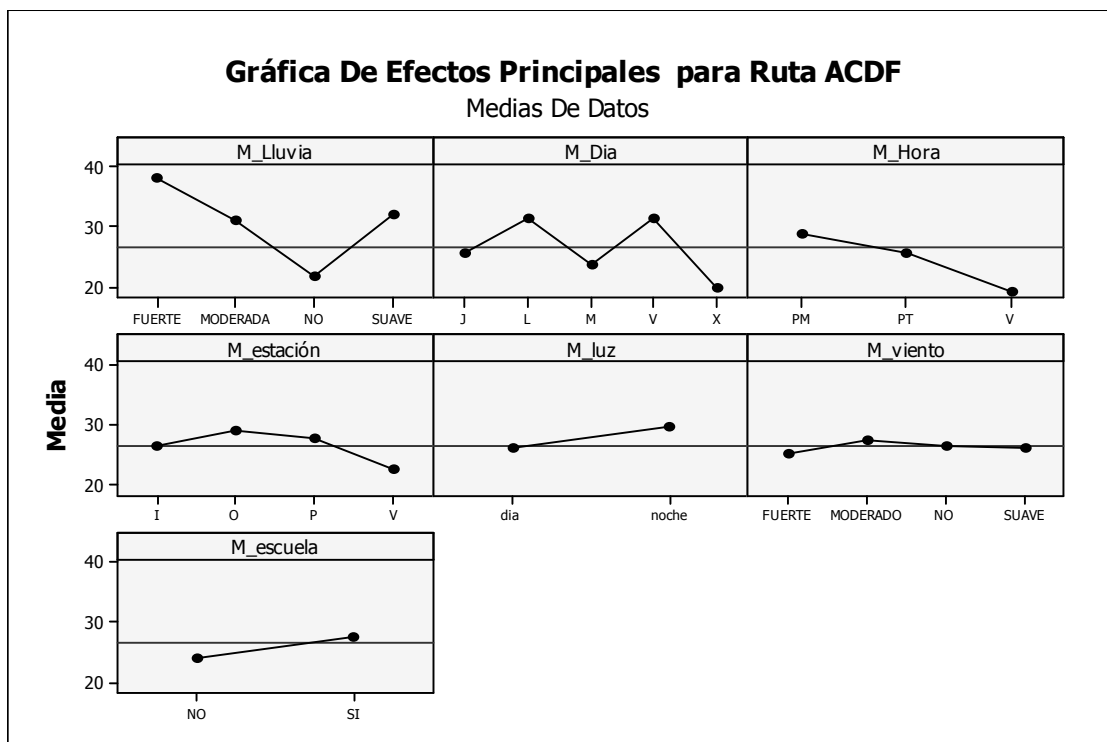
- É Luz
  - É Día
  - É Noche
- É Viento
  - É Fuerte
  - É Moderada
  - É Suave
  - É No
- É Tipo De Vía
  - É Urbana
  - É Secundaria
  - É Autovía

*Desarrollar y comprobar hipótesis para confirmar las causas*

Partiendo de la hipótesis de que las causas antes mencionadas inciden de forma predominante en la variabilidad de los tiempos de entrega procedimos a analizar con ayuda de la estadística, la relación entre estas y la variable de salida (tiempos de entrega).

Considerando que tenemos variables categóricas, la herramienta estadística que utilizaremos es el Anova con ayuda del programa Minitab. A continuación se puede ver las conclusiones generadas con este análisis.

*Análisis Datos Históricos*



**Gráfico 6. Efectos principales ruta actual**

Procediendo primeramente con un análisis gráfico, en el diagrama de causa efecto podemos observar que el viento es el factor que tiene menos influencia en la variación que se produce en el tiempo de trayecto porque presenta la menor variación.

Además de ver el efecto global de los factores en el tiempo total, vamos a analizar cada factor en cada tramo de la Ruta ACDF para considerar el tipo de vía.

Tabla comparativa Anova

Factor	AC (Secundaria)		CD (Secundaria )		DF (Urbana)		Total	
	Valor P	Rq 2	Valor P	Rq 2	Valor P	Rq 2	Valor P	Rq 2
M_Lluvia	0,000	19,05%	0,000	35,17%	0,000	51,40%	0,000	46,20%
M_Dia	0,000	36,03%	0,000	32,77%	0,010	12,86%	0,000	28,24%
M_Hora	0,004	10,91%	0,005	10,48%	0,000	19,63%	0,000	16,45%
M_estación	0,049	7,81%	0,321	3,56%	0,002	13,95%	0,035	8,51%
M_escuela	0,075	3,19%	0,403	0,72%	0,004	7,95%	0,055	3,72%
M_luz	0,127	2,37%	0,245	1,38%	0,056	3,68%	0,093	2,85%
M_viento	0,697	1,48%	0,784	1,10%	0,620	1,82%	0,890	0,65%

Gráfico 7. Tabla análisis Anova datos históricos

## Conclusiones sobre primer análisis

1. Podemos observar que las variables que influyen de forma significativa son la lluvia, el día, la hora, las estaciones y el tipo de vía.
2. Descartamos la variable viento ya que la prueba de Anova nos da una  $p = 0,890$  (Medida del efecto) mayor que 0.05 por lo que se concluye que el viento no es significativo en la dispersión del tiempo. También vemos que el Rq es 0,65% por lo que la variación del tiempo solo esta explicado por el viento en un 0,65%.
3. En el gráfico 6 podemos apreciar que la falta de luz influye negativamente, aumentando el tiempo de viaje pero no de manera significativa. Comprobando esta hipótesis vemos que la  $p = 0,093$  por lo cual no podemos decir que las medias son diferentes y por lo tanto se comporta parecido en ambos casos. También vemos que la variación del tiempo solo esta explicado por la luz en un 2,85%, aun así decidimos hacer otras pruebas ya que el valor de  $p$  es muy pequeño especialmente en la ruta DF, en el gráfico 18 del anexo podemos observar que la noche solo se presenta por la mañanas de invierno y por lo tanto la tenemos contenida en este factor por lo cual no lo consideraremos.
4. En el gráfico 19 del anexo podemos apreciar que la temporada escolar influye aumentando el tiempo de viaje en todos los tramos, mostrando la mayor variación en la ruta DF. La prueba de Anova no nos proporciona suficiente información como para descartar esta causa pero vemos una variación total en la ruta explicada en el 3,75%. Haciendo otras pruebas vemos que esta variable

está contenida en las estaciones del año existiendo correlación entre estos dos factores (ver gráfico 20 del anexo).

5. Para analizar el tipo de vía se apilaron los datos en tiempo por kilómetro para eliminar la variable distancia. Aunque sabemos que el tipo de vía influye, no tenemos suficiente información pues aquí solo podemos comparar la secundaria y urbana por lo cual es necesario recopilar datos de una ruta que tenga autovía para completar el análisis. También podemos observar que las 2 vías secundarias se comportan muy parecido ante los distintos factores, es por ello que asumimos que vías iguales se comportan de la misma manera (esto se puede apreciar en los gráficos Box Plot que se encuentran en el Anexo)

### *Análisis Segunda recogida de datos*

Considerando que los datos históricos no nos proporcionan suficiente información de todas las vías, procedemos a hacer un diseño de experimento para construir la matriz tomando en cuenta solamente los factores que demostramos anteriormente que nos afectan: lluvia, día, hora, estación y tipo de vía. En esta matriz se introducirán los datos de la ruta ABEF, que fue rechazada en su momento, ya que tenía un tiempo promedio de 32,2 min., lo que significa 10 min. más que la ruta ACDF.

Elegimos la ruta ABEF ya que existen datos y nos permite analizar las autovías, nivel que no contiene la ruta actualmente utilizada. La matriz generada requiere 240 viajes, como la lluvia es un factor que no podemos controlar, no tenemos todas las posibles combinaciones y solo se pudo obtener 142 viajes que cumplieran con las combinaciones de la matriz.

Con estos nuevos datos repetimos los estudios anteriores y podemos observar lo siguiente:

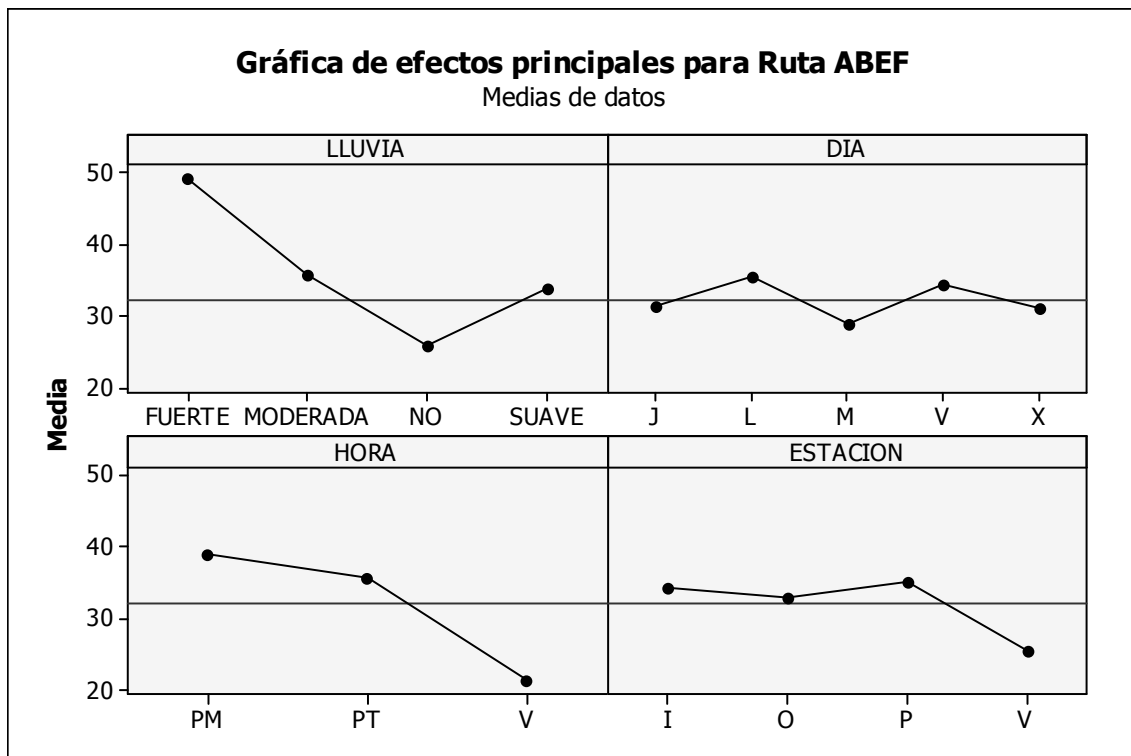


Gráfico 8. Efectos principales ruta ABEF

En el diagrama de causa efecto podemos confirmar que todos los factores influyen en la variación que se produce en el tiempo de trayecto.

Además de ver el efecto global de los factores en el tiempo total, vamos a analizar cada factor en cada tramo de la Ruta ABEF para considerar el tipo de vía.

Tabla comparativa Anova

Factor	AB (Autovía)		BE(Autovía)		EF (Urbana)		Total	
	Valor P	Rq 2	Valor P	Rq 2	Valor P	Rq 2	Valor P	Rq 2
M_Lluvia	0,000	28,40%	0,000	31,65%	0,000	38,62%	0,000	38,90%
M_Dia	0,015	8,55%	0,298	3,48%	0,558	2,15%	0,175	4,49%
M_Hora	0,000	50,30%	0,000	46,90%	0,000	31,67%	0,000	47,99%
M_estación	0,057	5,29%	0,012	7,59%	0,000	18,67%	0,000	12,33%
Tipo de vía							0,000	49%

Gráfico 9. Tabla análisis Anova, 2da ruta

Conclusiones sobre segundo análisis



1. Podemos comprobar que todas las variables influyen de forma significativa, ratificando nuestra selección anterior.
2. Cabe destacar que en la ruta BE y EF aunque por el valor de p no es significativa la variable día, no la podemos descartar ya que en las otras rutas del mismo tipo se demostró su influencia.
3. Los mismos tipos de vía, en este caso, Autovía (AB y BE) se comportan de igual manera ante los mismos factores (esto se puede apreciar mas fácilmente en los Blox Plot de los Anexos).
4. Hemos comprobado que el tipo de vía influye ya que para un mismo factor tenemos resultados diferentes, explicándose en un 49%.

## Mejorar

### *Determinar las estrategias de mejora*

Con los datos históricos, tanto de la primera como de la segunda ruta, generamos el cálculo del modelo lineal con Anova, utilizando como respuesta el tiempo por kilómetro de cada vía, tomando en cuenta todos los factores y calculando los coeficientes para todos los términos y almacenando los residuos.

La tabla de resultados del modelo Anova calcula un nivel menos que los niveles de la variable ya que es una combinación lineal de los otros. Para el cálculo del nivel que no aparece en la tabla de resultados aplicamos la siguiente fórmula:

$$(-1) \times \sum \text{Coeficiente} [\text{Factor}, \text{Nivel}_{(j)}]$$

Obtenemos el valor sumando todos los coeficientes del factor pero cambiado de signo.

Presentamos a continuación la tabla completa de los coeficientes para cada tipo de vía con los niveles faltantes ya calculados, obteniendo todos los datos necesarios para construir el modelo.

<b>Tipo de Vía</b>			
	<b>Secundaria</b>	<b>Urbana</b>	<b>Autovía</b>
<b>Constante</b>	<b>1,16759</b>	<b>2,32735</b>	<b>0,96759</b>

<b>Tipo de Vía</b>				
		<b>Secundaria</b>	<b>Urbana</b>	<b>Autovía</b>
<b>Factor</b>	<b>Nivel</b>	<b>Coeficientes</b>	<b>Coeficientes</b>	<b>Coeficientes</b>
<b>LLUVIA</b>				
	Fuerte	0,2826	0,74726	0,24731
	Moderada	0,01471	0,06222	-0,00032
	Suave	-0,01682	0,00848	-0,01826
	No	-0,28049	-0,81796	-0,22873
<b>DÍA</b>				
	Lunes	0,31841	0,13458	0,10449
	Martes	-0,1333	-0,05905	-0,04252
	Miércoles	-0,17118	-0,09926	-0,05754
	Jueves	-0,11832	-0,109	-0,04895
	Viernes	0,10439	0,13273	0,04452
<b>HORA</b>				
	PM	0,07478	0,37807	0,18933
	PT	0,10065	0,15218	0,08695
	Valle	-0,17543	-0,53025	-0,27628
<b>ESTACIÓN</b>				
	Primavera	0,01798	0,19302	0,05873
	Otoño	0,09111	0,24123	0,03173
	Verano	-0,14486	-0,5963	-0,13037
	Invierno	0,03577	0,16205	0,03991

Gráfico 10. Tabla coeficientes según tipo de vía

Con la tabla anterior podemos crear una ecuación que nos permite para cada tipo de vía predecir el tiempo que tardará nuestro pedido en llegar a destino y así elegir la ruta mas rápida.

La ecuación con que se confecciona nuestro modelo es la siguiente:

1) Calculo de los Fits (Tiempo de viaje por kilómetro para cada tramo)

$$Fit = Constante + \sum [Coeficiente, Factor_{(i)}, Nivel_{(j)}]$$

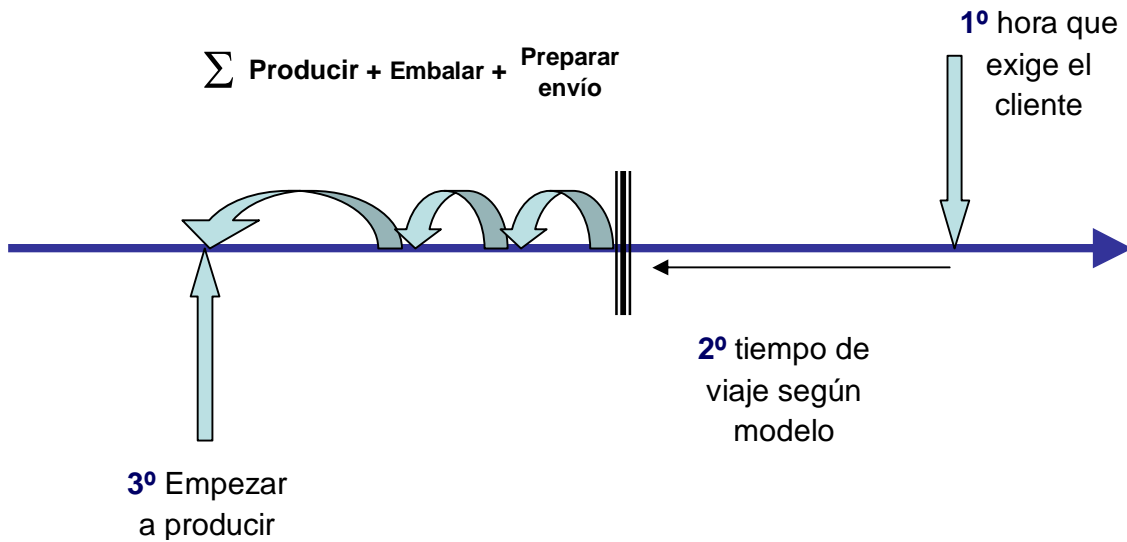
2) Tiempo de la ruta

Para calcular el tiempo total de la ruta debemos calcular el tiempo de cada tramo con la siguiente formula:

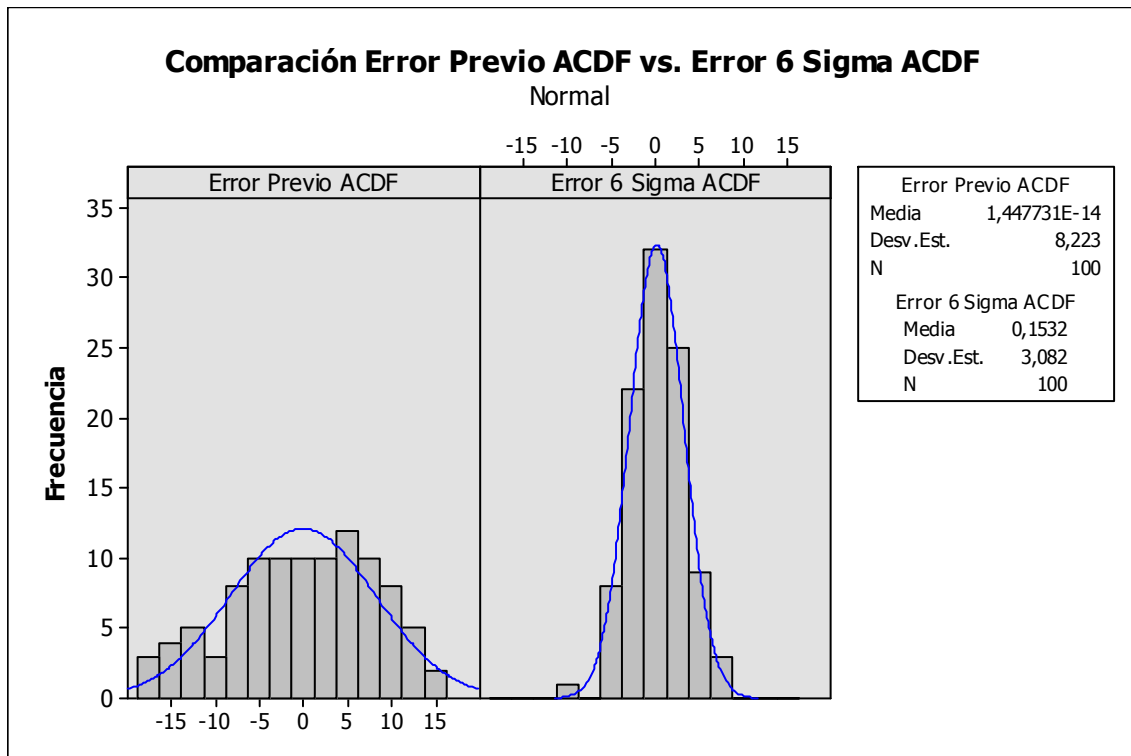
$$tiempo_{(tramo)} = distancia \times Fit_{(tramo)}$$

El tiempo total de la ruta será la sumatoria de todos los tramos que la componen.

Con esto tenemos un modelo que predice la duración del trayecto, lo cual nos permite saber la hora exacta a la que debe salir el camión y así la empresa puede planificar cuando empezar a producir para asegurar la calidad del producto.

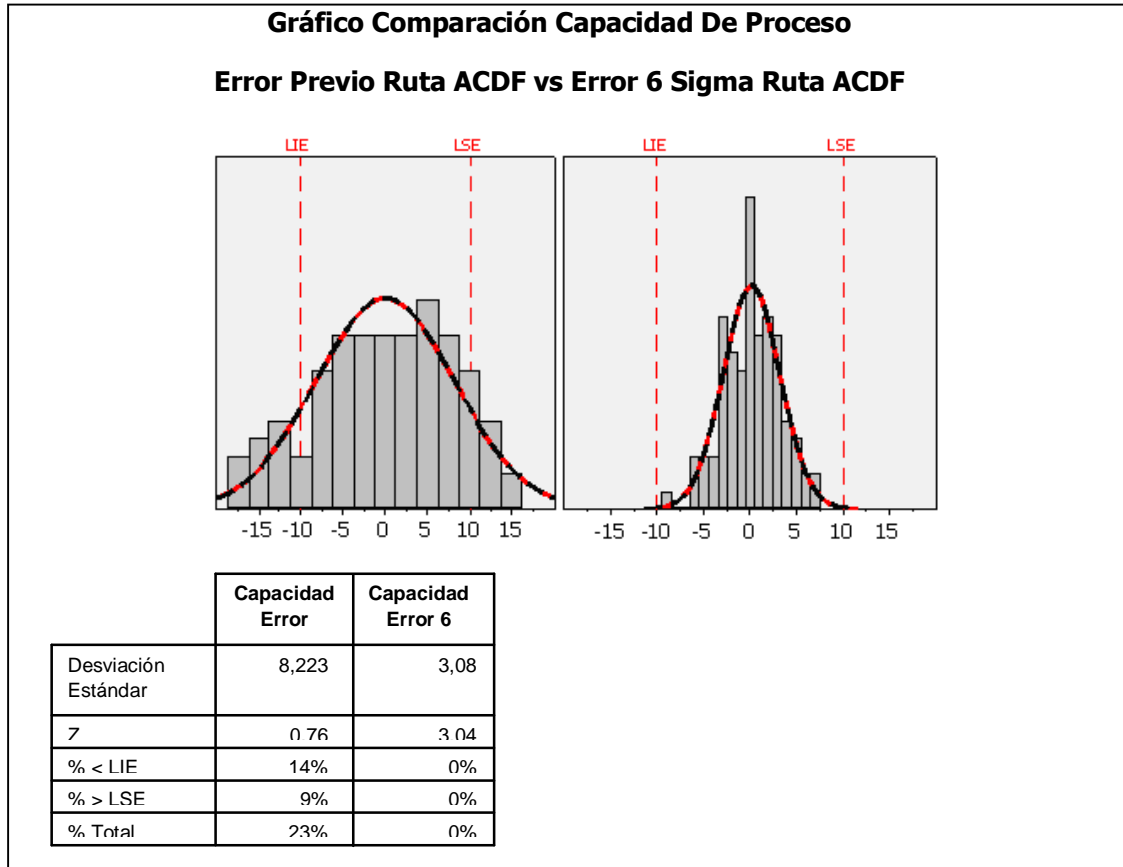


*Demostración de mejoras*



**Gráfico 11. Comparación error previo ACDF vs error Sigma ACDF**

Podemos observar en el gráfico que hemos conseguido reducir la dispersión en la estimación de los tiempos reduciendo la desviación estándar de 8,223 a 3,082.



**Gráfico 12. Comparación capacidad de la ruta ACDF (error previo Vs error Sigma )**

*Estudio de ahorro en costes*

Para el calculo de los costos por incumplimiento de hora de entrega hemos asumido que la empresa tienen un margen de  $\pm 10$  min., y una penalización cuando se llegue fuera de este tiempo; estos valores son a efectos ilustrativos ya que los costes son confidenciales, por lo cual no se realizó un estudio más detallado pero podemos apreciar en el gráfico que las penalizaciones se reducen en un 100%.

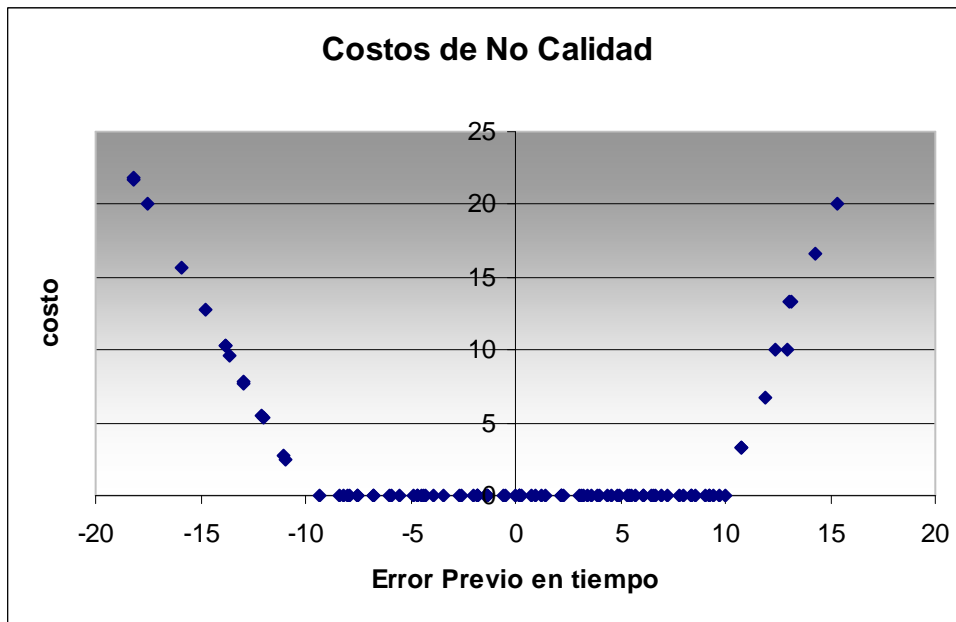


Gráfico 13. Costes de no calidad proceso actual

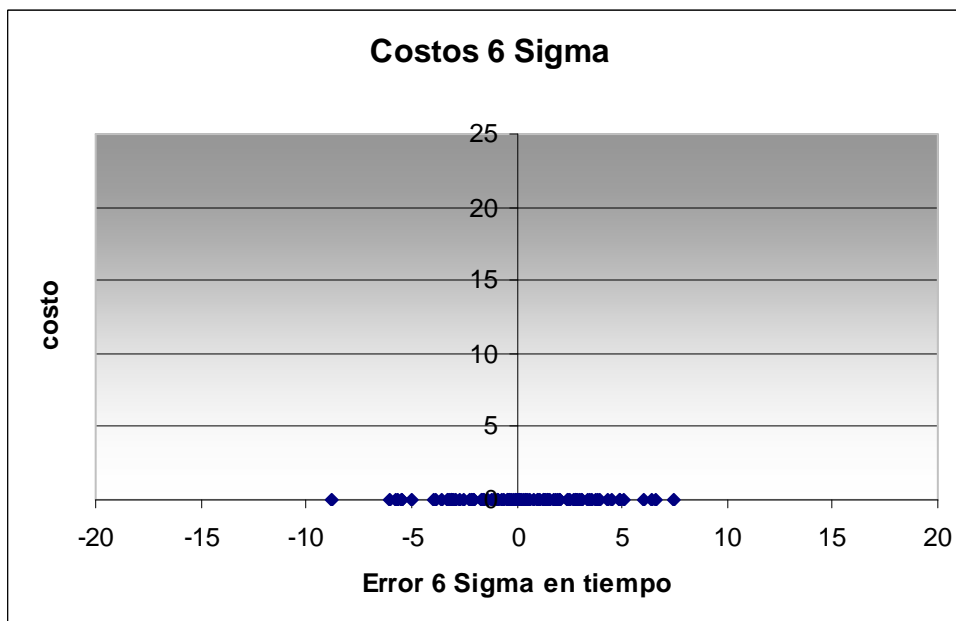


Gráfico 14. Costes de no calidad con 6 Sigma

## Controlar

### *Sistema de control del proceso*

Para evaluar el buen funcionamiento de nuestro modelo, una vez decidida la ruta a tomar se llevará un registro de los factores y tiempo de los viajes por tramo, los cuales se contrastarán con los tiempos previstos en el modelo y crearemos un gráfico de control de los errores en la estimación del tiempo.

Se revisará semanalmente el gráfico de control para ver posibles tendencias y variaciones que nos alertará sobre la necesidad de revisar el modelo.

Anualmente se actualizará el modelo introduciendo los nuevos tiempos obtenidos durante el año usando un máximo de tres años; en el cuarto año se eliminará la información del primero y así sucesivamente.

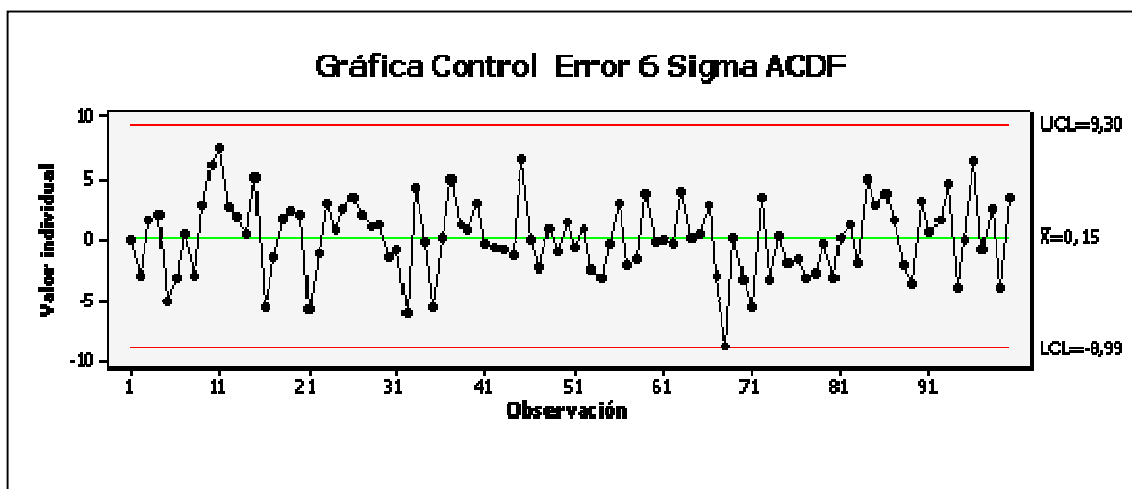


Gráfico 15. Control de proceso

## Conclusiones

Seis Sigma es una herramienta para la mejora continua, que provee una metodología para obtener beneficios tangibles en términos de calidad y costos de un producto o servicio aplicable a cualquier tipo de empresa. Éste método utiliza análisis estadísticos aplicado a los procesos actuales para definir áreas de oportunidad ayudándonos a tomar decisiones basados en datos reales y objetivos.

Hemos utilizado esta metodología aplicándola a un problema real de la empresa como es la inexactitud de los tiempos de entrega lo cual genera altos costos, y a través de esta herramienta crear un modelo fiable que nos permita decidir basándonos en datos estadísticos, cual es la ruta óptima en función de los tiempos de entrega obtenidos por el modelo, prediciendo con mayor exactitud dichos tiempos y evitando así los costos de no calidad.

Nuestro modelo toma en cuenta las variables más significativas y sirve como predictor de tiempos, lo que permite a la empresa una mejor planificación no solo de la vía a tomar, sino también del momento de fabricación del producto, garantizando así la calidad del producto a entregar.



# Anexos

GRÁFICO 16. EFECTO DEL VIENTO EN LA RUTA ACDF .....	26
GRÁFICO 17. EFECTO DE LA LUZ EN LA RUTA ACDF .....	27
GRÁFICO 18. RELACIÓN LUZ-ESTACIÓN .....	27
GRÁFICO 19. EFECTO DE LA LUZ EN LA RUTA ACDF .....	28
GRÁFICO 20. RELACIÓN LUZ ESCUELA .....	28
GRÁFICO 21. EFECTO DE LA ESTACIÓN EN LA RUTA ACDF.....	29
GRÁFICO 22. EFECTO DE LA HORA EN LA RUTA ACDF.....	29
GRÁFICO 23. EFECTO DEL DÍA DE LA SEMANA EN LA RUTA ACDF.....	30
GRÁFICO 24. EFECTO DE LA LLUVIA EN LA RUTA ACDF .....	30
GRÁFICO 25. EFECTO DE LA ESTACIÓN EN LA RUTA ABEF .....	31
GRÁFICO 26. EFECTO DE LA HORA EN LA RUTA ABEF .....	32
GRÁFICO 27. EFECTO DÍA EN LA RUTA ABEF.....	32
GRÁFICO 28. EFECTO LLUVIA EN LA RUTA ABEF.....	33
GRÁFICO 29. MEDIAS DE LA VÍAS URBANAS .....	33
GRÁFICO 30. COMPARACIÓN DISTINTOS TIPOS DE VÍAS .....	34
GRÁFICO 31. COMPARACIÓN ERROR VÍA, TIPO AUTOVÍA .....	34
GRÁFICO 32. COMPARACIÓN ERROR VÍA, TIPO SECUNDARIA.....	35
GRÁFICO 33. COMPARACIÓN ERROR VÍA, TIPO URBANA .....	35
GRÁFICO 34. FORMATO RECOLECCIÓN DE DATOS .....	<a href="#">356</a>

# Ruta 1

## Análisis Datos Históricos De la Ruta ACDF

### 1. Análisis Viento

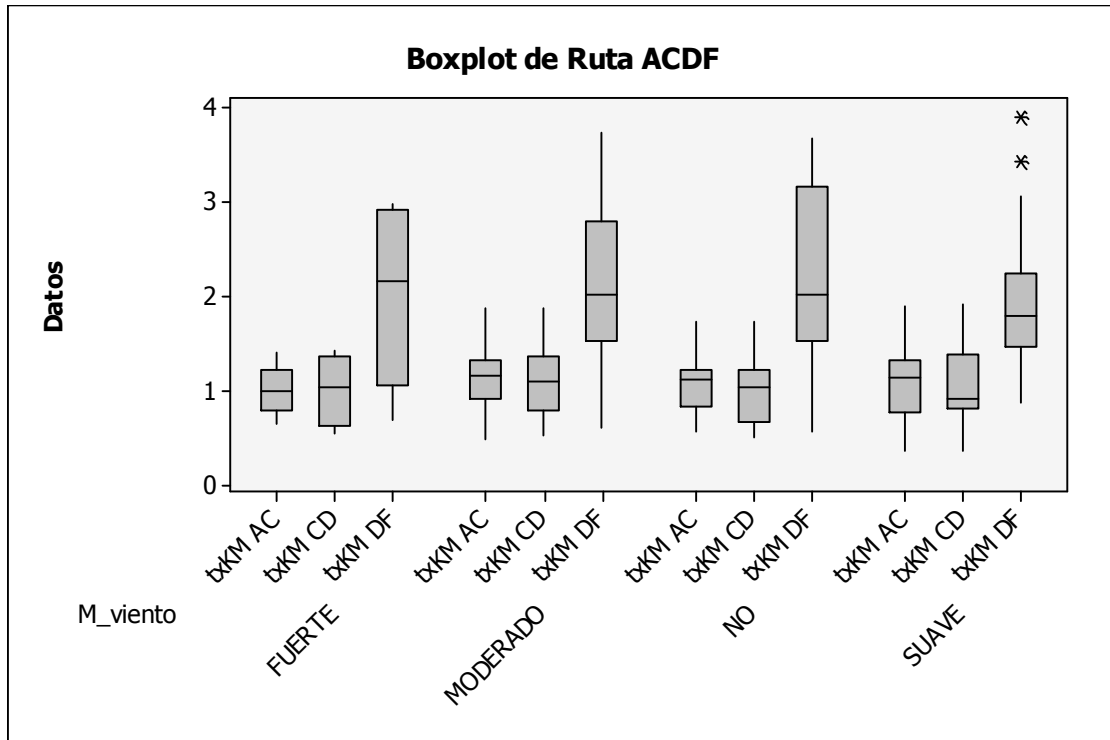


Gráfico 16. Efecto del viento en la ruta ACDF

### 2. Análisis Luz

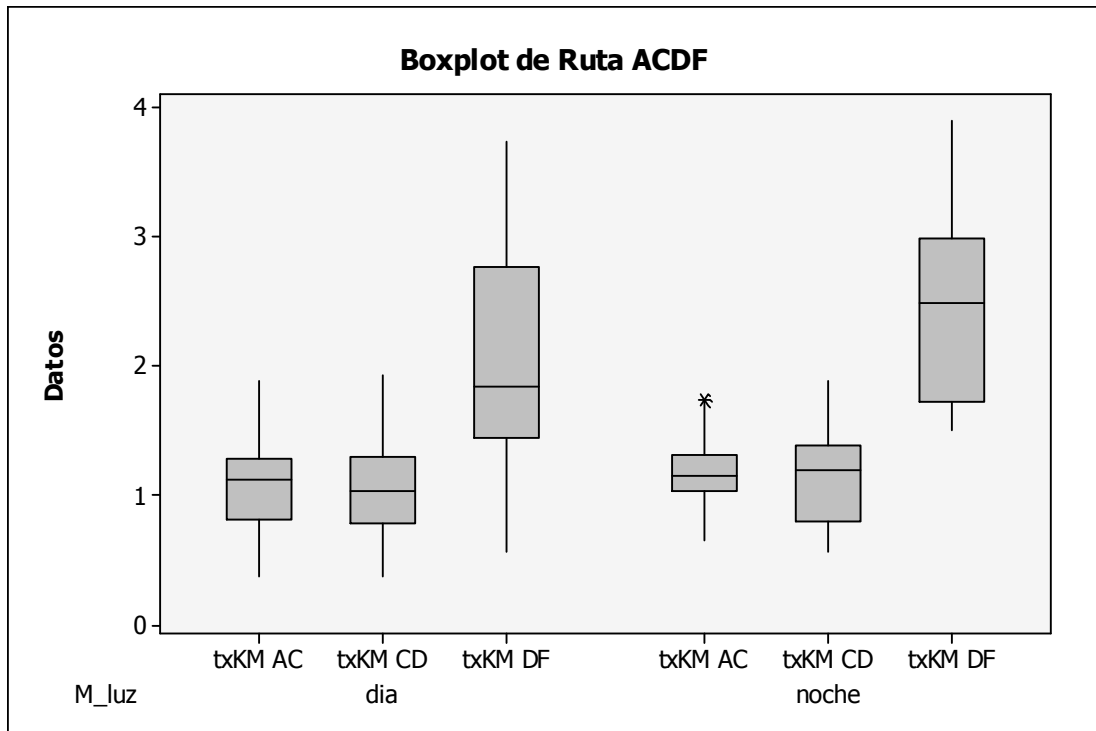


Gráfico 17. Efecto de la luz en la ruta ACDF

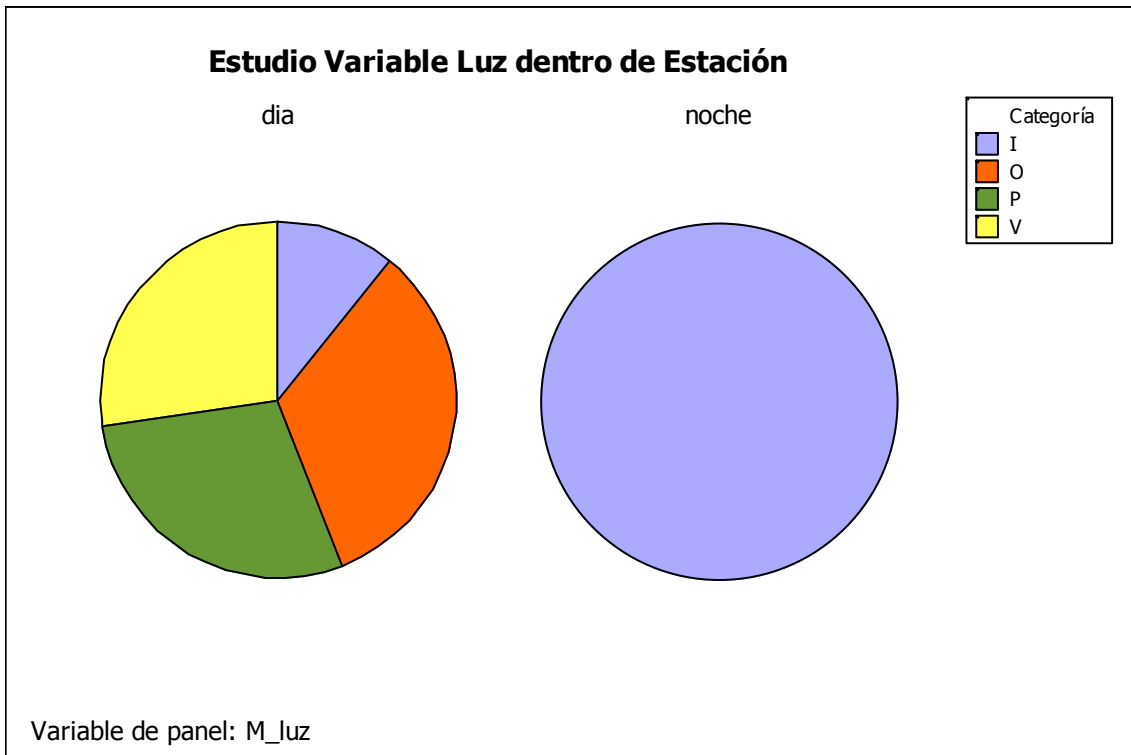


Gráfico 18. Relación Luz-Estación

3. Análisis Escuela

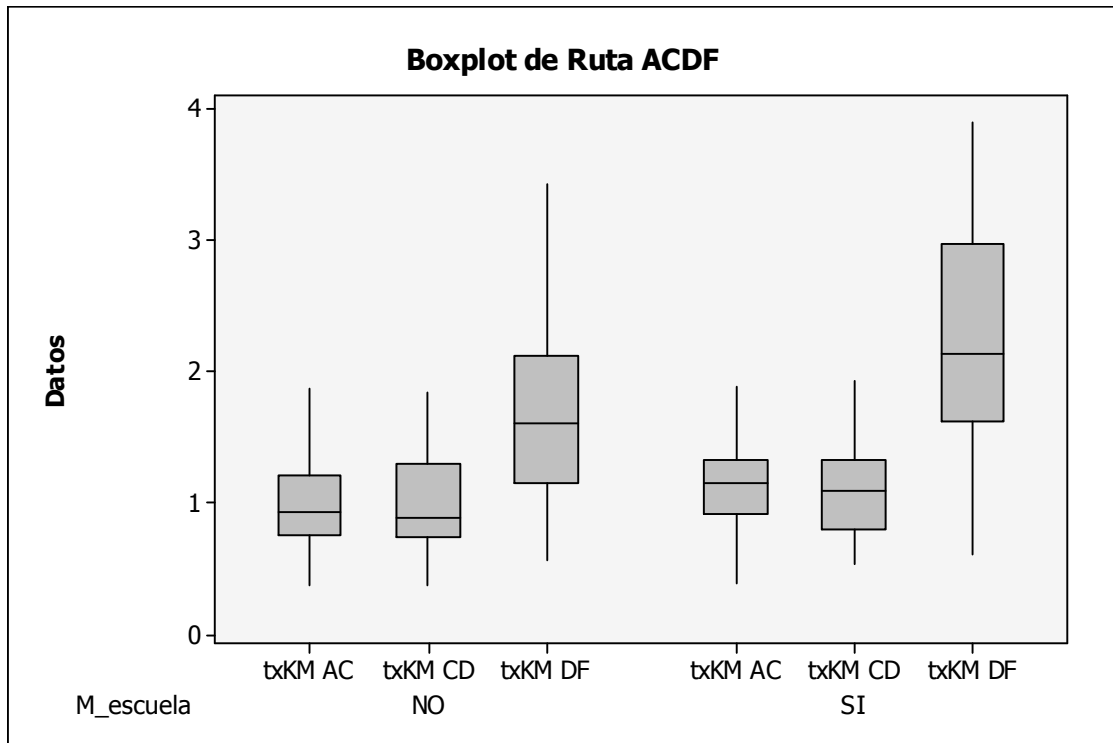


Gráfico 19. Efecto de la luz en la ruta ACDF

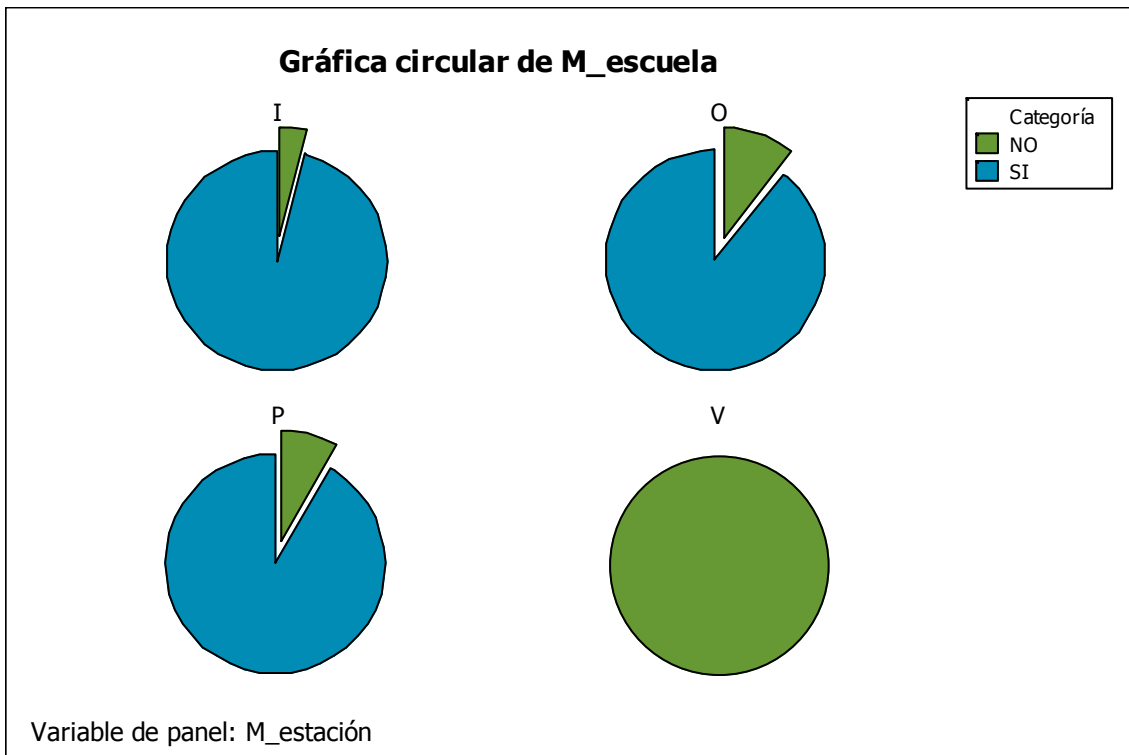


Gráfico 20. Relación Luz Escuela

#### 4. Análisis Estación

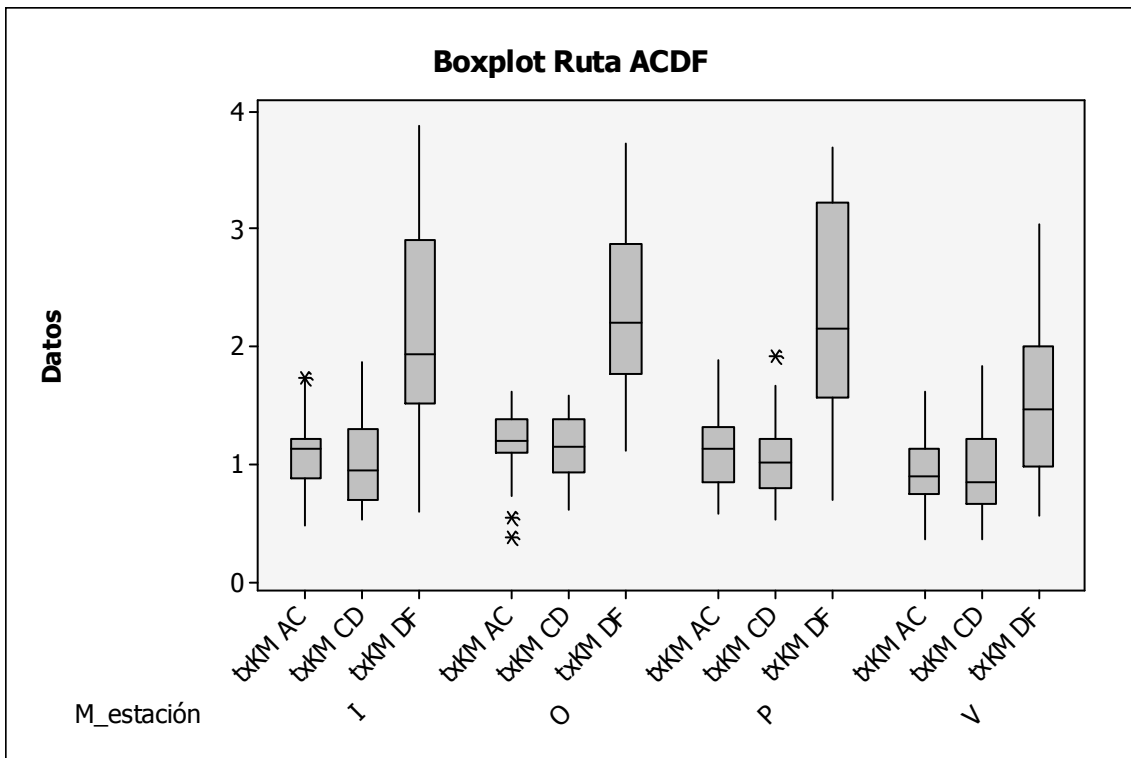


Gráfico 21. Efecto de la estación en la ruta ACDF

#### 5. Análisis Hora

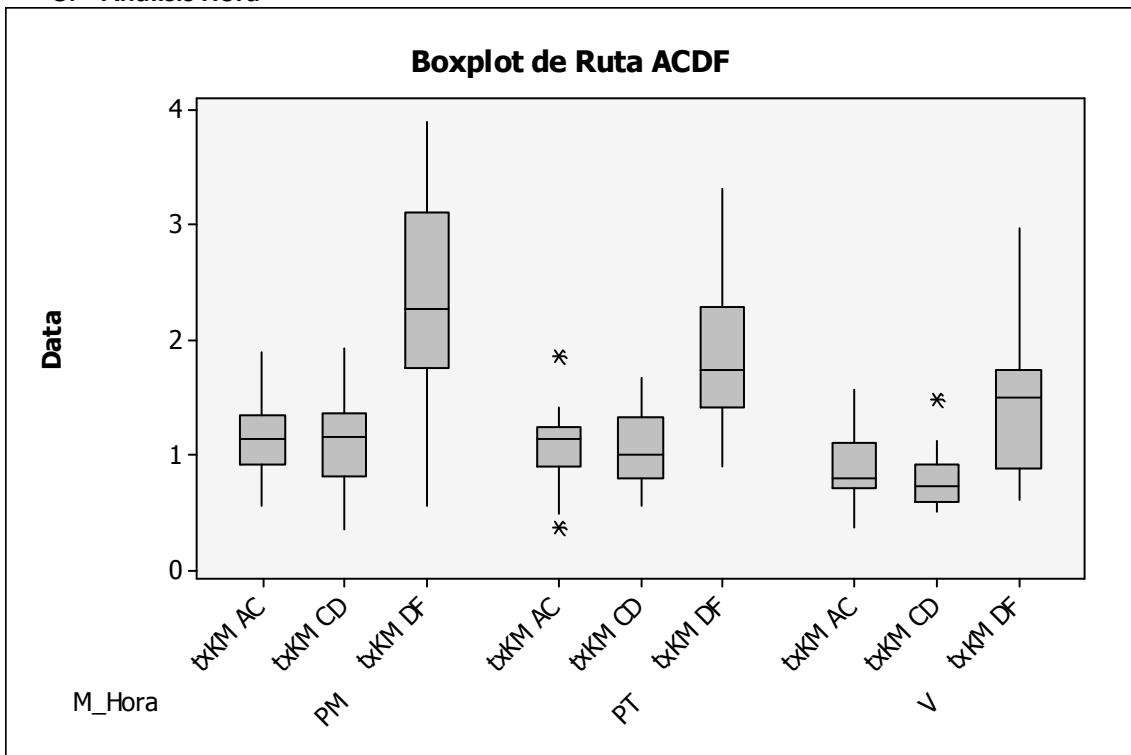


Gráfico 22. Efecto de la hora en la ruta ACDF

### 6. Análisis Día

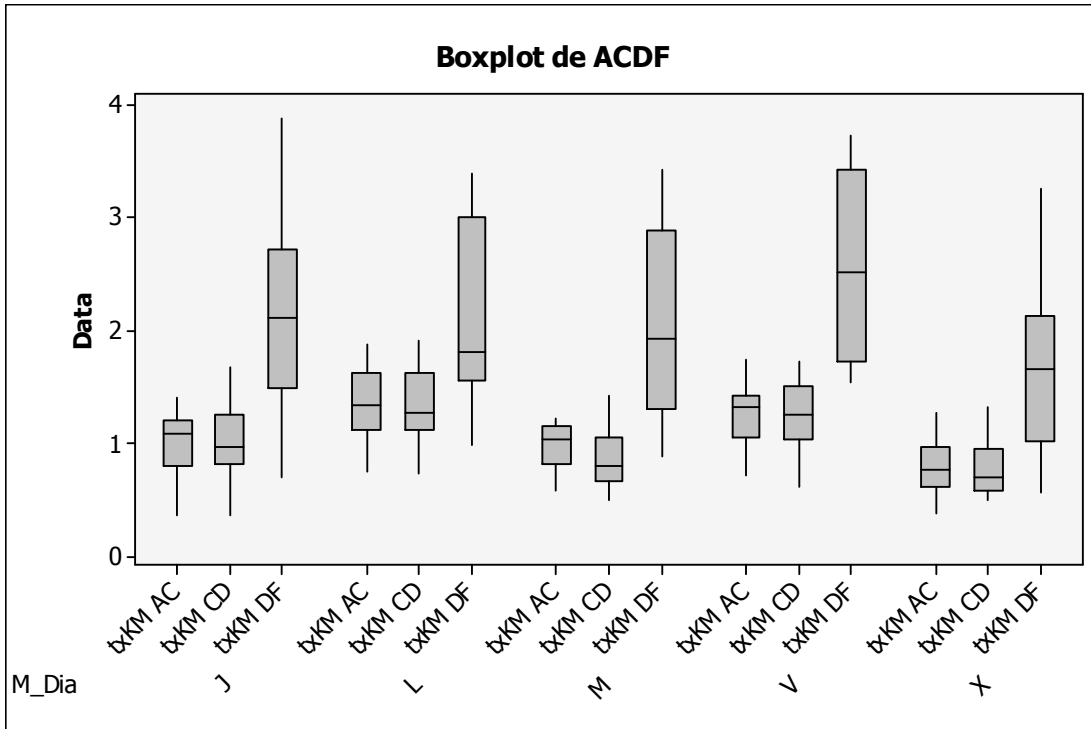


Gráfico 23. Efecto del día de la semana en la ruta ACDF

### 7. Análisis Lluvia

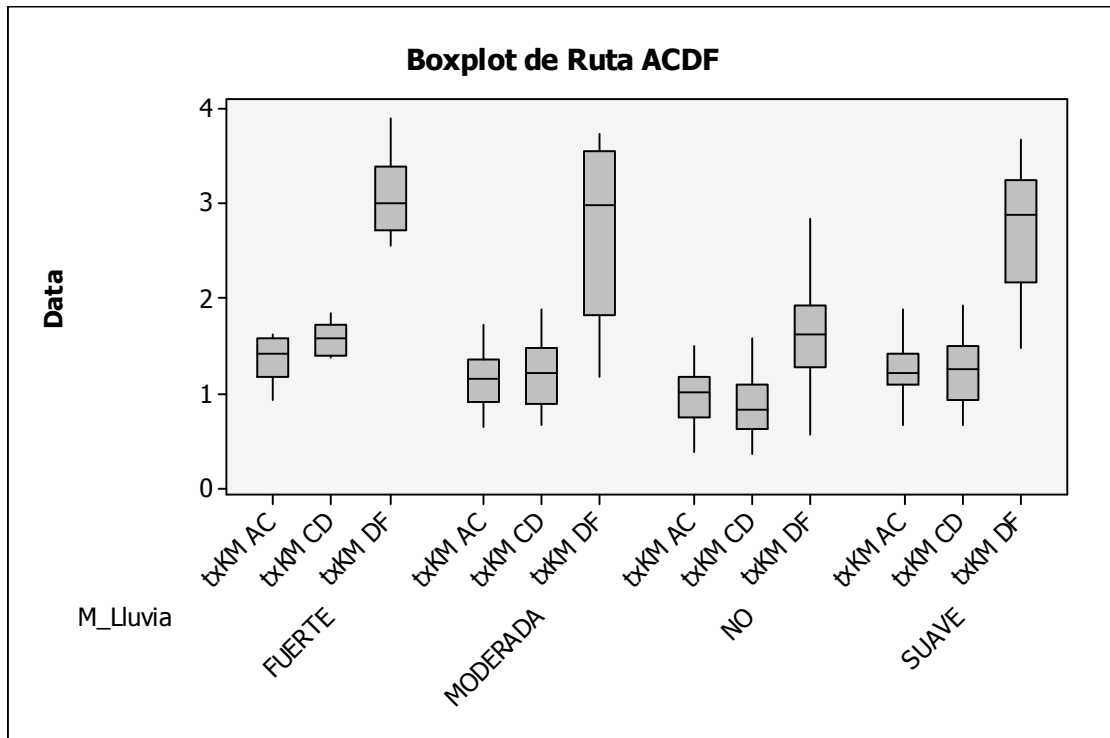


Gráfico 24. Efecto de la lluvia en la ruta ACDF

## Ruta 2

### Análisis Datos Históricos De la Ruta ABEF

#### 1. Análisis Estación

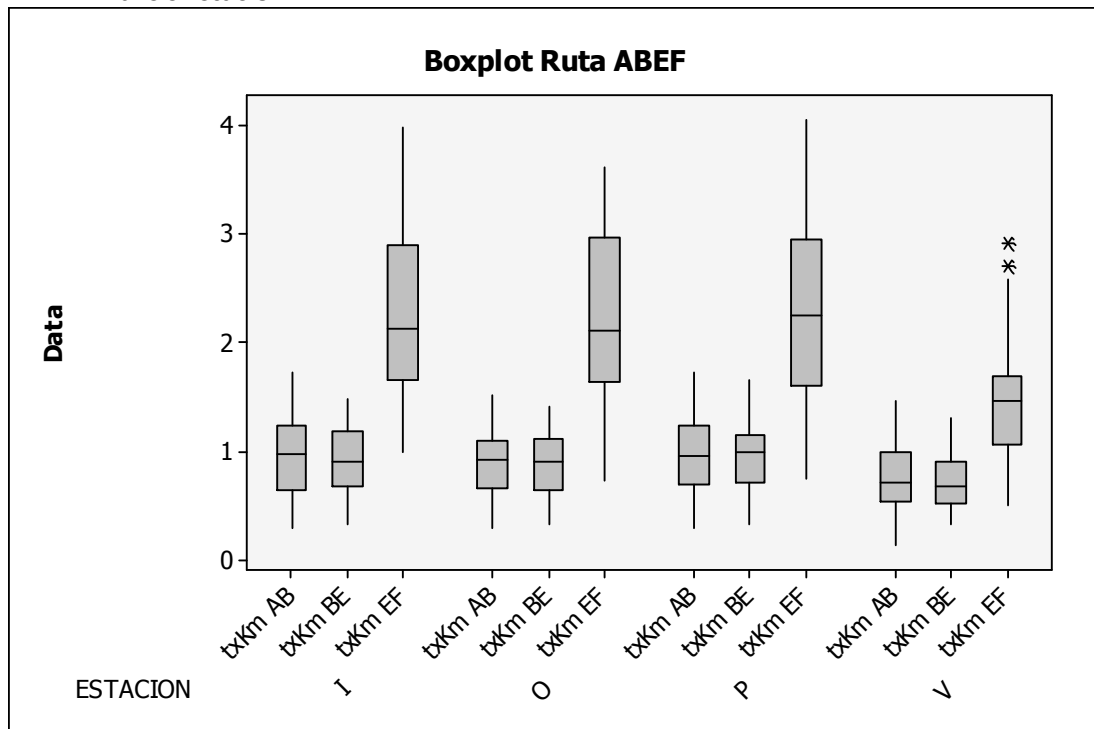


Gráfico 25. Efecto de la estación en la ruta ABEF

### 2. Análisis Hora

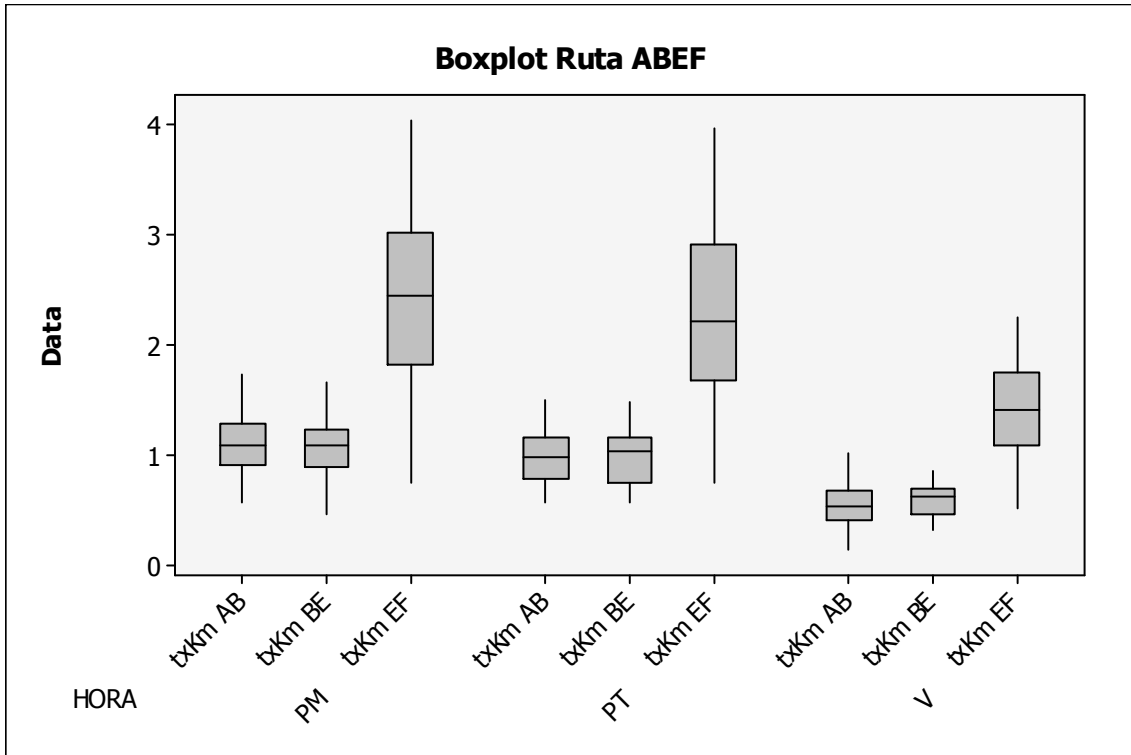


Gráfico 26. Efecto de la hora en la ruta ABEF

### 3. Análisis Día

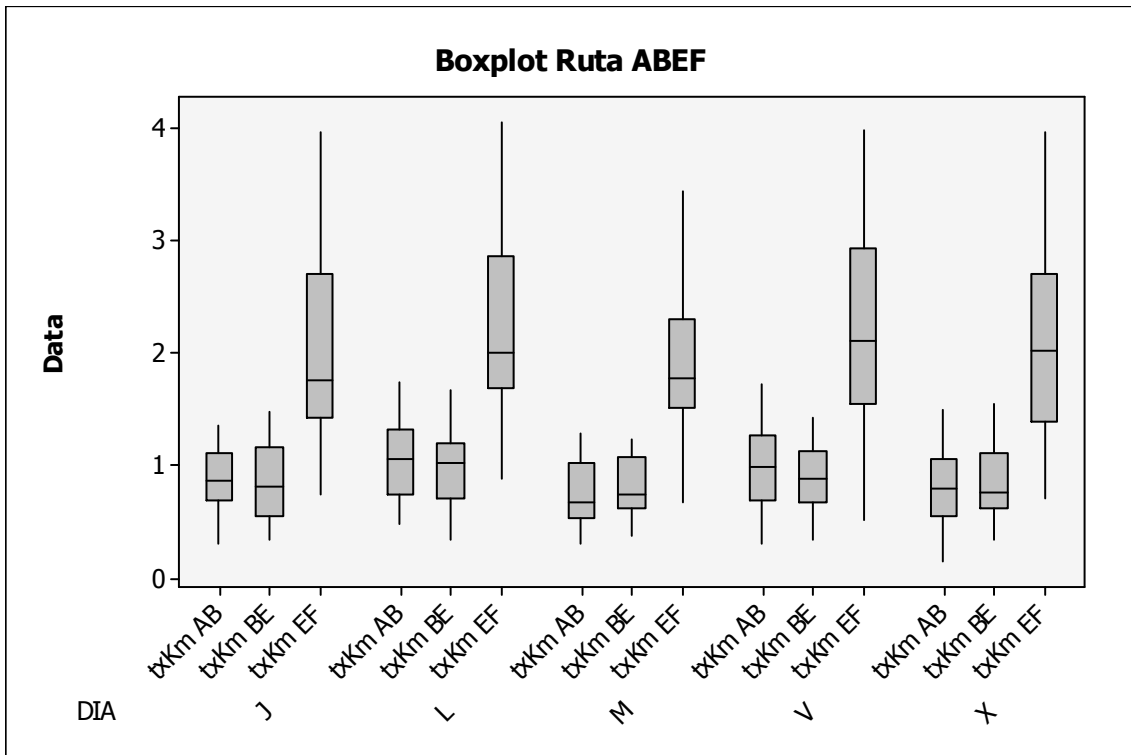


Gráfico 27. Efecto día en la ruta ABEF



4. Análisis Lluvia

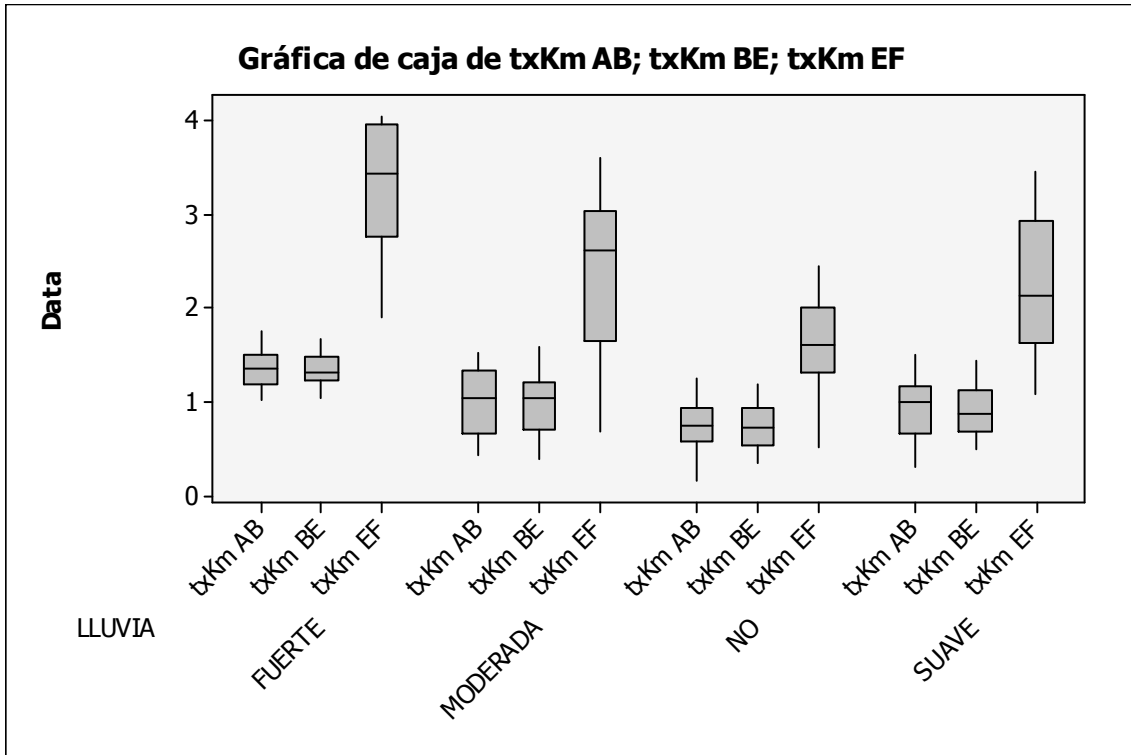


Gráfico 28. Efecto lluvia en la ruta ABEF

Gráfica por Tipo de Vía

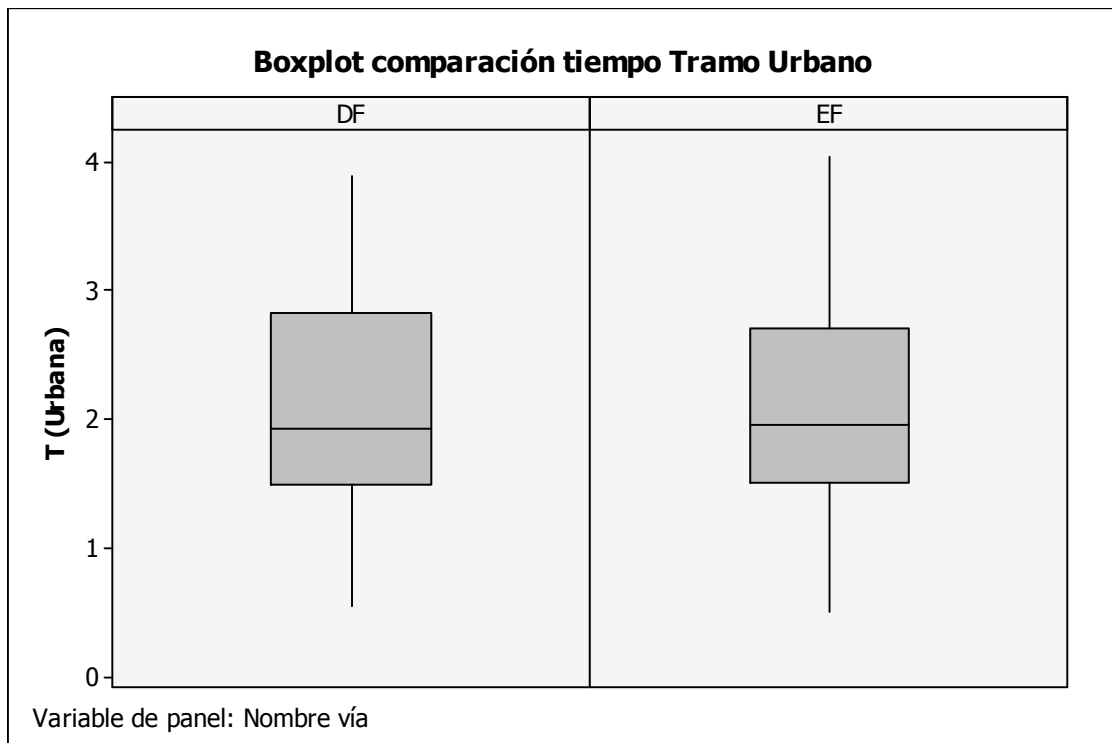


Gráfico 29. Medias de la vías Urbanas

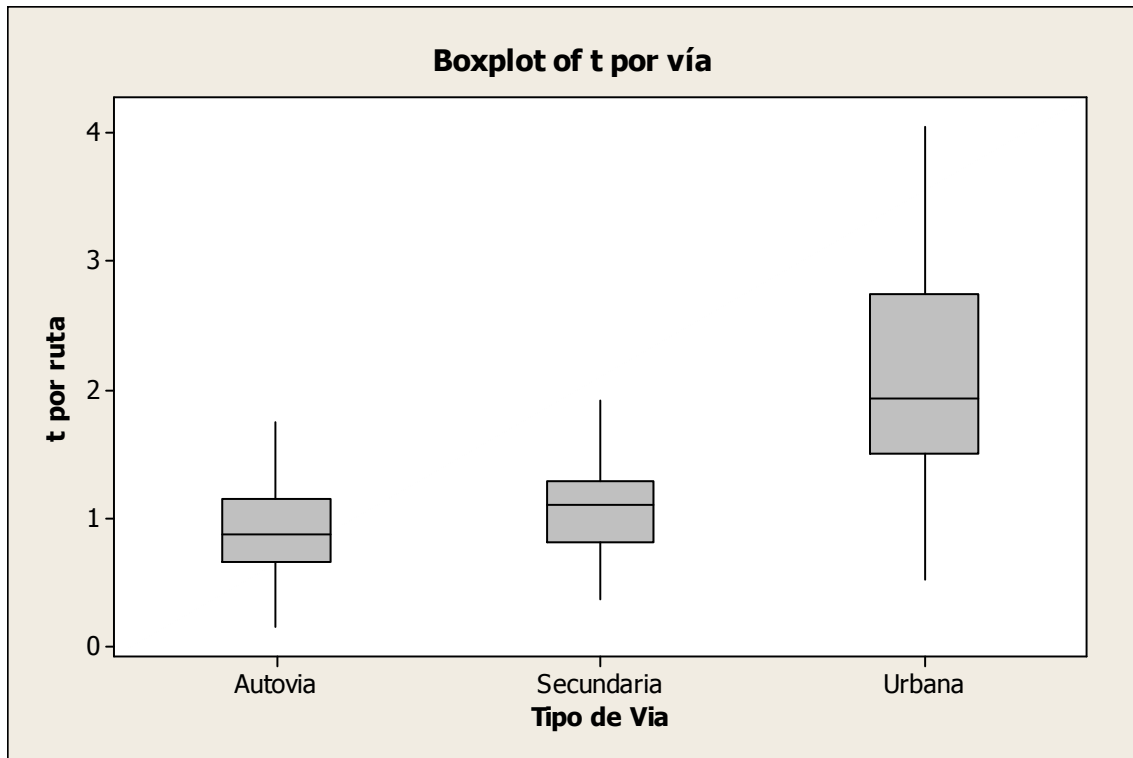


Gráfico 30. Comparación distintos tipos de vías

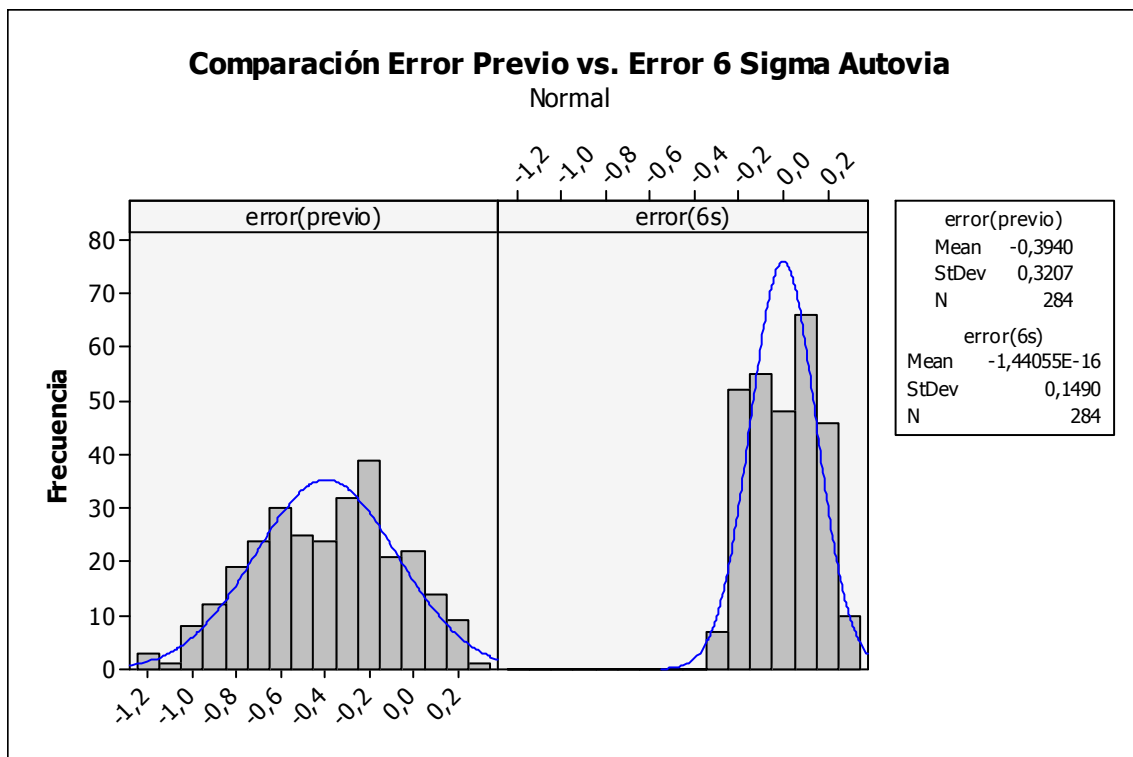


Gráfico 31. Comparación error vía, tipo autovía

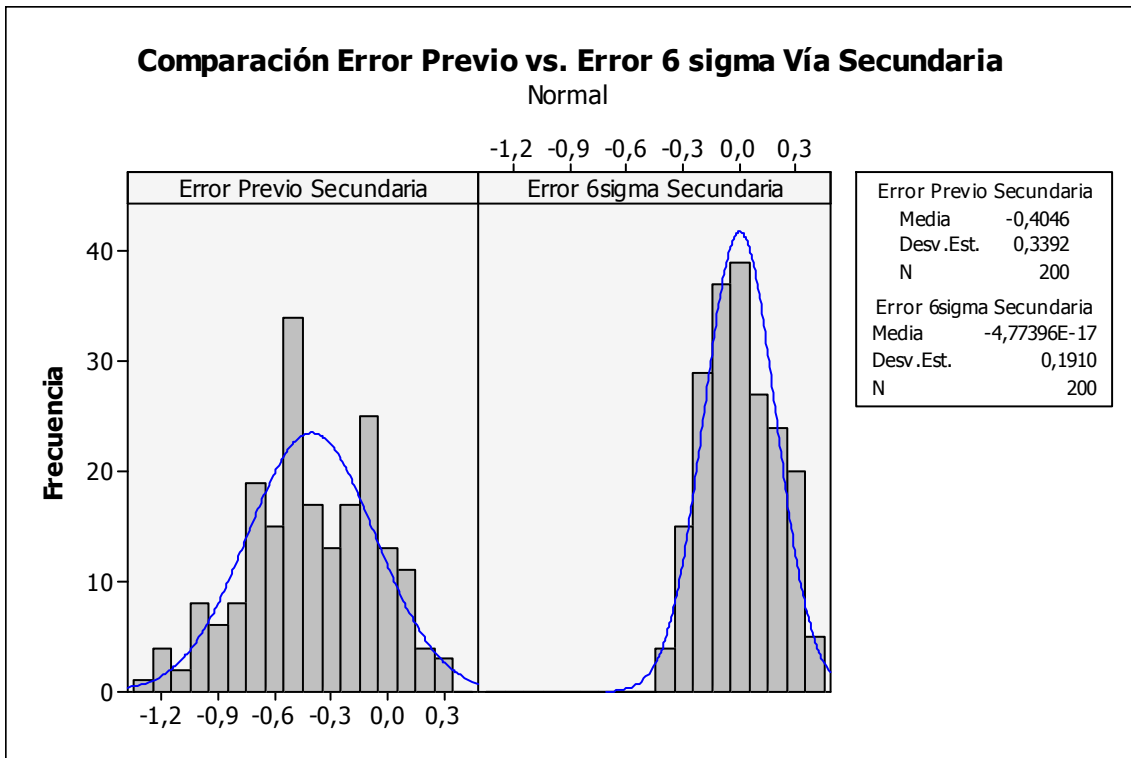


Gráfico 32. Comparación error vía, tipo secundaria

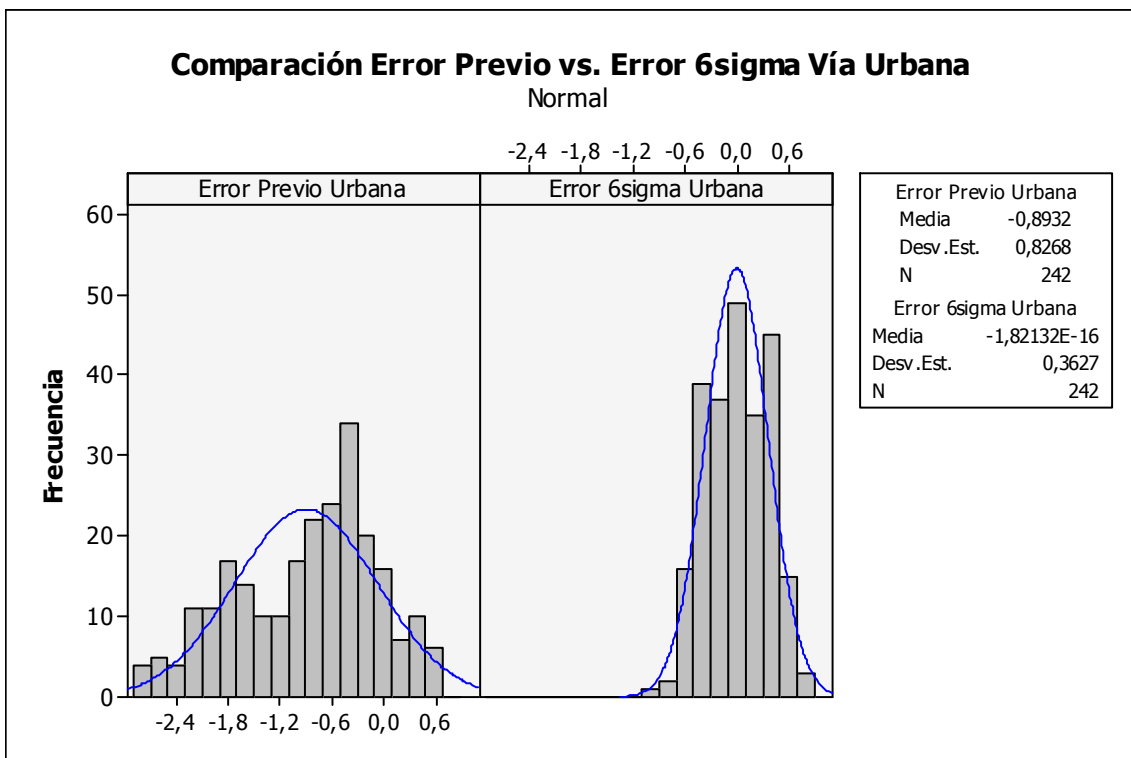


Gráfico 33. Comparación error vía, tipo urbana



CONDUCTOR: \_\_\_\_\_

FECHA	DIA	TRAMO A		TRAMO B		TRAMO C		HORA DE LLEGADA
		HORA SALIDA	LLUVIA	HORA	LLUVIA	HORA	LLUVIA	

LLUVIA      SEGÚN NIVEL DEL PARABRISA      0      1      2      3

**Gráfico 34. Formato recolección de datos**