



---

---

**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

---

---

**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA**

**MECÁNICA Y ELÉCTRICA**

**UNIDAD PROFESIONAL “ADOLFO LÓPEZ MATEOS”**

**SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

**“PRONÓSTICO DE LA DEMANDA A CORTO PLAZO PARA UN  
CIRCUITO DE DISTRIBUCIÓN CONSIDERANDO EL EFECTO  
DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA UTILIZANDO SERIES DE  
TIEMPO”**

# **TESIS**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**Maestro en Ciencias en Ingeniería Eléctrica**

**PRESENTA:**

**Ing. Everardo Vázquez Cantú**

**ASESORES:**

**Dr. David Romero Romero**

**Dr. Mohamed Badaoui**

**Ciudad de México; noviembre de 2018**



## RESUMEN

En la presente Tesis se desarrolla el pronóstico de la demanda a corto plazo para el intervalo de una semana de un circuito de distribución de prueba, y en el cual se tienen interconectados servicios que cuentan con generación local, conocida también como Generación Distribuida (GD), con el objetivo de conocer el efecto que tienen estos servicios en el comportamiento de la demanda del circuito.

Para poder realizar lo anterior se utilizarán los valores de las mediciones de demanda para un mes del circuito de prueba y del cual se excluyen los valores para fines de semana, y debido a que la Generación Distribuida (GD) que se encuentra en el circuito es en su totalidad fotovoltaica, será necesario considerar la aportación de ésta en el comportamiento de la demanda del circuito. Para formar la serie de tiempo se estarán utilizando los valores de las primeras tres semanas y con ello poder pronosticar la cuarta semana, además solo se utilizarán 3 métodos y los cuales serán Descomposición, ARIMA y Winters utilizando para ello el software estadístico Minitab® 18.1.

Si los pronósticos obtenidos se apegan lo más cercano posible a los valores reales de la demanda, se estarán aportando parámetros útiles para la planificación del sistema de distribución, evitando amenazas como la falta de capacidad en la infraestructura para alojar nuevas cargas. Por el contrario, una sobrestimación en los pronósticos dará lugar a malas decisiones de planeación, que pueden provocar pérdidas de capital, por lo que en este trabajo se busca reducir la incertidumbre por conocer la demanda eléctrica que será requerida en el corto plazo en un circuito de distribución para coadyuvar con el mejoramiento de la planeación y operación de este.

Una vez que se obtienen los valores para cada uno de los métodos se realizó una comparativa de los resultados del pronóstico con el valor real medido, para con ello determinar las ventajas y desventajas de cada método con base a las medidas de error utilizadas para medir la precisión del pronóstico.

Resultando de este análisis que el método que presenta un mejor comportamiento es ARIMA presentando valores de MAPE MAE y MSE más bajos en comparación con los otros dos métodos, ajustándose de mejor manera al comportamiento de la demanda real.

## **ABSTRACT**

In this thesis, the forecasting of the short-term demand for the one-week interval of a test distribution circuit is developed, and in which there are interconnected services that have local generation, also known as Distributed Generation, with the objective of knowing the effect that these services have on the demand behavior of the circuit.

In order to carry out the above, the values of the demand measurements for a month of the test circuit will be used and from which the values for weekends are excluded, and because the Distributed Generation that is in the circuit is in its entirety photovoltaic, it will be necessary to consider the contribution of this in the behavior of the demand of the circuit. To form the time series, the values of the first three weeks will be used and with this to be able to predict the fourth week, in addition only 3 methods will be used, and which will be Decomposition, ARIMA and Winters using the Minitab® 18.1 statistical software.

If the forecasts obtained are as close as possible to the real values of the demand, it will be providing useful parameters for the planning of the distribution system, avoiding threats such as the lack of capacity in the infrastructure to accommodate new loads. On the contrary, an overestimation in the forecasts will lead to poor planning decisions, which can cause capital losses, so in this thesis we seek to reduce the uncertainty by knowing the electrical demand that will be required in the short term in a distribution circuit to help with the improvement of the planning and operation of this.

Once the values for each of the methods were obtained, a comparison of the results of the forecast with the real value measured was made, in order to determine the advantages and disadvantages of each method based on the error measures used to measure the accuracy of the forecast.

Because of this analysis, ARIMA has the lowest MAPE MAE and MSE values compared to the other two methods, adjusting in a better way to the behavior of the real demand.

*“Lo que distingue las mentes verdaderamente originales no es que sean las primeras en ver algo nuevo, sino que son capaces de ver como nuevo lo que es viejo, conocido, visto y menospreciado por todos”*

*Friedrich Wilhelm Nietzsche*

## **Dedicatoria**

A mi madre, a quien la vida no le brindó la oportunidad de compartir conmigo este logro personal, pero sí le permitió formar en mí el deseo de superación; y que donde quiera que se encuentre mis pensamientos están con ella.

A mi esposa quien ha sido un pilar importante en todo este proceso de aprendizaje y evolución profesional, que gracias a su apoyo y comprensión he logrado alcanzar esta meta.

A mi abuela, quien me brindó todo el cariño y amor de una madre.

## **Agradecimientos**

A la Comisión Federal de Electricidad por haberme dado la oportunidad de participar en el programa de Maestría.

A la Subgerencia de Planeación y Construcción, de la División de Distribución Valle de México Centro por el apoyo otorgado para el desarrollo y culminación de la maestría.

A cada uno de los Doctores del Instituto Politécnico Nacional que formaron parte de este desarrollo profesional, por haber compartido de sus conocimientos.

A mi familia por estar alentándome en todo momento.

A mis amigos y compañeros de trabajo que de manera directa o indirecta participaron en el desarrollo de la Maestría y en la elaboración de la presente Tesis.



# ÍNDICE GENERAL

<b>RESUMEN</b>	1
<b>ABSTRACT</b>	2
<b>LISTA DE FIGURAS</b>	10
<b>LISTA DE TABLAS</b>	12
<b>NOMENCLATURA</b>	14
<b>ABREVIATURAS</b>	17
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b>	19
1.1. ANTECEDENTES	19
1.2. HORIZONTES DE TIEMPO DEL PRONÓSTICO	21
1.2.1. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA A CORTO PLAZO	21
1.2.2. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA A MEDIANO PLAZO	21
1.2.3. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA A LARGO PLAZO	22
1.3. ESTADO DEL ARTE	22
1.3.1. TRABAJOS DESARROLLADOS EN EL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL	23
1.4. OBJETIVO DE LA TESIS	24
1.4.1. OBJETIVOS PARTICULARES	24
1.5. JUSTIFICACIÓN	25
1.6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
1.7. LIMITACIONES DE LA TESIS	26
1.8. APORTACIONES DE LA TESIS	26
1.9. CONTENIDO DE LA TESIS	27
<b>CAPÍTULO 2. MÉTODOS DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>	28



2.1. INTRODUCCIÓN	28
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PRONÓSTICO	29
2.2.1. MÉTODOS CUANTITATIVOS	29
2.2.2. MÉTODOS CUALITATIVOS	30
2.3. MARCO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE PRONÓSTICO	30
2.3.1. PROCESO PARA REALIZAR UN PRONÓSTICO	31
2.3.2. ERROR RESIDUAL	32
2.4. MÉTODOS DE SERIES DE TIEMPO	33
2.4.1. COMPONENTES DE UNA SERIE DE TIEMPO	33
2.4.1.1. Tendencia	33
2.4.1.2. Fluctuaciones cíclicas	34
2.4.1.3. Fluctuaciones estacionales	34
2.4.1.4. Fluctuaciones aleatorias	35
2.4.2. Método de Descomposición	36
2.5. ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES BASADOS EN PROMEDIOS	37
2.5.1. Promedio Simple	37
2.5.2. Promedios Móviles	38
2.5.3. Promedio móvil doble	38
2.5.4. Promedios Móviles Ponderados	39
2.6. ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES BASADOS EN SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL	40
2.6.1. Suavización Exponencial	40
2.6.2. Atenuación exponencial ajustada a la tendencia: Método de Holt	41
2.6.3. Atenuación exponencial ajustada a la tendencia y a la variación estacional: Modelo Winters	42
2.7. ELABORACIÓN DE LOS MODELOS AR, MA Y ARMA PARA SERIES DE TIEMPO	44
2.7.1. Proceso Autorregresivo (AR)	44
2.7.2. Proceso de Media Móvil (MA)	45
2.7.3. Proceso Autorregresivo y de Media Móvil (ARMA)	45
2.7.4. Proceso Autorregresivo Integrado de Media Móvil (ARIMA)	45
2.7.5. Modelos estacionales ARIMA	48
2.7.6. Pruebas de Estacionariedad	49





2.7.7. Criterios de validez para modelos ARIMA	51
2.7.7.1. Estadístico AIC (Akaike Information Criterion)	51
2.7.7.2 Estadístico SBC (Schwartz Bayesian Criterion)	51
2.8. MEDICIÓN DEL ERROR	51
2.8.1. Error Medio (ME Mean Error)	52
2.8.2. Error Medio Absoluto (MAE Mean Absolute Error)	52
2.8.3. Desviación Media Absoluta (MAD Mean Absolute Deviation)	52
2.8.4. Desviación Media Cuadrática (MSD Mean Squared Deviation)	52
2.8.5. Error Medio Cuadrático (MSE Mean Square Error)	53
2.8.6. Porcentaje de Error Medio Absoluto (MAPE Mean Absolute Percentage Error)	53
<b>CAPÍTULO 3. GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y SU IMPACTO EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN</b>	54
3.1. INTRODUCCIÓN	54
3.2. DEFINICIÓN GENERACIÓN DISTRIBUIDA (GD)	55
3.3. APLICACIONES Y PROBLEMAS DE LA GD	57
3.4. FACTORES DE CRECIMIENTO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA	58
3.4.1. Factores Ambientales	58
3.4.2 Factores Comerciales	58
3.4.3. Factores de Regulación Nacional	59
3.5. IMPACTO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN.	59
3.6. GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN MÉXICO	60
<b>CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA Y RESULTADOS</b>	63
4.1. ANTECEDENTES	63
4.2. ANALISIS DE LA DEMANDA	65



4.3. FACTOR DE GENERACIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	66
4.4. ACONDICIONAMIENTO DE LA SERIE DE TIEMPO POR EL EFECTO DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA	68
4.5. APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PRONÓSTICOS	71
4.5.1. MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN MULTIPLICATIVO	71
4.5.2. MÉTODO DE WINTERS	81
4.5.3. MÉTODO ARIMA	90
4.5.3.1. Protocolo para la identificación de los modelos ARIMA y ARIMA estacional tipo Box-Jenkins	90
<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES, APORTACIONES Y TRABAJOS FUTUROS</b>	105
5.1. CONCLUSIONES	105
5.2. APORTACIONES DE LA TESIS	106
5.3. TRABAJOS FUTUROS	106
<b>REFERENCIAS</b>	107
<b>APÉNDICE A.</b> Contratos de Interconexión en el circuito de prueba	111
<b>APÉNDICE B.</b> Valores de Demanda del circuito de prueba	113
<b>APÉNDICE C.</b> Valores de Demanda del circuito de prueba sin el efecto de la Generación Distribuida	121
<b>APÉNDICE D.</b> Resumen del Modelo de Descomposición Multiplicativo	134
<b>APÉNDICE E.</b> Resumen del Modelo Winters Multiplicativo	147
<b>APÉNDICE F.</b> Resumen de resultados al modificar los coeficientes de suavización del Modelo Winters Multiplicativo	160
<b>APÉNDICE G.</b> Resumen de resultados al modificar los parámetros (p,d,q) (P,D,Q) del Modelo ARIMA	183
<b>APÉNDICE H.</b> Pantallas de entorno Minitab® 18.1	197



## LISTA DE FIGURAS

- Fig. 1.1. Componentes del Sistema Eléctrico Nacional (SEN).
- Fig. 2.1. Marco conceptual de un modelo de pronóstico.
- Fig. 2.2. Proceso para realizar un pronóstico.
- Fig. 2.3. Característica de la componente tendencia en una Serie Temporal.
- Fig. 2.4. Característica de la componente cíclica en una Serie Temporal
- Fig. 2.5. Característica de la componente de estacionalidad en una Serie Temporal.
- Fig. 2.6. Característica de la componente aleatoriedad en una Serie Temporal.
- Fig. 3.1. Clasificación Generación Distribuida (DG).
- Fig. 3.2. Evolución Anual de Capacidad de Generación y Contratos de Interconexión para GD.
- Fig. 3.3. Evolución Acumulada de Capacidad de Generación y Contratos de Interconexión para GD.
- Fig. 3.4. Números de Contratos por Rango de Capacidad
- Fig. 3.5. Capacidad instalada por tipo de tecnología.
- Fig. 4.1. Circuito de Distribución de prueba.
- Fig. 4.2. Demanda del circuito REF5XXXX para el mes de octubre de 2017.
- Fig. 4.3. Perfil de demanda diaria REF5XXXX.
- Fig. 4.4. Comportamiento de generación típica de una fuente fotovoltaica.
- Fig. 4.5. Diagrama de flujo para el acondicionamiento de la serie y obtención de pronósticos.
- Fig. 4.6. Gráfica de Cajas por Estación.
- Fig. 4.7. Gráfica de índices estacionales.
- Fig. 4.8. Datos Originales y Datos Ajustados.
- Fig. 4.9. Gráfica de Descomposición de la serie.
- Fig. 4.10. Comportamiento de los residuos por el Método de Descomposición Multiplicativo



Fig. 4.11. Gráfica Pronóstico VS Valor Real (Método de Descomposición Multiplicativo)

Fig. 4.12. Gráfica de valores actuales, ajustes, pronósticos e IP de 95%

Fig. 4.13. Gráfica de Valor Real, ajustes y pronósticos

Fig. 4.14. Gráfica Pronóstico VS Valor Real (Método Winters Multiplicativo)

Fig. 4.15. Comportamiento de los residuos por el Método Winters

Fig. 4.16. Protocolo para identificación de Modelo ARIMA y SARIMA

Fig. 4.17. Gráfica del Factor de Autocorrelación para 65 desfases

Fig. 4.18. Gráfica del Factor de Autocorrelación Parcial para 65 desfases

Fig. 4.19. Gráficas de residuos de los ajustes de ARIMA

Fig. 4.20. ACF de los Residuos

Fig. 4.21. PACF de los Residuos

Fig. 4.22. Demanda sin GD y Pronósticos de la 4ta semana

Fig. 4.23. Gráfica Pronóstico VS Valor Real (Método ARIMA)

Fig. 4.24. Gráfica Pronóstico por Método y Valor Real



## LISTA DE TABLAS

- Tabla 4.1. Factor de generación por hora del día.
- Tabla 4.2. Demanda para el día 02 de octubre considerando el factor de generación.
- Tabla 4.3. Índice Estacional.
- Tabla 4.4. Pronóstico de demanda considerando la GD (Método de Descomposición).
- Tabla 4.5. Valores de Estacionalidad 24 octubre.
- Tabla 4.6. Pronóstico de demanda considerando la GD (Método de Winters).
- Tabla 4.7. Análisis de Sensibilidad de los valores de MAPE, MAE y MSE al modificar los Coeficientes de Suavización.
- Tabla 4.8. Factor de Autocorrelación para 65 desfases.
- Tabla 4.9. Factor de Autocorrelación Parcial para 65 desfases.
- Tabla 4.10. Estimaciones de los coeficientes por Iteración.
- Tabla 4.11. Valores de los coeficientes para el Modelo ARIMA Estacional.
- Tabla 4.12. Pronóstico de demanda considerando la GD (Método ARIMA).
- Tabla 4.13. Análisis de Sensibilidad de los valores de MAPE, MAE y MSE al modificar los parámetros ARIMA.
- Tabla 4.14. Valores de Error por Método de Pronóstico
- Tabla A.1 Contratos de Interconexión.
- Tabla B.1 Valores de Demanda del Circuito REF5XXXX.
- Tabla C.1 Valores de demanda del circuito REF5XXXX sin el efecto de la GD.
- Tabla D.1 Resumen del Modelo de Descomposición Multiplicativo Minitab® 18.1.
- Tabla E.1 Resumen del Modelo de Winters Multiplicativo Minitab® 18.1.
- Tabla F.1 Valores Pronóstico para Nivel= 0.9 Tendencia= 0.1 y Estacionalidad= 0.2
- Tabla F.2 Valores Pronóstico para Nivel= 0.5 Tendencia= 0.1 y Estacionalidad= 0.2
- Tabla F.3 Valores Pronóstico para Nivel= 0.2 Tendencia= 0.1 y Estacionalidad= 0.2



Tabla F.4 Valores Pronóstico para Nivel= 0.5 Tendencia= 0.1 y Estacionalidad= 0.5

Tabla F.5 Valores Pronóstico para Nivel= 0.2 Tendencia= 0.1 y Estacionalidad= 0.7

Tabla F.6 Valores Pronóstico para Nivel= 0.2 Tendencia= 0.1 y Estacionalidad= 0.4

Tabla G.1 Valores Pronóstico para ARIMA (1,1,1) (1,1,1)

Tabla G.2 Valores Pronóstico para ARIMA (2,1,2) (1,1,1)

Tabla G.3 Valores Pronóstico para ARIMA (1,1,1) (2,1,2)

Tabla G.4 Valores Pronóstico para ARIMA (1,1,1) (0,1,1)



## NOMENCLATURA

*E* Error Residual

$Y_t$  Nuevo valor o valor Real de la serie observado en el tiempo  $t$

$F_t$  Valor Pronosticado

$Y_t^a$  Nuevo valor para el esquema aditivo

$Y_t^m$  Nuevo valor para el esquema multiplicativo

$Y_t^x$  Nuevo valor para el esquema mixto

$L_t$  Ciclo

$m_t$  Tendencia

$S_t$  Estacionalidad

$\varepsilon_t$  Componente Aleatorio

$P_{Si}$  Promedio del período estacional  $i$

$S_i$  Índice estacional en el período  $i$

$PS$  Promedio Simple

$Y_i$  Demanda en el período  $i$

$M_t$  Primer promedio móvil

$M'_t$  Segundo promedio móvil

$a_t$  Diferencia de promedios móviles dobles

$b_t$  Factor de ajuste de promedios móviles dobles

$\hat{Y}_{t+p}$  Pronóstico para  $p$  períodos en el futuro

$W_t$  Peso asignado al período  $i$ , entre 0 y 100%

$PM$  Promedios móviles ponderados

$\bar{Y}$  Media de los datos

$\hat{Y}_{t+1}$  Valor de Pronóstico atenuado para el período  $t$



$\alpha$  Constante de atenuación de la estimación del nivel ( $0 < \alpha < 1$ )

$\hat{Y}_t$  Valor atenuado anterior período

$Y_{t+1}$  Pronóstico para un período en adelante

$\beta$  Constante de atenuación de la estimación de la tendencia ( $0 < \beta < 1$ )

$T_t$  Estimación de la tendencia

$A_t$  Nuevo valor atenuado (Nivel)

$\gamma$  Constante de atenuación de la estimación de la estacionalidad

$S_t$  Estimación de la Estacionalidad

$S_{t-L+P}$  Componente estacional para el mismo período anterior

$L$  Longitud de la estacionalidad

$Y'_t$  Primer diferencia

$Y_{t-1}$  Valor anterior

$Y''_t$  Segunda diferencia

$Y_{t-2}$  Segundo valor anterior

$Y_t^*$  Primer diferencia estacional

$Y_t^{''*}$  Segunda diferencia estacional

$Y_{t-s}$  Valor anterior de la serie para la misma estación

$Y_{t-s+1}$  Valor anterior de la serie para la estación  $S + 1$

$C_k$  Autovarianza

$r_k$  Factor de autocorrelación atrasado  $k$  períodos

$p$  Número de parámetros autorregresivos

$q$  Número de medias móviles

$d$  Número de diferencias para hacer la serie estacionaria

$T$  Número de instantes considerados en la serie





***l** Valor de logaritmo de la función de verosimilitud*

***n** número de datos de la serie*

*$\angle_{Ri}$  = Angulo de referencia a la hora  $i$*

***FG<sub>i</sub>** = Factor de Generación a la hora  $i$*

***dm** Diferencia de minutos con respecto a las 18:00 h*

***A<sub>GDi</sub>** Aportación Generación Distribuida a la hora  $i$*

***CIG** Capacidad instalada de Generación*

***D<sub>i</sub>** = Demanda ajustada en la hora  $i$*

***D<sub>Mi</sub>** = Demanda medida en SIMOCE en la hora  $i$*

***D<sub>pi</sub>** = Ajuste de la Demanda pronosticada en la hora  $i$*

***D<sub>piGD</sub>** = Demanda pronosticada en la hora  $i$  sin la aportación de la GD*



## ABREVIATURAS

<b>ACF</b>	Función de Autocorrelación.
<b>AIC</b>	Criterio de información de Akaike (Akaike Information Criterion).
<b>ARMA</b>	Modelo Autorregresivo de Promedio Móvil (Auto-Regressive, Moving Average).
<b>ARIMA</b>	Modelo Autorregresivo Integrado de Promedio Móvil (Auto-Regressive, Integrated Moving Average).
<b>ARMAX</b>	Modelo Autorregresivo de Promedio Móvil con Variables Exógenas (Auto-Regressive Moving Average Model with Exogenous Variables).
<b>CENACE</b>	Centro Nacional de Control de Energía
<b>CFE</b>	Comisión Federal de Electricidad
<b>CHP</b>	Combined Heat and Power
<b>CRE</b>	Comisión Reguladora de Energía
<b>GD</b>	Generación Distribuida.
<b>LIE</b>	Ley de la Industria Eléctrica
<b>LTLF</b>	Pronóstico de la Carga a Largo Plazo (Long Term Load Forecasting).
<b>MAE</b>	Error Medio Absoluto (Mean Absolute Error)
<b>MAD</b>	Desviación Media Absoluta (Mean Absolute Deviation)
<b>MAPE</b>	Porcentaje de Error Medio Absoluto (Mean Absolute Percentage Error)
<b>ME</b>	Error Medio (Mean Error)
<b>MSD</b>	Desviación Media Cuadrática (Mean Squared Deviation)
<b>MSE</b>	Error Medio Cuadrático (Mean Square Error)
<b>MTLF</b>	Pronóstico de la Carga a Mediano Plazo (Medium Term Load Forecasting).
<b>PACF</b>	Función de Autocorrelación Parcial
<b>PEI</b>	Power Electronic Interface.
<b>RGD</b>	Redes Generales de Distribución.



**RNT** Red Nacional de Transmisión.

**SBC** Criterio de Schwartz (Schwartz Bayesian Criterion).

**SEN** Sistema Eléctrico Nacional.

**SIMOCE** Sistema de Monitoreo de la Calidad de la Energía

**STLF** Pronóstico de la Carga a Corto Plazo (Short Term Load Forecasting).

# CAPÍTULO 1

## INTRODUCCIÓN

### 1.1 ANTECEDENTES

Derivado de la Reforma Energética que se ha impulsado en años recientes y en la cual el mercado eléctrico mexicano se transforma en un mercado desregularizado en el que se permite la participación de inversiones privadas en las áreas de generación y comercialización de la energía, además de la incorporación de Generación Distribuida (GD) en la Red Nacional de Transmisión (RNT) y/o las Redes Generales de Distribución (RGD) [1]. Se crea la necesidad de desarrollar modelos de pronóstico que permitan operar los elementos que conforman el Sistema Eléctrico Nacional (SEN) de una manera eficiente, segura y económica. El SEN conforme a lo que se señala en la Ley de la Industria Eléctrica (LIE) está integrado por:

- a) La Red Nacional de Transmisión;
- b) Las Redes Generales de Distribución;
- c) Las Centrales Eléctricas que entregan energía eléctrica a la Red Nacional de Transmisión o a las Redes Generales de Distribución;
- d) Los equipos e instalaciones del CENACE utilizados para llevar a cabo el Control Operativo del Sistema Eléctrico Nacional. [1]



Fig. 1.1. Componentes del Sistema Eléctrica Nacional (SEN) [1]

En el mismo sentido, el pronóstico de la demanda eléctrica se emplea para la seguridad del sistema, planeación de la operación y mantenimiento, inversión a largo plazo en la generación, y además para desarrollar planes de despacho económico, buscando siempre el suministro de energía de calidad. [2]

Durante la última década, los mercados eléctricos han estado cambiando a modelos desregularizados [1], creándose la necesidad de modelos de pronóstico de la demanda más



precisos; ya que a falta de éstos se corre el riesgo de una sub-generación o sobre-generación y lo que ocasiona afectaciones de carácter operativo y económico; dado que una empresa tendrá que adquirir o generar energía eléctrica a un mayor costo, con las correspondientes consecuencias técnicas de desconectar carga, y pérdida de calidad en el suministro del servicio. [3]

Un punto muy importante que se debe tomar en cuenta a la hora de realizar el pronóstico de la demanda es contar con una serie de tiempo consistente y libre de datos atípicos; se consideran datos atípicos a los que no representan el comportamiento de la demanda de un sistema eléctrico operando bajo condiciones normales. Estos datos tienen su origen por diversas razones, ya sea por fallas del propio sistema eléctrico, errores humanos o falla en los equipos de medición. [4]

Algunos de los errores que se presentan son picos de demanda, que se refieren a cambios muy bruscos para tomar valores muy altos de potencia, así como ausencia de medición en algunos registros, es decir si la medición es de valor cero y no corresponde al comportamiento normal, o bien, que el intervalo de tiempo no es consistente, es decir que se presentan intervalos, por ejemplo, de 5, 10 o 15 minutos, aunque el que predomine sea el de 15 minutos. Estas anomalías presentes en las mediciones no representan el comportamiento de la demanda bajo condiciones normales, por lo que causarían problemas posteriores en el proceso de pronóstico de la demanda, así como en su calibración. Por esta razón, es importante contar con una serie de tiempo consistente y que esté libre de datos atípicos. [4]

Para llegar a contar con una serie de tiempo adecuada, se debe realizar un proceso que identifique estos datos erróneos y posteriormente los sustituya por otros valores considerados como correctos, de acuerdo con mediciones de días similares y que reflejen el comportamiento de la demanda del sistema operando bajo condiciones normales. [4]

Según el horizonte de tiempo, los pronósticos de demanda pueden usarse para llevar a cabo diferentes acciones primordiales para el sistema. En el caso de corto plazo un buen pronóstico de demanda es importante porque permite: [5]

- Establecer criterios para que los generadores participantes del mercado decidan sus ofertas de generación para el día siguiente, y se defina el precio para la energía eléctrica. [5]
- Programar y operar las unidades de generación diariamente. [5]
- Ayudar a estimar el flujo de carga y tomar decisiones que pueden prevenir las sobrecargas y que al mismo tiempo pueden evitar ciertos eventos, como la falla de equipos o apagones, proporcionando con ello confiabilidad al sistema eléctrico. [5]



## **1.2. HORIZONTES DE TIEMPO DEL PRONÓSTICO**

El pronóstico de la demanda de energía eléctrica se clasifica principalmente en tres horizontes de tiempo: pronóstico a corto plazo, pronóstico a mediano plazo y pronóstico a largo plazo. [2]

### **1.2.1. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA A CORTO PLAZO**

Es el que cubre un periodo de tiempo de una hora a una semana en adelante y generalmente se utiliza para las operaciones día a día del sistema eléctrico tales como coordinación hidrotérmica, programación de arranque de unidades, estudios de flujos de potencia, estudios de seguridad, análisis de contingencias y programación de transacciones de energía en mercados desregulados. [4]

La demanda de energía eléctrica tiene variaciones las cuales son naturales, esta se ve afectada por varios factores tales como condiciones sociales, meteorológicas y económicas, para las cuales se tienen diferentes afectaciones. Las variaciones sociales y las condiciones económicas no tienen ninguna influencia para este pronóstico, por otra parte, las condiciones climatológicas tienen un papel preponderante en el pronóstico a corto plazo. [6]

Por lo que la demanda, durante los días laborales se diferencian de los días de fines de semana e igualmente durante los días festivos son diferentes de los días normales. [6]

### **1.2.2. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA A MEDIANO PLAZO**

Este tipo de pronóstico es el que abarca un horizonte de tiempo de una semana a un año, se emplea para la programación de combustibles, la programación de mantenimiento y ajustes de infraestructura menores. Las variables que emplea son patrones estacionales de la carga y factores económicos y demográficos, mientras que los resultados pueden ser datos tales como la carga máxima y requerimientos de la energía diaria. [4]

El pronóstico a mediano plazo está influenciado por muchos más factores aparte de las condiciones atmosféricas. Las variables socioeconómicas también desempeñan un papel importante en el desarrollo de los pronósticos mensuales de la demanda de la energía eléctrica. La inspección de los datos históricos muestra que el patrón del consumo de la demanda de energía es más o menos cíclico por su propia naturaleza, cambiando únicamente el lugar de la demanda máxima, debido al crecimiento de la población y por ende el crecimiento de la demanda. [6]



### **1.2.3. PRONÓSTICO DE LA DEMANDA A LARGO PLAZO**

Este tipo de análisis comprende horizonte de tiempo mayores a un año, y se utilizan para propósitos de planeación como la construcción de nuevas plantas de generación, subestaciones, incrementar la capacidad de transmisión y en general para la expansión del sistema eléctrico. Este tipo de pronóstico utiliza información tal como el crecimiento de la población, la expansión industrial, desarrollo del área local y consumos de energía anual pasados; los resultados obtenidos son del tipo de la demanda máxima anual y la demanda de energía anual para los años siguientes. [4]

El pronóstico a largo plazo de la demanda de energía eléctrica desempeña un papel importante en la planeación del crecimiento de cualquier sistema eléctrico de potencia. Por ejemplo, para llevar a cabo la interconexión entre dos o más sistemas eléctricos de potencia, es necesario realizar estudios extensivos, de todas las condiciones que pueden influir en los proyectos, así como, un estudio de mercado a futuro que respalde por un largo tiempo el capital que se invertirá. [6]

Para este horizonte de tiempo además de las variables usadas para el pronóstico a mediano plazo, las variables que más afectan la demanda son las variables socioeconómicas, ya que consideran el crecimiento de la población el producto interno bruto; por otra parte, las variables climatológicas dejan de influir para este horizonte de tiempo. [6]

### **1.3. ESTADO DEL ARTE**

Dado que no se sabe con certeza cuando los usuarios demandaran mayor o menor consumo de energía eléctrica, ya que esto está en función de las necesidades particulares de cada consumidor, la planeación del suministro eléctrico adquiere relevancia ya que permitirá al distribuidor estimar la cantidad de energía que circulará por su red para satisfacer las necesidades de los clientes, incrementando la calidad de esta. [2]

El pronóstico de la demanda a corto plazo (STLF) es un tema que ha sido abordado por varios autores y en distintas áreas de la ciencia y no solo en la ingeniería eléctrica, particularmente para este campo se han desarrollado varias metodologías además del perfeccionamiento de distintas técnicas de pronóstico que buscan ser más exactas tratando de disminuir el error de predicción.

En [3] se presenta un informe de los diferentes trabajos realizados sobre pronóstico de la demanda, además se desarrolla una guía para la construcción de modelos de pronóstico de la demanda de energía eléctrica.



En [7] se describe cada una de las partes que conforman el modelo ARIMA (Modelo de Autorregresivo Integrado de Promedio Móvil), y que es mejor conocido como Modelo Box-Jenkins.

En [8] se analiza el estado del arte que cubre un intervalo que comprende desde una hora hasta una semana, además se analiza la importancia en la programación en línea, así como las funciones de seguridad del sistema eléctrico, además se presenta una detallada clasificación de los tipos de modelos de carga y se exponen los aspectos prácticos para el desarrollo y el uso de los modelos STLF.

En [9] se realiza un modelo de pronóstico para un día en adelante, en el cual se utiliza el Modelo Autorregresivo de Promedio Móvil con Variables Exógenas (ARMAX), que para este caso son las variables del clima.

En el caso del STLF, se deben considerar ciertos factores para el modelo de pronóstico, por lo que en [10] se revisan los modelos de pronóstico en línea y fuera de línea, así como diversas técnicas que se utilizan para la elaboración del pronóstico.

Además, en [11] se presenta un algoritmo basado en el ajuste de curvas de la demanda, tomando como base los perfiles de carga históricos en algunos sistemas de distribución.

En [12] se compara el método de Holt y el de Holt-Winters para incluir una estacionalidad, dentro de la misma serie de tiempo, para analizar el desempeño de cada uno de ellos, así también se analiza el modelo ARIMA.

Por último, en [13] se indican los conceptos básicos de demanda, se analizan las curvas demanda, el impacto del clima en el pronóstico, así como el desarrollo del pronóstico considerando la carga espacial y a partir de esto realizar la planeación del sistema de distribución.

### **1.3.1. TRABAJOS DESARROLLADOS EN EL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

En [2] se emplea una red neuronal artificial de retropropagación para llevar a cabo el pronóstico de la demanda de energía eléctrica a corto plazo en un sistema eléctrico de potencia, y en cual se desarrolla una herramienta para eliminar los valores atípicos.

En [4] se desarrolla un procedimiento de pronóstico y calibración de la carga, cuya finalidad es producir información de una red distribución, el procedimiento incorpora tres módulos desarrollados en lenguaje Fortran, los cuales son el acondicionamiento y





reconstrucción de la serie de tiempo, el pronóstico de la carga a corto plazo y la calibración o distribución de carga en los nodos de la red.

Para el caso de [6] se desarrolló un modelo univariable para el pronóstico de la demanda a mediano plazo empleando una red neuronal de retropropagación, siendo la primera aplicación de pronóstico de la demanda donde se emplean las ventajas de la inteligencia artificial.

## **1.4. OBJETIVO DE LA TESIS**

Desarrollar modelos de pronóstico de la demanda de energía eléctrica a corto plazo para el período de una semana utilizando series de tiempo con el uso del software Minitab® 18.1, los cuales consideren los efectos en la demanda que se presentan por la interconexión en la red de distribución de fuentes de Generación Distribuida (GD) existente en el circuito de prueba, los resultados obtenidos del pronóstico permitirán la toma de decisiones que deriven en beneficios para el Sistema Eléctrico, el Distribuidor y los Clientes.

Para tal fin, se utilizarán los valores de medición de demanda para un mes en particular, y los cuales se registran en el Sistema de Monitoreo de Calidad de la Energía de CFE Distribución (SIMOCE) que se presentan el circuito bajo análisis, para lo cual se considerarán los datos de las primeras 3 semanas para formar la serie de tiempo, con la finalidad de pronosticar la cuarta semana.

### **1.4.1. OBJETIVOS PARTICULARES**

Los métodos que se utilizarán en este documento serán Descomposición Multiplicativa, ARIMA (Modelo Autorregresivo Integrado de Promedio Móvil por sus siglas en inglés) y el Método Winters. Con los valores de pronóstico obtenidos por cada uno de ellos, se realizará una comparativa de los resultados con base a las medidas de error del pronóstico y poder determinar cuál es el modelo que mejor se ajusta a los valores reales.

Para desarrollar el pronóstico se tomarán en cuenta las aportaciones de la Generación Distribuida sobre la demanda, y debido a que toda la generación presente en el circuito bajo estudio es fotovoltaica se incorporará la utilización de un factor de generación para modificar la serie de tiempo.

Además, se conocerán las demandas máximas en el circuito, así como el horario en el que se presentan, lo que resultará en la planificación de la operación y mantenimiento de la red de distribución.



## 1.5. JUSTIFICACIÓN

El pronóstico de la demanda de la energía eléctrica se define básicamente como la ciencia o el arte de predecir la demanda futura de un sistema dado, para un período de tiempo futuro específico (corto, mediano o largo plazo). Esta predicción puede ser desde unos cuantos minutos con fines de operación, hasta años con fines de planeación de crecimiento de la infraestructura eléctrica. [14]

Tener un buen pronóstico, brinda a las compañías de distribución la posibilidad de llevar a cabo las medidas necesarias en la operación y mantenimiento del sistema para ofrecer un suministro de energía eléctrica continuo, es decir prever y evitar cortes de servicio al usuario final, reducir las pérdidas de energía eléctrica o planear el uso de los recursos y el crecimiento de la infraestructura eléctrica.

Con el presente trabajo se busca determinar el pronóstico a corto plazo (una semana) de un circuito de distribución con la finalidad de conocer su comportamiento, y con ello poder determinar las actividades de operación, mantenimiento e inversión que sean requeridas para mejorar la calidad del servicio y que además signifiquen ahorros para la empresa distribuidora.

## 1.6. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Derivado del crecimiento de la Generación Distribuida (GD) en México como resultado de la reforma energética realizada en el año 2015 [1]. Resulta necesario considerar el efecto de este tipo de generación en el comportamiento de la demanda de un circuito de distribución, esto con la finalidad de poder elaborar modelos de pronóstico de la demanda.

Dado que actualmente en la base de datos del Distribuidor no se cuenta con las lecturas de perfiles de generación para los servicios que funcionan bajo este esquema, ya sea para intervalos de 5, 10 o 15 minutos, y que estos registros si se tienen para la demanda total del circuito, se complica conocer la demanda que realmente se consume en el circuito de distribución.

No obstante, de haberse desarrollado múltiples modelos y probado con éxito, hoy en día no existe un modelo generalizado de aplicación universal de pronóstico, una razón es que para cada caso de estudio se presentan circunstancias y necesidades particulares, lo cual evita desarrollar un modelo generalizado, como lo demuestran los resultados de múltiples trabajos, los cuales no suelen ser comparables entre sí. [15]

Este trabajo desarrolla el pronóstico de la demanda de energía eléctrica a corto plazo (una semana en adelante), por lo cual se emplea como información las mediciones generadas



en un circuito de distribución y el cual tiene interconectados servicios de Generación Distribuida (GD) a lo largo de la trayectoria del circuito.

Debido a que la GD afecta el comportamiento normal del circuito, para poder realizar el pronóstico de la demanda a corto plazo, se debe calcular la aportación en demanda que entrega esta generación, por lo que se considera la capacidad neta instalada de generación, la cual es afectada por un factor de aportación que sirve para incrementar los valores de las mediciones del circuito de distribución, esto para poder acondicionar la serie de tiempo que servirá para el estudio del pronóstico.

## **1.7. LIMITACIONES DE LA TESIS**

Con la finalidad de formar una serie de tiempo estable se considera que para el circuito de prueba se tiene un comportamiento de la demanda eléctrica del sistema de distribución operando bajo condiciones normales, es decir que no se toman en cuenta las transferencias de cargas por falla o mantenimiento. Así también todos los días se consideran como normales, y se excluyen los fines de semana, dado que la demanda para estos días disminuye.

Además, debido a que en este circuito toda la generación que se presenta es fotovoltaica, y a que los sistemas de medición instalados no registran la generación producida realmente por los generadores de pequeña escala, se deberán tomar en cuenta los datos de capacidad neta instalada de generación, y la cual se afectará con un factor de generación, con la finalidad de poder incluir el efecto de la GD en la demanda.

## **1.8. APORTACIONES DE LA TESIS**

Con la finalidad de poder realizar el pronóstico a corto plazo de la demanda para un circuito de distribución que cuente con la presencia de generación distribuida, en esta Tesis se presenta una metodología que permite incorporar la contribución de dicha generación a la demanda suministrada por el circuito bajo estudio, ya que ésta tiene un efecto sobre la demanda real que debe ser suministrada por el circuito, lo que permitirá el uso del pronóstico para otras actividades como lo son la planificación del sistema eléctrico, el cálculo de pérdidas técnicas esperadas, entre otros.

Así también este trabajo permite realizar una comparación entre los métodos de pronóstico utilizados (Descomposición, ARIMA y Winters), en donde con el método ARIMA se observa que se obtienen los mejores pronósticos utilizando como mediciones del error los conceptos de MAPE, MAE y MSE para determinar la exactitud del pronóstico.



## 1.9. CONTENIDO DE LA TESIS

En el Capítulo 1 se presentan los antecedentes, el objetivo general y particular de la Tesis, así como la justificación de esta, además de que se mencionan las limitaciones de la investigación.

En el Capítulo 2 se definen los tipos de pronóstico con base al horizonte de tiempo con el que se desea trabajar, así también se explica de forma resumida las componentes de una serie de tiempo, así como diversos métodos de pronóstico, además de que se realiza la descripción de los pasos para realizar un pronóstico. Por último, se explican los conceptos de medición del error para poder determinar qué tan preciso es un pronóstico.

En el Capítulo 3 se aborda el concepto de Generación Distribuida y sus principales aplicaciones, por lo que además se mencionan sus principales efectos en las redes de distribución, además de que se proporciona información sobre la penetración y evolución que ha tenido en México a partir de la implementación de la reforma energética.

Para el Capítulo 4 Se describe el circuito de prueba, así como los pasos empleados para realizar el pronóstico desde el tratamiento de los datos hasta los ajustes necesarios para formar la serie de tiempo con la que se trabaja. Además, se desarrollan los métodos de pronóstico Descomposición Multiplicativo, Winters y ARIMA, posteriormente se hace un análisis de las medidas del error para cada uno de ellos.

En el Capítulo 5 se establecen las conclusiones como resultado del trabajo, ventajas y desventajas de cada uno de los modelos, así mismo se mencionan las aportaciones y recomendaciones para trabajos futuros.



## CAPÍTULO 2

# MÉTODOS DE PRONÓSTICO DE LA DEMANDA EN REDES DE DISTRIBUCIÓN

### 2.1. INTRODUCCIÓN

El objetivo del pronóstico es la aplicación de diversas técnicas de predicción, que se realizan en diferentes áreas del conocimiento, buscando llevar a un mínimo la incertidumbre del futuro, es así como toda predicción tiene un objetivo de aplicación bien definido. [11]

La diferencia entre pronóstico y predicción es que, mientras el pronóstico nos indica lo que sucederá en el futuro, con base a lo que ha venido sucediendo en el pasado, y la predicción nos permite estimar lo que pudiera suceder, en caso de que se presenten algunos cambios en las variables del proceso. [12]

El pronóstico de la demanda de energía eléctrica es un procedimiento sistemático que permite definir cuantitativamente la demanda futura y por ser de vital importancia debe procurarse que dicha información sea lo más exacta posible, sin olvidar la presencia de incertidumbres. Dependiendo del período de tiempo que se adopte en el análisis se podría considerar dentro del pronóstico tres técnicas de predicción: de corto, mediano y largo plazo, todo depende del tipo de análisis a ejecutarse y de la complejidad en la modelación. [16]

Una gran cantidad de métodos han sido aplicados en el pronóstico de la demanda, por lo que una clasificación de los métodos es de acuerdo con [13] donde se organizan en dos grupos básicos: los de métodos de tendencia y los de simulación.

Los primeros trabajan con datos históricos, extrapolando los patrones que presentan los valores pasados, los métodos más representativos son lo de extrapolación y los de regresión.

Los métodos de simulación buscan reproducir o modelar el proceso de crecimiento de la demanda para identificar algunas de las razones de ese crecimiento.

Una manera de clasificar los pronósticos de la demanda es de acuerdo con el tiempo de adelanto en que se realiza el estudio, como el mostrado en [17], donde se clasifican como Pronóstico de la Demanda a Corto Plazo (STLF), Pronóstico de la Demanda a Mediano Plazo (MTLF) y Pronóstico de la Carga a Largo Plazo (LTLF).



En la actualidad el pronóstico a corto plazo es el más empleado, pero con la desregularización del mercado eléctrico los pronósticos a mediano y largo plazo adquieren una mayor atención por los participantes de la industria. [4]

## **2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PRONÓSTICO**

Un método de pronóstico es un procedimiento para estimar un valor futuro, a partir de valores presentes y pasados. Por lo tanto, puede ser simplemente una regla algorítmica y no requiere tener asociado un modelo de probabilidad; alternatively puede identificarse que los datos se ajustan a un modelo en particular, que permite encontrar valores óptimos para un pronóstico eficiente, por lo tanto, es importante diferenciar entre modelo y método. [18]

De acuerdo con las técnicas empleadas, los métodos de pronóstico se clasifican en cuantitativos, cualitativos e impredecibles; y a su vez cada uno se subdivide por el horizonte de tiempo de predicción en: corto, mediano y largo plazo; y dependiendo del área de aplicación, el tiempo asignado a cada plazo es variable. [12]

### **2.2.1. MÉTODOS CUANTITATIVOS**

El pronóstico cuantitativo se aplica cuando se tienen tres condiciones y las cuales son las siguientes:

- Datos históricos del fenómeno sobre el que se pretende predecir.
- La información se puede organizar y cuantificar en forma numérica.
- Se supone que algunos aspectos de los patrones pasados se repetirán en el futuro.

Las técnicas cuantitativas varían considerablemente, y han sido desarrolladas por diversas disciplinas y con diferentes propósitos. Cada una tiene características, propiedades y costos particulares, que deben tomarse en consideración cuando se selecciona un método en específico. [12]

Dado que se basan en modelos matemáticos o estadísticos, una vez que el modelo se ha seleccionado; los valores del pronóstico se estiman de manera automática, por lo que los resultados de estos modelos son reproducibles. Los métodos o modelos cuantitativos se clasifican en determinísticos y probabilísticos, también llamados estocásticos. [19]



### **2.2.2. MÉTODOS CUALITATIVOS**

Contrario a los métodos cuantitativos, en los cualitativos no se requieren datos históricos, ni dependen del área del conocimiento donde serán aplicados, y solamente se requiere de la experiencia y el juicio personal de quien elabora el pronóstico, el costo y la complejidad es variable y difícil de estimar. Se desarrollan en base a la intuición y/o experiencia, y requieren amplios conocimientos de lo que se pronostica, pudiendo o no depender de datos históricos. Estos métodos son difíciles de reproducir, debido a que la persona que se encuentre desarrollándolo no especifica formalmente el procedimiento utilizado para el pronóstico; por lo cual solamente son apropiados en situaciones particulares de mediano y largo plazo. [12]

### **2.3. MARCO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE PRONÓSTICO**

Tal como se muestra en la figura 2.1, para estar en condiciones de desarrollar un modelo de pronóstico, en primer lugar, se debe construir un modelo generalizado, que se base en los datos existentes y la teoría disponible al respecto, y para ciertos casos la teoría sugiere aplicar modelos específicos, en otras situaciones, no existe teoría que estudie el fenómeno, por lo tanto, los datos históricos serán la única fuente de información para el modelo. Cuando se propone un modelo, se desconocen sus parámetros; los cuales se pueden determinar empleando técnicas robustas existentes, por ejemplo, mínimos cuadrados, y finalmente se verifica la capacidad del modelo para el pronóstico. [2]

En la mayoría de los casos un primer modelo es solo una aproximación por alguna de las siguientes dos razones: se incluyeron variables incorrectas, o la especificación no fue adecuada. [2]

Cuando un modelo es deficiente, se deben afinar las especificaciones y realizar nuevamente el ciclo de especificación, estimación y diagnóstico, de forma iterativa; hasta que los resultados sean satisfactorios o el nivel del error sea menor o igual al esperado. [2]

En la segunda etapa, cuando el modelo se encuentra en funcionamiento, se realizan las verificaciones periódicas para verificar que el modelo sigue siendo actual, en caso contrario se reinicia el ciclo de rediseño del modelo. [2]

Lo anterior para asegurar que el modelo y sus parámetros son válidos durante un período de pronóstico, la estabilidad del modelo se verifica con base a los resultados obtenidos cuando se presentan nuevos valores, con los cuales se realizan los ajustes requeridos. Un factor con el cual se mide la capacidad de pronóstico es el sesgo de pronóstico,

el cual se estima con las observaciones más reciente, mismas que sirven para actualizar el modelo. [2]

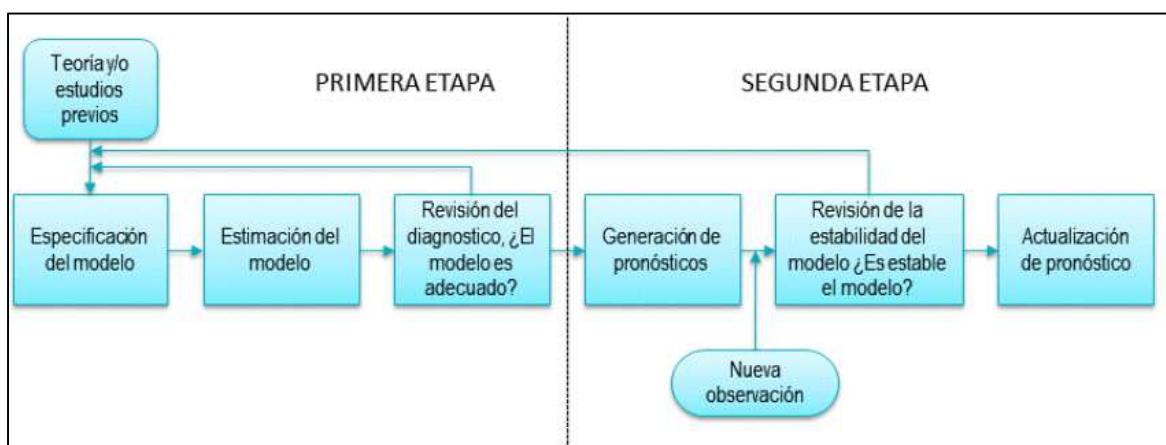


Fig. 2.1. Marco conceptual de un modelo de pronóstico [19]

### 2.3.1. PROCESO PARA REALIZAR UN PRONÓSTICO

Este proceso consiste en 5 pasos que a continuación se describen:

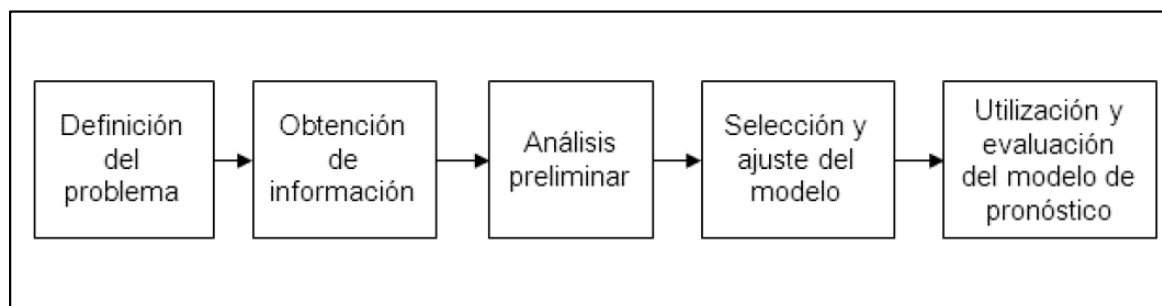


Fig. 2.2. Proceso para realizar un pronóstico [12]

#### Paso 1. Definición del problema

Es común que la parte más difícil, sea el definir el problema de forma completa, es decir desde los alcances del problema, así como los requerimientos para el pronóstico, pero sobre todo tener claramente definidos los objetivos del pronóstico y el plazo sobre el que se requiere realizar el pronóstico. [12]

#### Paso 2. Obtención de información

El nivel de precisión de cualquier pronóstico dependerá de la información histórica con la que se cuente, por lo que es fundamental la calidad de los datos de que se disponga, siendo esta una vulnerabilidad de los modelos de pronóstico, pues es común que los datos se encuentren en múltiples medios, desde registros en papel, hasta los adquiridos en forma





automática por sistemas de medición. Sin embargo, no importa cuál sea el origen de la información, se debe tener presente, que esta puede contener errores de diversa índole. [12]

### **Paso 3. Análisis preliminar**

Antes de proponer cualquier modelo de pronóstico, se debe realizar un análisis preliminar de los datos, esto se logra graficando los valores; realizando un análisis estadístico descriptivo (media, desviación estándar, valores máximos, mínimos), descomposición de los datos, y como objetivo principal es el descubrir la existencia de patrones, tendencias, estacionalidad; así como la existencia de valores atípicos evidentes. [12]

### **Paso 4. Selección y ajuste de los modelos**

En esta fase se proponen los modelos que mejor se ajusten a los valores sobre los que se está desarrollando el pronóstico; en este paso se ven reflejados los trabajos desarrollados en el paso 3. Para el desarrollo del pronóstico, existe una gran variedad de modelos de pronóstico, dependiendo del objetivo por alcanzar en cada caso, por lo que se imposibilita que un modelo sea capaz de generalizar sobre cualquier serie de tiempo, más bien cada conjunto de valores puede describirse con un modelo específico. [12]

### **Paso 5. Utilización y evaluación del modelo de pronóstico**

Seleccionado o diseñado el modelo de pronóstico, y estimados sus parámetros, es necesario evaluar su desempeño, esto antes de ponerse en operación, el modelo es incompleto si solo permite el ajuste a los valores empleados para su diseño. El desempeño de un modelo de pronóstico solo puede ser evaluado después de haberse probado con un conjunto de valores previamente seleccionados específicamente para este fin. [12]

Por esto es importante tener claro el significado de error de ajuste y error de pronóstico y además considera que, en la práctica, cualquier modelo sufre modificaciones como parte de su proceso natural de perfeccionamiento, así cada modelo es solo una propuesta de solución a un problema específico. [12]

## **2.3.2. ERROR RESIDUAL**

El criterio que tiene mayor importancia al momento de seleccionar un modelo es el error residual  $E$ , es decir la distancia entre los valores pronosticados y los valores reales, es decir, el error del pronóstico, el cual se estima comparando la observación  $Y_t$  (valor real u observado), con el valor estimado  $F_t$  (valor pronosticado), tal que el error del pronóstico sea tan pequeño como las necesidades del problema lo determinen. [19]



$$E = (Y_t - F_t) \quad (2.1)$$

El problema radica en que el valor de  $Y_t$  no se ha observado aún por lo que se requiere reservar un conjunto de valores para la prueba de los modelos. Si el resultado de esta diferencia es negativo, se tiene una sobrepredicción y, por el contrario, si la diferencia es positiva se tiene una subpredicción. [19]

## 2.4. MÉTODOS DE SERIES DE TIEMPO

Debido a que la demanda eléctrica varía de manera continua en el tiempo, se considera que es una serie de tiempo, lo que permite la aplicación de diferentes técnicas y metodologías para la predicción de la demanda futura basadas en los datos históricos que se tengan disponibles. [16]

Estos tipos de métodos requieren la menor información posible, dado que la única variable independiente es el tiempo, esto debido a que lo que se mide es el consumo de energía eléctrica en el tiempo a intervalos espaciados de manera uniforme. El objetivo es determinar un patrón básico en el comportamiento del consumo que permita el pronóstico de la demanda de energía eléctrica. [16]

Para examinar una serie de tiempo, primeramente, se grafican sus valores, lo que permite realizar un análisis completo. Una vez graficados los datos, es posible detectar irregularidades, o valores atípicos, además puede darse la aparición de un nivel, tendencia, cambios periódicos y efectos estacionales. Dentro del estudio de las series de tiempo, es importante analizar sus componentes y en caso necesario realizar transformaciones para eliminarlas o modificarlas con la finalidad de obtener series de tiempo estacionarias, lo que permite un análisis más preciso. [16]

### 2.4.1. COMPONENTES DE UNA SERIE DE TIEMPO

#### 2.4.1.1. Tendencia

Es la componente que recoge el comportamiento de la serie a largo plazo, para detectarse se requiere que la serie conste de un elevado número de observaciones, de esta forma apreciar un movimiento creciente o decreciente o estacionalidad. En el caso de la demanda de energía eléctrica la tendencia se puede tomar en periodos semanales, mensuales o anuales y son movimientos lineales o exponenciales relacionado con el constante crecimiento de los usuarios. [20]

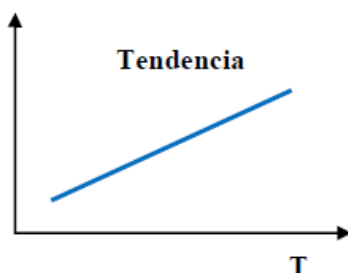


Fig. 2.3. Característica de la componente tendencia en una Serie Temporal.

#### 2.4.1.2. Fluctuaciones cíclicas

El efecto cíclico se define como la fluctuación en forma de onda alrededor de la tendencia, son curvas de largo período asociadas con grandes ciclos económicos de las fases expansivas y recesivas de la economía, estos patrones cíclicos tienden a repetirse en los datos cada dos, tres o más períodos. Las formas de estos ciclos no son simples de aislar y en ciertas ocasiones la teoría económica no se encuentra suficientemente desarrollada como para permitir una cuantificación confiable. [20]

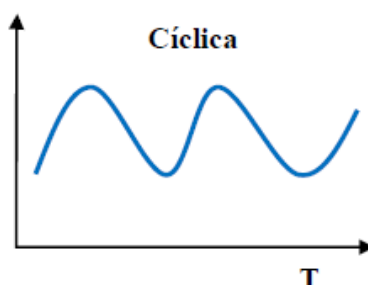


Fig. 2.4. Característica de la componente cíclica en una Serie Temporal.

#### 2.4.1.3. Fluctuaciones estacionales

Son movimientos ascendentes y descendentes de la serie que se repiten periódicamente. Al tiempo entre dos picos consecutivos se le denomina periodo estacional, y puede ser diario, semanal, mensual, anual, etc.; estos periodos se pueden determinar con la aplicación de la transformada rápida de Fourier (FFT), o bien por medio de la función de auto correlación. [21]

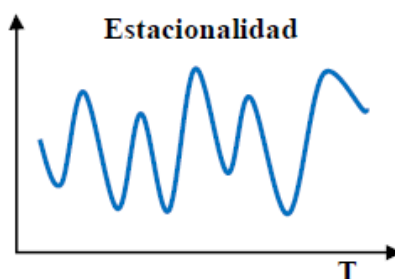


Fig. 2.5. Característica de la componente estacionalidad en una Serie Temporal.

#### 2.4.1.4. Fluctuaciones aleatorias

Estas variaciones no responden a ningún patrón de comportamiento, más bien son consecuencia de la presencia de factores aleatorios que inciden de manera aislada y no permanente en la serie; una característica principal es que su correlación es cero. [21]

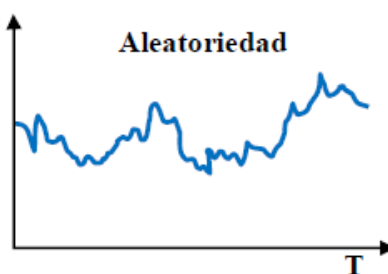


Fig. 2.6. Característica de la componente aleatoriedad en una Serie Temporal.

Según estas definiciones, una serie temporal  $Y_t$ , puede admitir una descomposición del tipo:

$$Y_t^a = L_t + m_t + S_t + \varepsilon_t \text{ Esquema Aditivo} \quad (2.2)$$

$$Y_t^m = L_t * m_t * S_t * \varepsilon_t \text{ Esquema Multiplicativo} \quad (2.3)$$

$$Y_t^x = L_t * m_t * S_t + \varepsilon_t \text{ Esquema Mixto} \quad (2.4)$$

Donde:

$Y_t^a$  = Nuevo valor para el esquema aditivo

$Y_t^m$  = Nuevo valor para el esquema multiplicativo

$Y_t^x$  = Nuevo valor para el esquema mixto

$L_t$  = Ciclo



$m_t = \text{Tendencia}$

$S_t = \text{Estacionalidad}$

$\varepsilon_t = \text{Componente Aleatorio}$

Cabe señalar que este tipo de descomposición en ocasiones no es posible en su totalidad, debido a la naturaleza y periodicidad de los datos (series anuales, trimestrales, mensuales, diarias, etc.) alguno o la totalidad de los componentes pueden no existir. Así mismo hay que señalar que dado que los componentes no son observables directamente no existe una total unanimidad en la definición de estos, por lo que existe la posibilidad que utilizando diversos métodos y definiciones obtengamos estimaciones de los componentes totalmente diferentes. [16]

El componente aleatorio  $\varepsilon_t$  también conocido como ruido incluye las variaciones de la serie cuyas leyes resultan desconocidas. Se caracteriza porque no responde a un comportamiento sistemático o regular y, en consecuencia, no es posible su predicción. El enfoque clásico atribuye esta irregularidad al azar. De esta forma el ruido lo compone todo lo que no queda explicado por la tendencia, el ciclo y la estacionalidad.

#### 2.4.2. Método de Descomposición

Esta técnica es una de las tres que se utilizarán en el desarrollo del pronóstico, y la cual supone que la serie histórica de una variable puede ser desagregada en cuatro patrones fundamentales: tendencia, ciclo, estacionalidad y un componente aleatorio, los cuales una vez aislados pueden extrapolarse individualmente hacia el futuro. Constituye uno de los enfoques más antiguos y comúnmente empleado, existiendo diversos procedimientos para descomponer la serie de tiempo. [22]

$$Y_t = L_t + m_t + S_t + \varepsilon_t \quad (2.5)$$

Donde:

$L_t = \text{Ciclo}$

$m_t = \text{Tendencia}$

$S_t = \text{Estacionalidad}$

$\varepsilon_t = \text{Componente Aleatorio}$



En este método se tienen dos variantes, ya que se puede tener el modelo aditivo (ecuación 2.5) o el multiplicativo, como se indica en la siguiente ecuación:

$$Y_t = L_t * m_t * S_t * \varepsilon_t \quad (2.6)$$

Para el caso de la Tesis sólo se estarán calculando el índice estacional y el valor de la tendencia para obtener el pronóstico a través del modelo multiplicativo, para lo cual se estarán aplicando las siguientes ecuaciones

$$m_t = \frac{\sum_{i=1}^n P_{Si}}{n} \quad (2.7)$$

$$S_i = \frac{P_{Si}}{m_t} \quad (2.8)$$

Donde:

$m_t =$  Tendencia

$P_{Si} =$  Promedio del período estacional  $i$

$S_i =$  Índice estacional en el período  $i$

$n =$  Número de períodos estacionales

$F_t =$  Pronóstico

Para calcular el pronóstico se aplica la siguiente ecuación:

$$F_t = m_t * S_i \quad (2.9)$$

## 2.5. ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES BASADOS EN PROMEDIOS

### 2.5.1. Promedio Simple

Este método utiliza datos recientes de la demanda para hacer pronósticos y se da igual ponderación a todos los datos, se obtiene encontrando la media de todos los valores pertinentes y usando después esta media para pronosticar el siguiente periodo. Es recomendable utilizarlo cuando las demandas son estables y no presentan ni tendencia, ni estacionalidad, detallado en las referencias [23].

La fórmula para el promedio simple es:

$$PS = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n} \quad (2.10)$$



Donde:

$Y_i =$  Demanda en el período  $i$

$n =$  Número de períodos a promediar

La variable  $n$  determina el grado de suavización del pronóstico. A un mayor número de  $n$  hay más suavización, ya que la proyección resultante es constante y reacciona más lento a los cambios en la demanda.

### 2.5.2. Promedios Móviles

Este método es una variación del Promedio Simple, en el cual se propone un número fijo de elementos que se moverán por todos los datos históricos que se están analizando, reemplazando los elementos más antiguos de la serie y aceptando los elementos nuevos que se van presentando. La cantidad fija de elementos lo establecerá el analista que los está estudiando, pero teniendo muy en cuenta que una vez establecidos no se pueden modificar; además, sigue en vigencia la colocación de este peso para cada elemento considerado [22].

La ecuación de este método es expresada de la manera siguiente:

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_{(t-n)}}{n} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-n}}{n} \quad (2.11)$$

Donde:

$\hat{Y}_{t+1} =$  Valor pronosticado para el siguiente período

$Y_{t-n} =$  Valor Real observado de los períodos anteriores a  $t$

$n =$  Número de términos en el promedio móvil

### 2.5.3. Promedio móvil doble

Una forma de pronosticar series de tiempo que tienen una tendencia lineal consiste en utilizar la técnica del promedio móvil doble. El método hace lo que su nombre implica: se calcula un conjunto de promedios móviles y después se calcula un segundo conjunto como promedio móvil del primero [23]. El primer promedio móvil se calcula con la siguiente expresión:

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + Y_{t-2} + \dots + Y_{t-n+1}}{n} \quad (2.12)$$



$$M_t = \hat{Y}_{t+1} \quad (2.13)$$

El segundo promedio móvil se calcula así:

$$M'_t = \frac{M_t + M_{t-1} + M_{t-2} + \dots + M_{t-n+1}}{n} \quad (2.14)$$

La diferencia entre los promedios móviles así:

$$a_t = 2M_t - M'_t \quad (2.15)$$

También se calcula  $b_t$  que es un factor de ajuste adicional, similar a la medición de una pendiente que cambia a través de la serie

$$b_t = \frac{2}{n-1} (M_t - M'_t) \quad (2.16)$$

El pronóstico para  $p$  periodos en el futuro se describe en la siguiente expresión:

$$\hat{Y}_{t+p} = a_t + (b_t * p) \quad (2.17)$$

Donde:

$\hat{Y}_{t+p}$  = Pronóstico para  $p$  períodos en el futuro

$Y_t$  = Valor Real observado en el tiempo  $t$

$n$  = Número de términos en el promedio móvil

$p$  = Número de períodos a pronosticar en el futuro

#### 2.5.4. Promedios Móviles Ponderados

Es un tipo de pronóstico interesante, que resulta de la combinación de los dos tipos de pronósticos indicados anteriormente, pues representa un promedio de elementos que se mueve por la mayoría de los datos históricos observados. Posee una característica que lo diferencia de los anteriores: da pesos diferentes a cada uno de los elementos que se estén considerando y los pesos que se le ponderen a cada elemento en ningún momento pueden ser mayores a la unidad. [23]

En otras palabras, la sumatoria de los pesos asignados a cada elemento tiene que ser igual a la unidad, de esta manera, el analista tendrá la oportunidad de darle un toque de subjetividad al pronóstico de acuerdo con el comportamiento histórico observado en la





demanda [20]. Matemáticamente, la relación de este pronóstico vendría dado de la siguiente manera:

$$PM = W_1Y_1 + W_2Y_2 + \dots + W_nY_n = \sum_{t=1}^n W_tY_t \quad (2.18)$$

$$0 \leq W_t \leq 1 \quad y \quad \sum_{t=1}^n W_t = 1 \quad (2.19)$$

Donde:

$Y_t =$  Valor Real observado en el tiempo  $t$

$W_t =$  Peso asignado al período  $i$ , entre 0 y 100%

Este método se usa cuando existe una tendencia o un patrón, por lo general se les da énfasis o mayor ponderación a los periodos más recientes, para así ser más sensible a los cambios. Decidir la importancia de cada dato o conjunto de datos dentro del periodo calculado es cuestión de intuición y de suerte. Para obtener el pronóstico basta con elegir la cantidad de datos que serán tomados en cuenta para estimar un periodo.

## 2.6. ANÁLISIS DE SERIES TEMPORALES BASADOS EN SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL

### 2.6.1. Suavización Exponencial

Este es uno de los métodos más populares y frecuentemente usados para pronosticar ya que requiere pocos datos. Por ser exponencial, da mayor importancia a los últimos datos, es por esto por lo que solo trabaja con el último dato real y el último pronosticado. Además, este método reacciona mejor a cambios fuertes en la demanda. [21]

La suavización exponencial requiere el uso de la siguiente fórmula:

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)\hat{Y}_t \quad (2.20)$$

Donde:

$\hat{Y}_{t+1} =$  Valor de Pronóstico atenuado para el período  $t$

$\alpha =$  Constante de atenuación ( $0 < \alpha < 1$ )

$Y_t =$  Valor Real observado en el tiempo  $t$

$\hat{Y}_t =$  Valor atenuado período anterior



$$\hat{Y}_{t+1} = \hat{Y}_t + \alpha(Y_t - \hat{Y}_t) \quad (2.21)$$

La atenuación exponencial es simplemente el pronóstico anterior  $\hat{Y}_t$  más  $\alpha$  veces el error  $(Y_t - \hat{Y}_t)$  en el pronóstico anterior, donde la constante de atenuación es establecida de forma empírica por parte de quien desarrolla el pronóstico en función de la necesidad de darle más peso a datos recientes ( $\alpha$  más elevado) o a datos anteriores ( $\alpha$  más bajo). En este sentido, si  $\alpha = 1$ , nuestro pronóstico de demanda del próximo periodo será exactamente igual al del periodo actual.

La constante de atenuación  $\alpha$  sirve como el factor para ponderar. El valor real de  $\alpha$  determina el grado hasta el cual la observación más reciente puede influir en el valor del pronóstico. Cuando  $\alpha$  es cercana a 1, el nuevo pronóstico incluirá un ajuste sustancial de cualquier error ocurrido en el pronóstico anterior. Inversamente, cuando  $\alpha$  está cercana a 0, el pronóstico es similar al anterior ya que incluirá muy poco ajuste. [12]

Los valores de  $\alpha$  cercanos a 1 generan una menor suavización en el pronóstico, por lo tanto, hay una mayor reacción a los cambios en la demanda. [21]

### 2.6.2. Atenuación exponencial ajustada a la tendencia: Método de Holt

Otra técnica que se usa con frecuencia para manejar una tendencia lineal se denomina Método de dos parámetros de Holt. La técnica de Holt atenúa en forma directa la tendencia y la pendiente empleando diferentes constantes de atenuación para cada una de ellas. La técnica de Holt proporciona mayor flexibilidad al seleccionar las proporciones a las que se rastrearán la tendencia y la pendiente [22]. Las tres ecuaciones que se utilizan en esta técnica son:

#### 1. Serie exponencialmente atenuada

$$A_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.22)$$

Esta ecuación es muy similar a la ecuación 2.20, que corresponde a la atenuación exponencial simple, con excepción de que se incorpora un nuevo término ( $T_t$ ) para la tendencia.

La estimación de la tendencia se calcula tomando la diferencia entre los valores sucesivos de atenuación exponencial ( $A_t - A_{t-1}$ ). Su diferencia constituye una estimación de la tendencia en los datos.



## 2. La estimación de la tendencia

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2.23)$$

Para atenuar la estimación de la tendencia se utiliza una segunda constante de atenuación  $\beta$ . En esta ecuación la atenuación se realiza para la tendencia en lugar de los datos reales, se expresa como la diferencia entre los dos últimos valores suavizados. Esto es apropiado porque si hay una tendencia en los datos, los nuevos valores deberían ser mayores o más bajos que los anteriores, ya que puede haber algo de aleatoriedad restante, la tendencia se modifica al suavizar con  $\beta$  la tendencia en el último período ( $A_t - A_{t-1}$ ) y agregando eso la estimación anterior de la tendencia multiplicada por  $(1 - \beta)$ . Como resultado se tiene una tendencia atenuada excluyendo aleatoriedad, se puede observar que esta ecuación es muy similar a la ecuación 2.20. [12]

## 3. El pronóstico de p períodos en el futuro

$$\hat{Y}_{t+p} = A_t + pT_t \quad (2.24)$$

Donde:

$A_t$  = Nuevo valor atenuado

$\alpha$  = Constante de atenuación de los datos ( $0 < \alpha < 1$ )

$Y_t$  = Nuevo valor o valor Real de la serie observado en el tiempo  $t$

$\beta$  = Constante de atenuación de la estimación de la tendencia ( $0 < \beta < 1$ )

$T_t$  = Estimación de la tendencia

$p$  = Períodos a pronosticar

$\hat{Y}_{t+p}$  = Pronóstico para  $p$  períodos en el futuro

### 2.6.3. Atenuación exponencial ajustada a la tendencia y a la variación estacional: Modelo Winters

El siguiente modelo también se estará utilizando en el desarrollo de la Tesis, y el cual consiste en un modelo de atenuación exponencial lineal y estacional de tres parámetros de Winters, que es una extensión del modelo de Holt, pudiera reducir el error de pronóstico. Se utiliza una ecuación adicional para determinar la estacionalidad. Esta estimación está dada por un índice estacional y se calcula con la ecuación del numeral 3, la cual muestra que la



estimación del índice estacional  $\frac{Y_t}{A_t}$  se multiplica por  $\gamma$ , se suma después a la estimación estacional anterior  $S_{t-L}$  multiplicada por  $(1 - \gamma)$ . La razón por la que el valor  $Y_t$  se divide entre  $A_t$  es para expresar el resultado en forma de índice en vez de hacerlo en términos absolutos de modo que pueda promediarse con el índice estacional atenuado al periodo. [21]

Las cuatro ecuaciones que emplea el modelo de Winters son:

### 1. La serie exponencial atenuada

$$A_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \quad (2.25)$$

### 2. La estimación de la tendencia

$$T_t = \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (2.26)$$

### 3. La estimación de la estacionalidad

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{A_t} + (1 - \gamma)S_{t-L} \quad (2.27)$$

### 4. El pronóstico para un período en adelante

$$Y_{t+1} = (A_{t-1} + T_{t-1})S_{t-L} \quad (2.28)$$

Cabe mencionar que, la ecuación anterior Minitab® 18.1 la utiliza para hacer un ajuste en la serie de tiempo, y que para realizar el pronóstico para “n” períodos en adelante, utiliza las siguientes ecuaciones dependiendo del tipo de modelo a utilizar (multiplicativo o aditivo):

$$\text{Modelo Multiplicativo: } \hat{Y}_{t+p} = (A_t + pT_t) * S_{t-L+p} \quad (2.29)$$

$$\text{Modelo Aditivo: } \hat{Y}_{t+p} = (A_t + pT_t) + S_{t-L+p} \quad (2.30)$$

Donde:

$A_t$  = Nuevo valor atenuado (Nivel)

$\alpha$  = Constante de atenuación de los datos ( $0 < \alpha < 1$ )

$Y_t$  = Nuevo valor o valor Real de la serie observado en el tiempo  $t$

$\beta$  = Constante de atenuación de la estimación de la tendencia ( $0 < \beta < 1$ )



$T_t =$  Estimación de la tendencia

$\gamma =$  Constante de atenuación de la estimación de la estacionalidad ( $0 < \gamma < 1$ )

$S_t =$  Estimación de la Estacionalidad

$S_{t-L+p} =$  Componente estacional para el mismo período anterior

$p =$  Períodos a pronosticar

$L =$  Longitud de la estacionalidad

$Y_{t+1} =$  Pronóstico para un período en adelante

$\hat{Y}_{t+p} =$  Pronóstico para  $p$  períodos en el futuro

## 2.7. ELABORACIÓN DE LOS MODELOS AR, MA Y ARMA PARA SERIES DE TIEMPO

### 2.7.1. Proceso Autorregresivo (AR)

Los procesos autorregresivos forman una familia de procesos tales que una observación depende de las observaciones anteriores. Sea la demanda de energía eléctrica en el período  $t$ , si se modela  $Y_t$  como:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + u_t \quad (2.31)$$

Donde  $\delta$  es la media de  $Y$  y  $u_t$ , es un término de error aleatorio no correlacionado con media cero y varianza constante  $\sigma^2$  (es decir, ruido blanco), entonces se dice que  $Y_t$  sigue un proceso estocástico **autorregresivo de primer orden o AR (1)**. [20]

El valor de  $Y_t$  en el tiempo  $t$  depende de su valor en el periodo anterior y de un término aleatorio; los valores de  $Y$  están expresados como desviaciones de su valor medio. Este modelo dice que el valor del pronóstico de  $Y$  en el periodo  $t$  es simplemente alguna proporción  $\alpha_1$  de su valor en el periodo  $(t - 1)$  más una perturbación en el tiempo  $t$ ; nuevamente los valores de  $Y$  están expresados alrededor de su media.

El valor de  $Y$  en el tiempo depende de sus valores en los periodos anteriores, los valores de  $Y$  expresados alrededor de media  $\delta$ . En general se tiene:

$$(Y_t - \delta) = \alpha_1(Y_{t-1} - \delta) + \alpha_2(Y_{t-2} - \delta) + \dots + \alpha_p(Y_{t-p} - \delta) + u_t \quad (2.32)$$

En cuyo caso  $Y_t$  es un **proceso autorregresivo de orden  $p$  o AR (p)**.



### 2.7.2. Proceso de Media Móvil (MA)

Es una combinación lineal de términos de error con ruido blanco. En forma general sigue la siguiente expresión:

$$Y_t = \mu + \beta_0 u_t - \beta_1 u_{t-1} - \beta_2 u_{t-2} - \dots - \beta_q u_{t-q} \quad (2.33)$$

Donde  $\mu$  es una constante y  $u$  es el término de error estocástico con ruido blanco. En este caso  $Y$  en el periodo  $t$  es igual a una constante más un promedio móvil de los términos de error presente y pasados. [20]

### 2.7.3. Proceso Autorregresivo y de Media Móvil (ARMA)

En este caso la característica de  $Y$  es una combinación de AR y de MA, así  $Y_t$  sigue un proceso **ARMA** (1, 1), donde hay un término autorregresivo y uno de media móvil, se expresa de la siguiente forma:

$$Y_t = \theta + \alpha_1 Y_{t-1} + \dots + \alpha_p Y_{t-p} + \beta_0 u_t - \beta_1 u_{t-1} - \dots - \beta_q u_{t-q} \quad (2.34)$$

En general en un proceso **ARMA** ( $p, q$ ) habrá  $p$  términos autorregresivos y  $q$  términos de media móvil. [20]

### 2.7.4. Proceso Autorregresivo Integrado de Media Móvil (ARIMA)

Este es el tercer modelo que se estará aplicando para la obtención del pronóstico a corto plazo dentro de la Tesis.

Los modelos de series analizados suponen que las series de tiempo consideradas son débilmente estacionarias, es decir, que la media y la varianza de la serie de tiempo son constantes y su covarianza es invariante en el tiempo.

Pero muchas de las series de tiempo son no estacionarias, es decir pueden ir cambiando de nivel en el tiempo o sencillamente la varianza no es constante en el tiempo, a este tipo de proceso se les considera procesos integrados, se dice que la serie original es **ARIMA** ( $p, d, q$ ), es decir, una serie de tiempo autorregresiva integrada de media móvil. Donde  $p$  denota el número de términos autorregresivos,  $d$  el número de veces que la serie debe ser diferenciada para hacerla estacionaria y  $q$  el número de términos de la media móvil invertible.



Su expresión algebraica es:

$$X_t^d = c + \underbrace{\phi_1 X_{t-1}^d + \dots + \phi_p X_{t-p}^d}_{AR(p)} + \underbrace{\theta_1 \varepsilon_{t-1}^d + \theta_2 \varepsilon_{t-2}^d + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}^d + \varepsilon_t^d}_{MA(q)} \quad (2.35)$$

Donde  $X_t^d$  es la serie de las diferencias de orden  $d$ ,  $\varepsilon_t^d$  es un proceso de ruido blanco, y  $c, \phi_1, \dots, \phi_p, \theta_1, \dots, \theta_q$  son los parámetros del modelo.

La presencia de tendencias, u otros patrones no estacionarios en el nivel de una serie, dan como resultado autocorrelaciones positivas. Por lo tanto, es importante eliminar la no estacionariedad. Una forma de eliminar la no estacionariedad es a través del método de “Diferencias”. Se define la serie diferenciada como el cambio entre cada observación en la serie original. [12]

$$Y'_t = Y_t - Y_{t-1} \quad (2.36)$$

Donde:

$Y'_t = \text{Primer diferencia}$

$Y_{t-1} = \text{Valor anterior}$

Tomar en cuenta la primera diferencia es una herramienta muy útil para eliminar la no estacionariedad, sin embargo, ocasionalmente no es suficiente para volverla estacionaria por lo que se puede ser necesario realizar una segunda diferencia.

$$Y''_t = Y'_t - Y'_{t-1} = (Y_t - Y_{t-1}) - (Y_{t-1} - Y_{t-2}) \quad (2.37)$$

$$Y''_t = Y_t - 2Y_{t-1} + Y_{t-2} \quad (2.38)$$

Donde:

$Y''_t = \text{Segunda diferencia}$

$Y_{t-2} = \text{Segundo valor anterior}$

$Y''_t$  se conoce una serie de diferencias de segundo orden, estas series tendrán  $n - 2$  valores. En la práctica, casi nunca es necesario ir más allá de las diferencias de segundo orden, porque los datos reales generalmente implican no estacionariedad de solo el primer o segundo nivel. [12]



La construcción de los modelos ARIMA se lleva de manera iterativa mediante un proceso en el que se puede distinguir cuatro etapas:

- **Identificación.** Utilizando los datos ordenados cronológicamente se intentará sugerir un modelo, es decir el determinar el orden de los procesos autorregresivos y de medias móviles de las componentes regular y estacional. El objetivo es determinar los valores que sean apropiados para reproducir la serie de tiempo. En esta etapa es posible identificar más de un modelo candidato que pueda describir la serie por lo que pueden ser estimados y contrastados posteriormente, para definir el mejor modelo.
- **Estimación.** Considerando el modelo apropiado para la serie de tiempo se realiza inferencia sobre los parámetros. Dado que se trata de un procedimiento iterativo de cálculo, pueden sugerirse valores iniciales.
- **Validación.** Se realizan contraste de diagnóstico para validar si el modelo seleccionado se ajusta a los datos, si no es así, escoger el próximo modelo candidato y repetir los pasos anteriores.
- **Predicción.** Una vez seleccionado el mejor modelo candidato se pueden hacer pronósticos en términos probabilísticos de los valores futuros.

En general si una serie de tiempo es  $I(d)$ , después de diferenciarla  $d$  veces se obtiene una serie  $I(0)$ . Por consiguiente, si se debe diferenciar una serie de tiempo  $d$  veces para hacerla estacionaria y luego aplicar a ésta el modelo  $ARMA(p, q)$ , se dice que la serie de tiempo original es  $ARIMA(p, d, q)$ , es decir, es una serie de tiempo **autorregresiva integrada de media móvil**, donde  $p$  denota el número de términos autorregresivos,  $d$  el número de veces que la serie debe ser diferenciada para hacerse estacionaria y  $q$  el número de términos de media móvil. [21]

Por ejemplo, si se tiene una serie de tiempo  $ARIMA(2, 1, 2)$ , tiene que ser diferenciada una vez  $d = 1$  antes que se haga estacionaria, y la serie de tiempo estacionaria (en primera diferencia) puede ser modelada como un proceso  $ARMA(2, 2)$ , es decir, que tiene dos términos AR y dos términos MA. Por supuesto si  $d = 0$ , es decir, la serie es estacionaria entonces  $ARIMA(p, d = 0, q) = ARMA(p, q)$ . [21]

Si se tiene un proceso  $ARIMA(p, 0, 0)$ , significa que es un proceso estacionario  $AR(p)$  puro; en caso de un  $ARIMA(0, 0, q)$  es un proceso estacionario  $MA(q)$  puro.

Dados los valores de  $p$ ,  $d$  y  $q$  puede decirse de cuál proceso se está haciendo el modelo. Cuando se tiene  $ARIMA(0, 0, 0)$  se refiere a ruido blanco. [21]





### 2.7.5. Modelos Estacionales ARIMA

Cuando una serie de tiempo en estudio tiene intervalos de observación menores a un año, entonces es frecuente que estas tengan variaciones o patrones sistemáticos cada cierto periodo, estas variaciones sistemáticas inferiores a un año por ejemplo semestral, mensual, diario, etc. Deben ser captadas en los llamados Factores Estacionales, dentro de la estructura del modelo a construirse.

Dentro de estos modelos se encuentran los modelos estacionales ARIMA que se denotan anteponiéndoles la letra S y el orden de sus parámetros se escribe con mayúscula, así:

- Modelos Autorregresivos Estacionales **SAR(P)**.
- Promedios Móviles Estacionales **SMA(Q)**.
- Modelo Autorregresivo y de Promedios Móviles Estacionales **SARMA(P, Q)**.

Los modelos **SARMA** son análogos al proceso **ARMA**, pero considerando los retardos del ruido blanco y del proceso de  $s$  en  $s$ . Sin embargo, estos modelos **SARMA** no son capaces de explicar todos los movimientos estacionales, pues si estos crecieran de año en año, los **SARMA** serían incapaces de recoger esta evolución pues al igual que los **ARMA** son estacionarios. Esta dificultad se resuelve a través de los modelos autorregresivos de promedios móviles integrados estacionales **SARIMA(P, D, Q)**. [21]

La unión de modelos estacionales con modelos no estacionales conduce a un modelo de gran capacidad de adaptación que puede reflejar tanto la tendencia como la estacionalidad de una serie (enfoque de Box y Jenkins). La combinación de estos modelos se logra a través de la multiplicación de los operadores polinomiales que caracterizan a cada modelo obteniendo los modelos conocidos como **ARIMA(p, d, q) \* SARIMA(P, D, Q)**. Por lo general los parámetros que no se consideran son de orden cero, como se describe a continuación: [21]

**p**: orden de un modelo autorregresivo AR

**d**: orden de diferenciación en la parte regular o no estacionaria de la serie

**q**: orden de un modelo promedio móvil MA

**P**: orden de un modelo autorregresivo estacional SAR

**D**: orden de diferenciación en la parte estacional de la serie

**Q**: orden de un modelo promedio móvil estacional SMA



$$\begin{array}{ccc}
 & \text{AR}(p) & \text{SAR}(P) \\
 & \overbrace{\hspace{10em}} & \overbrace{\hspace{10em}} \\
 X_t = & c + \phi_1 X_{t-1} + \dots + \phi_p X_{t-p} & + \theta_1 X_{t-s} + \dots + \theta_p X_{t-ps} \\
 & + \varepsilon_t - \varphi_1 \varepsilon_{t-1} - \dots - \varphi_q \varepsilon_{t-q} & - \vartheta_1 \varepsilon_{t-s} - \dots - \vartheta_Q \varepsilon_{t-Qs} \\
 & \underbrace{\hspace{10em}} & \underbrace{\hspace{10em}} \\
 & \text{MA}(q) & \text{SMA}(Q)
 \end{array} \quad (2.39)$$

Con datos estacionales que no son estacionarios, pueden realizarse diferencias estacionales. Una diferencia estacional es la diferencia entre una observación y la observación correspondiente para la misma estación anterior.

$$Y'_t = Y_t - Y_{t-s} \quad (2.40)$$

En general, las series estacionalmente diferenciadas,  $Y'_t$ , es el cambio entre observaciones separadas por  $S$  periodos de tiempo, donde  $S$  es el número de estaciones.

Para calcular una segunda diferencia se puede utilizar la siguiente ecuación:

$$Y''_t = Y'_t - Y'_{t-1} = (Y_t - Y_{t-s}) - (Y_{t-1} - Y_{t-s+1}) \quad (2.41)$$

Donde:

$Y'_t =$  Primer diferencia estacional

$Y''_t =$  Segunda diferencia estacional

$Y_{t-s} =$  Valor anterior de la serie para la misma estación

$Y_{t-s+1} =$  Valor anterior de la serie para la estación  $S + 1$

### 2.7.6. Pruebas de Estacionariedad

Los modelos clásicos de Box-Jenkins describen series temporales estacionarias. Por lo tanto, es necesario primero determinar si la serie de tiempo es estacionaria, si no es así, se debe transformar la serie. [20]



### 1. Propiedades estadísticas

De manera intuitiva una serie de tiempo es estacionaria si la media y la varianza son esencialmente constantes en el tiempo, es decir, que sus  $n$  valores fluctúan con variación constante respecto de la media.

### 2. Prueba gráfica

Es recomendable graficar la serie de tiempo bajo estudio, con la finalidad de poder observar su comportamiento y tendencia.

### 3. Función de Autocorrelación y Autocovarianza

La covarianza y la correlación son estadísticos que miden el grado de la relación lineal entre dos variables. La autocovarianza y la autocorrelación son medidas análogas que sirven para el mismo propósito, pero para una sola serie de tiempo. [10]

La autocovarianza y la autocorrelación pueden servir para una sola serie de tiempo, al medir como se relacionan observaciones consecutivas, es decir  $X_t$  con  $X_{t-1}$  que se considera atrasada por un período, también se puede comparar con observaciones atrasadas dos o más períodos. A partir de una serie de tiempo se puede formar otra serie que estará atrasada por un período y tendrá  $n-1$  observaciones en comparación con la original, para estas dos series se puede calcular la covarianza y el coeficiente de correlación como si fueran dos series separadas. La autocovarianza y la autocorrelación atrasada “ $k$ ” períodos se denominan como  $C_k$  y  $r_k$  respectivamente. [10]

Las correlaciones con 1, 2, 3, ...,  $n$  períodos de atraso forman la función de autocorrelación **ACF** y al graficarla se obtiene el correlograma y analizando los resultados se pueden conocer los patrones estacionales, es decir cuando la autocorrelación es positiva y es la mayor se encuentra en un pico y un valle se presenta cuando la autocorrelación es negativa y es más cercano a -1.

$$C_k = \frac{1}{n} \sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y}) \quad (2.42)$$

$$r_k = \frac{\sum_{t=k+1}^n (Y_t - \bar{Y})(Y_{t-k} - \bar{Y})}{\sum_{t=1}^n (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (2.43)$$



## 2.7.7. Criterios de validez para modelos ARIMA

**2.7.7.1. Estadístico AIC (Akaike Information Criterion)** Es una medida de la calidad relativa de un modelo estadístico, para un conjunto dado de datos. Como tal, el AIC proporciona un medio para la selección del modelo. Este estadístico propuesto por Akaike está basado en la teoría de la información y se expresa de la siguiente forma: [16]

$$AIC = -\frac{2l}{T} + \frac{2(p+d+q)}{T} \quad (2.44)$$

Donde:

$p$  = Número de parámetros autorregresivos

$q$  = Número de medias móviles

$d$  = Número de diferencias para hacer la serie estacionaria

$T$  = Número de instantes considerados en la serie

$l$  = Valor de logaritmo de la función de verosimilitud

**2.7.7.2 Estadístico SBC (Schwarz Bayesian Criterion)** Criterio de Información Bayesiano (BIC) o el más general Criterio de Schwarz (SBC también, SBIC) es un criterio para la selección de modelos entre un conjunto finito de modelos. Se basa, en parte, de la función de probabilidad y que está estrechamente relacionado con el Criterio de Información de Akaike (AIC). Este estadístico al igual que AIC permiten determinar el orden del modelo. Los parámetros denominados AIC y SBC son medidas de ajuste del modelo. Este parámetro se aplica de manera general a diferencia del AIC que suele emplearse en modelos autorregresivos. Cuanto más pequeño sea el valor del criterio de información AIC y SBC, mejor será el modelo. [16]

## 2.8. MEDICIÓN DEL ERROR

La calidad del pronóstico, es decir la precisión, es medida usando varios criterios, en donde  $Y_t$  es el valor actual y  $F_t$  es el pronosticado para el mismo período de tiempo [10]. Los criterios de errores más frecuentemente usados son los siguientes:



### 2.8.1. Error Medio (ME Mean Error)

Es una medida del error, en el cual se calculan las diferencias que existen entre los valores reales con los valores pronosticados, para posteriormente promediar los resultados.

$$ME = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t) \quad (2.45)$$

Es probable que el valor del ME sea pequeño, ya que los errores positivos y negativos tienden a compensarse entre sí. Pero que el ME solo indica si hay un pronóstico insuficiente o excesivo, llamado sesgo del pronóstico. [12]

### 2.8.2. Error Medio Absoluto (MAE Mean Absolute Error)

Se define haciendo primero que cada error sea positivo tomando su valor absoluto, y luego promediando los resultados, tiene la ventaja de ser más interpretable y más fácil para explicar a los no especialistas.

$$MAE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - F_t| \quad (2.46)$$

El valor de este error nos permite conocer el tamaño de este dentro del pronóstico, ya que al tomar los valores absolutos de las diferencias entre el valor real y el pronosticado se evitan las compensaciones entre ellos, sin embargo, al utilizar el valor absoluto no distingue entre desviaciones por encima o por debajo de los valores reales. [12]

### 2.8.3. Desviación Media Absoluta (MAD Mean Absolute Deviation)

La desviación media absoluta de un conjunto de datos es la distancia promedio entre cada valor y el promedio. La desviación media absoluta es una manera de describir la variación en un conjunto de datos. La MAD nos ayuda a tener una idea de qué tan "extendidos" están los valores en un conjunto de datos.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |Y_i - \bar{Y}| \quad (2.47)$$

### 2.8.4. Desviación Media Cuadrática (MSD Mean Squared Deviation)

La desviación media cuadrática de un conjunto de datos es la distancia promedio entre cada valor y el promedio de este conjunto elevada al cuadrado.

$$MSD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2 \quad (2.48)$$



### 2.8.5. Error Medio Cuadrático (MSE Mean Square Error)

Cada error o residual se eleva al cuadrado; luego, estos valores se suman y se divide entre el mismo número de observaciones. Este enfoque penaliza los errores mayores de pronóstico ya que eleva cada uno al cuadrado. Esto es importante pues en ocasiones pudiera ser preferible una técnica que produzca errores moderados a otra que por lo regular tenga errores pequeños, pero que ocasionalmente arroje algunos en extremo grandes. Idealmente, se desea que el resultado del MSE sea 0, lo que indicaría un pronóstico perfecto. En general, mientras más pequeño sea el valor del MSE, mejor es el modelo de pronóstico.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - F_t)^2 \quad (2.49)$$

Cada una de estas medidas de error dependen del tamaño de los datos, estos indicadores son de utilidad cuando se validan diferentes modelos con el mismo conjunto de datos y se quiere seleccionar cual método es el mejor. No se deben usar cuando se comparan datos con diferentes escalas, pues ponderan el error de la escala más grande. Para hacer comparaciones como estas se requiere trabajar con medidas de porcentaje de error.

### 2.8.6. Porcentaje de Error Medio Absoluto (MAPE Mean Absolute Percentage Error)

En ocasiones, resulta más útil calcular los errores de pronóstico en términos de porcentaje y no en cantidades. El Porcentaje de Error Medio Absoluto (MAPE) se calcula encontrando el error absoluto en cada período, dividiendo éste entre el valor real observado para ese período y después promediando estos errores absolutos de porcentaje.

Este enfoque es útil cuando el tamaño o magnitud de la variable de pronóstico es importante en la evaluación de la precisión del pronóstico. Cabe resaltar que, para poder aplicar esta medida de error, los valores reales de lo que se pretende pronosticar no deben ser 0, ya que el porcentaje de error para este caso tenderá a infinito.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \left( \frac{Y_t - F_t}{Y_t} \right) * 100 \right| \quad (2.50)$$

El MAPE proporciona una indicación de qué tan grandes son los errores de pronóstico comparados con los valores reales de la serie. También se puede utilizar el MAPE para comparar la precisión de una u otra técnica sobre dos series completamente diferentes.

Para el caso de la presente Tesis, las medidas de error que se estarán utilizando son el MAE, MSE y MAPE, las dos primeras se utilizan debido a que con ellas podemos hacer comparaciones directas entre distintos métodos de pronóstico, siempre y cuando se utilice el mismo conjunto de datos, para el caso del MAPE se escoge principalmente porque no depende de la escala en la que se encuentren los datos y es más fácil su interpretación.



## CAPÍTULO 3

# GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y SU IMPACTO EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN

### 3.1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de generación distribuida GD establecen un sistema confiable y suministro básico estable de energía eléctrica tanto para países en vías de desarrollo, así como en regiones muy lejanas de sistemas centrales existentes en países industriales.

Mientras tanto, las GD's también surgen en forma completa redes desarrolladas para complementar el suministro existente de estructuras. De acuerdo con intereses ecológicos basados en lineamientos políticos y tendencias sociales estos sistemas contribuyen a la protección del medio ambiente y económico, así como el uso de recursos con una gran porción de poder generación por energías renovables no controlables. Su producción de energía varía según el clima, característicamente la proporción de renovables con respecto a la potencia total instalada de los sistemas distribuidos es alta. Por lo tanto, independientemente del tamaño del sistema de energía, la demanda de las cargas debe cubrirse con la confiabilidad requerida del suministro. [24]

El crecimiento industrial y económico en el siglo XX permitió que la electricidad fuera generada de manera central y transportada a largas distancias. La economía de escala en la generación de electricidad facilitó un incremento en la potencia producida y en la construcción de los sistemas de potencias masivos. [25]

Las nuevas fuentes renovables, como el sol o el viento, presentan una serie de características, como la variabilidad temporal y geográfica, que plantean retos importantes al convertirse en una opción de suministro eléctrico para la sociedad. Estos impactos son relevantes para la operación de sistemas eléctricos y que pueden ir desde necesitar un mayor requerimiento de reserva de generación en el sistema para garantizar la seguridad operativa hasta cambios en la planificación de la red de transporte de electricidad. [26]

Ciertos recursos técnicos pueden ayudar a los actores del sector eléctrico a responder de manera adecuada a los patrones propios de la generación intermitente. Entre estos recursos se pueden citar los sistemas de bombeo hidroeléctrico con capacidad de almacenamiento, la flexibilidad de las centrales, las mejoras en la predicción de recursos variables como el eólico y solar y, en el futuro relativamente próximo, el almacenamiento de energía por baterías y los vehículos eléctricos. La mayoría de estos conceptos se agrupan dentro de lo que hoy en día se conoce como redes inteligentes de energía, donde una integración eficiente de las



energías renovables constituye el primer eslabón en la cadena de optimización del sistema eléctrico como un todo. [26]

Muchos tipos de fuentes de energía distribuida son gestionables, como el almacenamiento de energía, la respuesta a la demanda o las turbinas de gas natural, y estos recursos pueden jugar un papel cada vez más importante en el equilibrio de las fuentes variables en la red. Las fuentes de energía distribuida pueden plantear desafíos de planificación a los operadores de las redes, dado que el sistema de distribución no se diseñó para un flujo de energía bidireccional, el propio flujo puede ser intermitente y los recursos pueden ser propiedad del cliente o de un tercero o estar controlados por este. [27]

La desregulación de la Industria eléctrica en México ha hecho que las RNT y las RGD sean de acceso libre y no discriminatorio [1], lo que ha ocasionado el crecimiento de las interconexiones de centrales eléctricas de todo tipo, tanto generadores convencionales como de Generación Distribuida (GD), lo que impacta en el comportamiento de la demanda del sistema eléctrico.

Para estar en condiciones de entender la afectación de la GD en el pronóstico de la demanda, primeramente, se deben conocer algunos conceptos básicos sobre esta nueva propuesta de generación, así como las regulaciones a las que está sujeta y problemática que presenta.

### **3.2. DEFINICIÓN GENERACIÓN DISTRIBUIDA (GD)**

Estrictamente hablando, la propuesta de la generación distribuida (GD) es proveer una fuente eléctrica de potencia activa, y no necesariamente necesita ser capaz de proveer potencia reactiva [25]. Algunas de las definiciones para la GD son las siguientes:

**Definición 1.1.** La ubicación de la GD es definida como la instalación y operación de las unidades de generación de potencia conectadas directamente a la Red de Distribución o conectadas a la red del cliente en el sitio del medidor. [28]

**Definición 1.2.** Es la aplicación de pequeños generadores, típicamente de 1 a 10 MW, dispersos a través del sistema con la finalidad de suministrar energía eléctrica más cercana a los consumidores. Actualmente la GD utiliza fuentes de potencia que incluyen el agua, viento, tecnología fotovoltaica, Diesel, celdas de combustible, y turbinas de gas. [29]

**Definición 1.3.** Generación de electricidad mediante instalaciones pequeñas, en relación con las grandes centrales de generación, conectadas al sistema eléctrico a través de un punto de conexión común (PCC, siglas en inglés de Point of Common Coupling) y que son un subconjunto de los recursos distribuidos integrados por fuentes de potencia eléctrica





que no están conectadas directamente a los sistemas de transmisión y que incluyen tanto generadores como tecnologías de almacenamiento. [30]

Las tecnologías utilizadas para la implementación de la GD pueden ser energías renovables (fotovoltaicas, geotérmica, eólica, térmica) o no renovable (motores de combustión interna, motores de ciclo combinado, turbinas, microturbinas y celdas de combustible).

Debido a que el total de la generación distribuida instalada en el circuito de prueba corresponde a sistemas fotovoltaicos resulta necesario conocer de manera general como se conforman estos sistemas.

Un sistema eléctrico fotovoltaico consta de varios módulos, un convertidor electrónico, un controlador y un banco de baterías. Cada módulo está hecho de celdas fotovoltaicas conectadas en serie, paralelo o serie / paralelo, como parte de un panel soportado por una estructura mecánica. Se puede usar un convertidor de potencia para regular el flujo de energía del panel a la carga para asegurar la calidad de la energía dentro de ciertos límites. La electricidad convertida a partir de módulos solares debe almacenarse en bancos de baterías de alta capacidad para hacer que el sistema general sea factible económicamente. El banco de baterías debe almacenar suficiente energía para compensar la noche y/o los períodos de baja intensidad de luz. [29]

Otros aspectos que también deben considerarse en la etapa de diseño de un sistema fotovoltaico son los siguientes:

1. El sitio debe estar abierto, sin sombras constantes para la luz solar.
2. Use uno o más módulos solares.
3. Use estructuras o un soporte de aluminio.
4. Use un controlador de carga.
5. Use un banco o conjunto de baterías.
6. Considere usar un indicador del nivel de carga de la batería.
7. Use puntos de consumo de carga.



### 3.3. APLICACIONES Y PROBLEMAS DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

La red existente tiene un pequeño número de productores, largas rutas de distribución y un alto costo de mantenimiento, también es difícil lograr el balance de la carga. Por lo cual las principales preocupaciones de una generación centralizada se enlistan a continuación: [31,32]

- Incremento de la demanda y ausencia de alta confiabilidad.
- Limitaciones de planeación de sistemas de potencia centralizados.
- Riesgos de mercados de energía volátil.
- Amenazas de seguridad.
- Calidad de energía limitada
- Efecto ambiental (liberación de CO<sub>2</sub>, desechos nucleares, etc.).

Las unidades GD son las tecnologías emergentes de micro generación, como las microturbinas (MT's), celdas de combustible. También pueden usar fuentes de energía renovables como los arreglos fotovoltaicos de PV y turbinas eólicas. Las unidades GD tienen bajas tasas de emisión y son amigables con el ambiente además de económicas. La introducción de unidades GD debería reducir la presión en la red eléctrica central principalmente, pero técnicamente hablando, la penetración de GD en la red eléctrica crea una nueva clase de preocupaciones diferentes de las encontradas en fuentes de energía tradicionales. Las aplicaciones aleatorias de las unidades GD provocarán tantos problemas como puede resolver [33]. Algunos de los problemas se discuten a continuación:

- En primer lugar, las unidades GD operan cerca del nivel de voltaje de distribución de 480V como se encuentran geográficamente cerca de las cargas y proporcionan una corriente continua (CC) o salida de corriente alterna de frecuencia variable (CA), y por lo tanto requiere dispositivos de electrónica de potencia con el fin de interactuar con la red eléctrica y la carga. La interfaz de electrónica de potencia (PEI por sus siglas en inglés) conduce al desarrollo de nuevas estrategias de control. [34,35]
- El rendimiento de los sistemas de energía renovable fluctúa con las condiciones climáticas, que también es un tema debatible cuando las unidades GD están conectadas a la red eléctrica. [36]
- La red eléctrica existente sigue un flujo de potencia de varios niveles desde la transmisión hasta red de distribución; cualquier cambio en el flujo de energía causa problemas porque la GD tiene un comportamiento diferente de la carga convencional. [37]



### **3.4. FACTORES DE CRECIMIENTO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA**

Los principales impulsores detrás del crecimiento de GD y el enfoque actual en su integración en la operación y planificación del sistema de energía eléctrica se puede clasificar en tres categorías principales, ambientales, comerciales y reglamentación nacional. [25]

#### **3.4.1. Factores Ambientales**

- El uso de energía renovable y los sistemas combinados de calor y potencia (CHP) para limitar las emisiones de gases de efecto invernadero es uno de los principales impulsores. La integración de GD incluye algunos de los problemas relacionados con la integración de fuentes renovables, pero claramente no se ocupa de la integración de la transmisión fuentes renovables conectadas tales como grandes parques eólicos en tierra y mar adentro. [25]
- Otro factor importante para la GD desde la perspectiva medioambiental es el evitar la construcción de nuevas líneas de transmisión y grandes centrales eléctricas para las que hay una creciente oposición pública. Hay, sin embargo, oposición también desde algunos grupos de presión ambiental a parques eólicos terrestres por motivos de ruido y “contaminación visual”. Por lo tanto, hay que lograr un equilibrio entre la necesidad de soluciones energéticas sostenibles. [25]

#### **3.4.2 Factores Comerciales**

- Una de las consecuencias reconocidas de la introducción de la competencia y elección en electricidad es el mayor riesgo que enfrentan todos los jugadores en la electricidad cadena de suministro de generadores a través de negocios de transmisión y distribución a los minoristas. Es bien sabido que el desembolso de capital requerido para establecer nuevas centrales eléctricas puede ser muy alto. Las incertidumbres asociadas con una competencia de mercado pueden favorecer proyectos de generación con una pequeña capacidad cuyo riesgo financiero es proporcionalmente pequeño. [25]
- La presencia de GD cerca de los centros de carga puede tener un impacto beneficioso en la calidad de la potencia y fiabilidad del suministro. Un área de mejora es el perfil de voltaje, reducción en el número de minutos perdidos del cliente, especialmente si la GD tiene permitido y puede permanecer encendido cuando hay cortes de red (isla). [25]



### 3.4.3. Factores de Regulación Nacional

- En los últimos tiempos, ha habido una creciente preocupación entre los responsables de la política energética con respecto a la seguridad energética, por lo que la GD es una propuesta atractiva. Algunos de los más importantes son: [25]
  - + La energía se distribuye por la red cerca de los clientes; por lo que la falla de una estación de generación tendrá un impacto limitado en todo el sistema en comparación con el fracaso de una planta de energía grande o instalación de transmisión. [25]
  - + Diversas tecnologías y fuentes de energía primaria mediante la diversificación de las fuentes de energía, utilizando especialmente fuentes renovables, por lo que existe un control sobre las necesidades energéticas futuras. [25]
- La introducción de la competencia en la generación y comercialización, además de brindar al cliente la elección de con quien contratar su servicio, ofrecerá bajos precios de la energía y una mejor calidad del servicio. Uno de los requisitos previos para que se produzca una competencia efectiva es que debe haber muchos jugadores en el mercado. Por lo que GD claramente avanza esta causa al proporcionar muchos pequeños generadores que potencialmente podría comercializar en el mercado de energía, así como también comercio de servicios auxiliares. [25]

### 3.5. IMPACTO DE LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN LAS REDES DE DISTRIBUCIÓN.

Cuando la penetración de GD en los sistemas de distribución es relevante, los costos de operación de la red aumentan si se mantiene la estrategia “business-as-usual” (hacer negocios como siempre) es decir, una gestión basada en limitarse a instalar los nuevos equipos. De hecho, el aumento en la incorporación de GD tiene dos tipos de impacto en la estructura de costos de la operación de la distribución. [26]

En primer lugar, se requieren inversiones para conectar esta generación distribuida a las redes de distribución, para permitir la correcta gestión del aumento de la variabilidad en los flujos y las fluctuaciones en la demanda neta y las puntas de demanda y para instalar las tecnologías de la información necesarias para optimizar la operación del día a día de una red con abundante capacidad instalada de GD. [26]

En segundo lugar, estas nuevas tecnologías de generación, combinadas con equipos de almacenamiento y de respuesta activa de la demanda ofrecen al mismo tiempo una serie de nuevos instrumentos para la operación de las redes y por tanto una herramienta que permite a los operadores de la red de distribución cumplir más eficazmente su tarea de conseguir una distribución de energía eléctrica de manera fiable, segura y eficiente. [26]

Estos nuevos recursos distribuidos permitirán una gestión activa de los sistemas de distribución y disminuir los costes totales de los distribuidores. Por ejemplo, la gestión de las GD y del consumo para solucionar congestiones puntuales de la red puede permitir retrasar la necesidad de realizar inversiones en nuevas redes. [26]

### 3.6. GENERACIÓN DISTRIBUIDA EN MÉXICO

A partir de la reforma energética en México establecida en el año 2014, la apertura del mercado eléctrico ha permitido la incorporación de nuevas centrales de generación de diversas capacidades, así como de gran variedad de tecnologías, por lo que la Comisión Reguladora de Energía (CRE), quien es el organismo regulador tiene establecida una clasificación con base a su capacidad de generación, tal como se señala en la figura 3.1, y de las cuales se utilizarán en el desarrollo de la Tesis, las que se encuentran clasificadas como de pequeña y mediana escala, dado que son éstas las que se integran en las RGD con mayor frecuencia.[38]

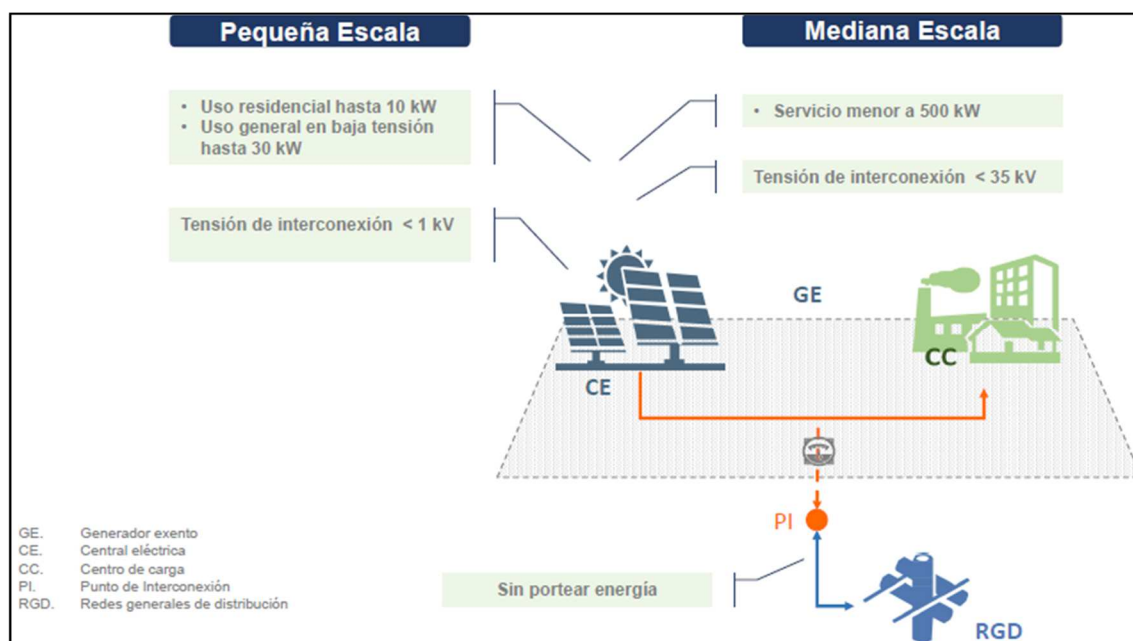


Fig. 3.1. Clasificación Generación Distribuida (GD). [38]

Al cierre del primer semestre de 2017 se cuenta con una capacidad instalada de generación distribuida de 304,167 kW que representan 40,109 contratos de interconexión. En las figuras 3.2 y 3.3. se muestran la de capacidad instalada, así como la cantidad de contratos realizados de forma anual y acumulada respectivamente.

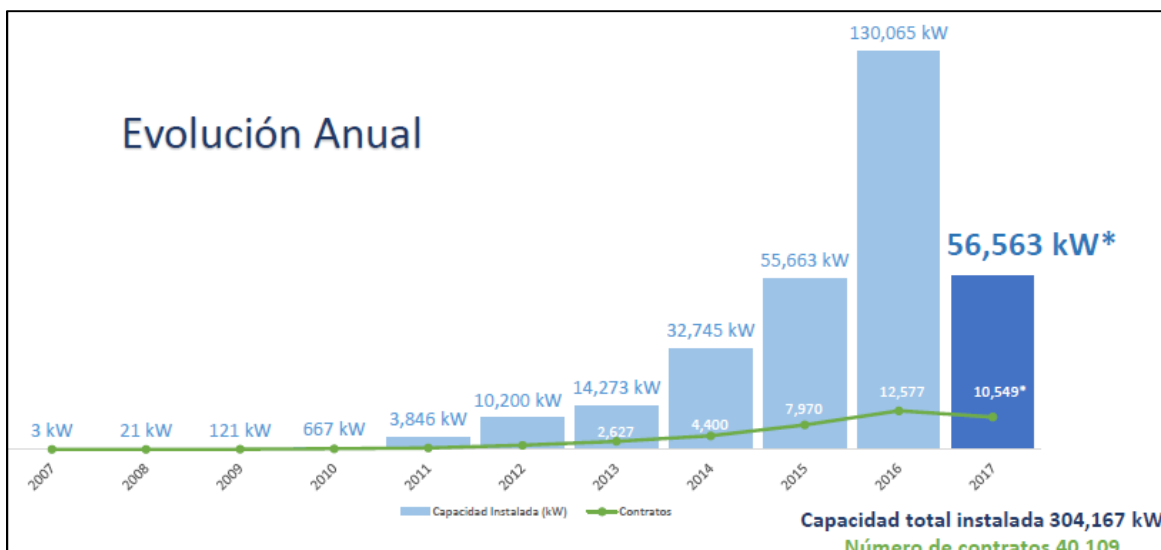


Fig. 3.2. Evolución Anual de Capacidad de Generación y Contratos de Interconexión para GD. [38]

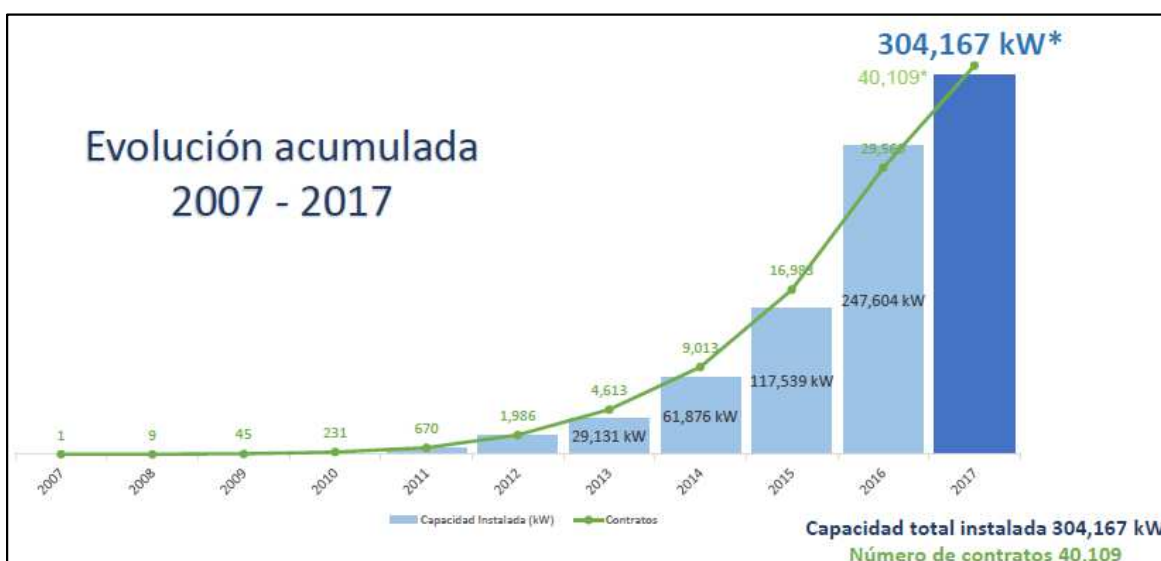


Fig. 3.3. Evolución Acumulada de Capacidad de Generación y Contratos de Interconexión para GD. [38]

De acuerdo con datos de la CRE al cierre del primer semestre del 2017, se puede observar que la mayor cantidad de contratos y capacidad de generación instalada se encuentra en el rango de 1 kW-10 kW (36,822 contratos y una capacidad instalada de 124,303 kW) esto debido a la fuerte penetración de la generación fotovoltaica y a los apoyos económicos a proyectos de generación por parte de entidades gubernamentales y privadas. [38]

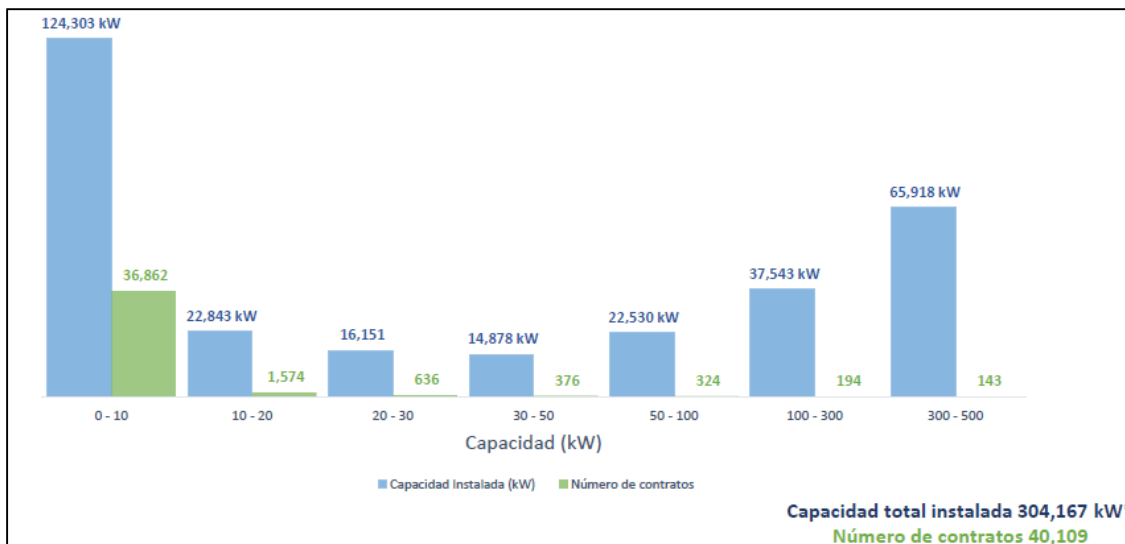


Fig. 3.4. Números de Contratos por Rango de Capacidad. [38]

Otro dato importante que se debe considerar es el tipo de tecnología de generación que está teniendo mayor presencia en México, y la cual de acuerdo con los datos de la CRE se indica que se trata de la generación a través de paneles fotovoltaicos ya que se tiene una capacidad instalada de 300,168 kW entre generación de pequeña y mediana escala lo que representa el 98.6% de la capacidad instala para este tipo de interconexiones, esto en gran medida a la ubicación geográfica que tiene el país, lo que le permite contar con una mayor irradiación solar comparado con otros países del mundo. [38]

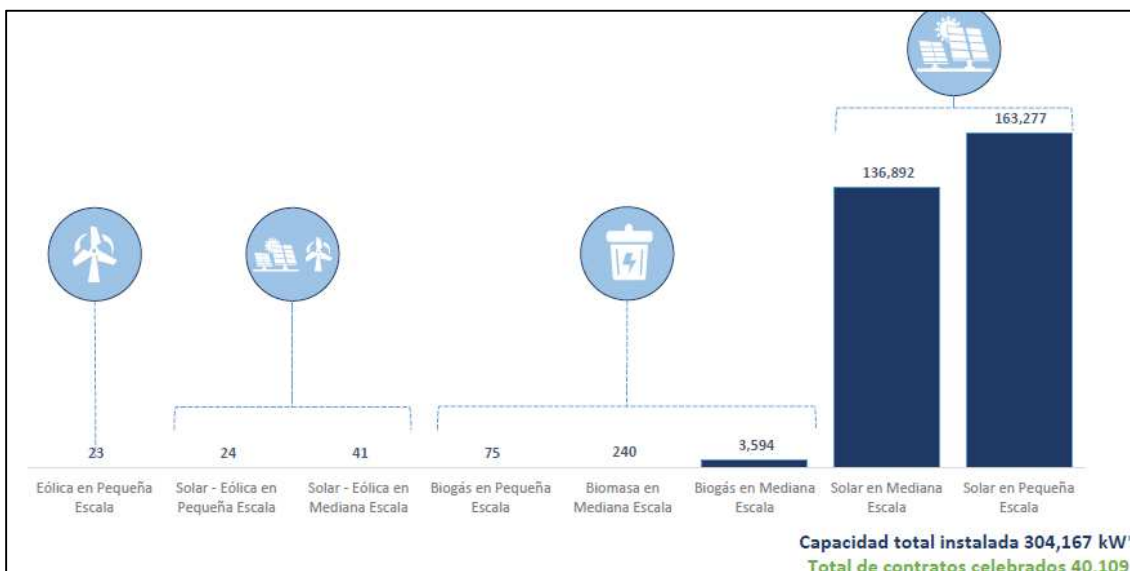


Fig. 3.5. Capacidad instalada por tipo de tecnología. [38]

## CAPÍTULO 4

# METODOLOGÍA Y RESULTADOS

### 4.1. ANTECEDENTES

Actualmente se tiene, sólo para el caso de la División Valle de México Centro 1,267 contratos de interconexión de pequeña y mediana escala en donde prevalece el uso de la tecnología fotovoltaica para la generación de electricidad, esto debido principalmente a la ubicación geográfica de la Ciudad de México, así como a la limitación de grandes extensiones de terreno lo que restringe el uso de otras tecnologías, además del alto grado de comercialización de los paneles fotovoltaicos y la disminución de sus costos.

Para el desarrollo de la Tesis se estará utilizando un circuito de distribución (REF5XXXX) en media tensión de la Zona de Distribución Polanco, perteneciente a la División Valle de México Centro de la Comisión Federal de Electricidad, los análisis se desarrollarán en el software Minitab® 18.1 haciendo uso de las herramientas para análisis de series de tiempo con las que cuenta.

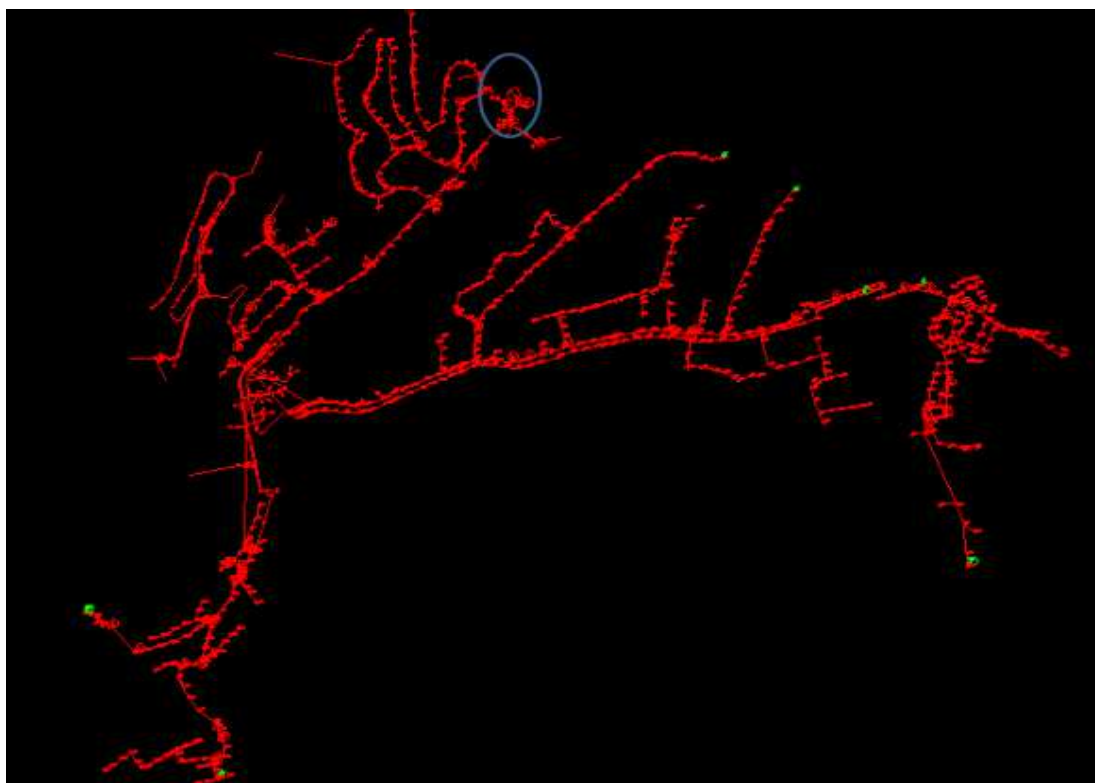


Fig. 4.1. Circuito de distribución de prueba REF5XXXX.



Los modelos que se estarán desarrollando están basados en el comportamiento de la demanda de energía eléctrica del sistema de distribución operando bajo condiciones normales, es decir que no considera las transferencias de cargas por falla o mantenimiento. Así también todos los días se consideran como normales, es decir que no se toman en cuenta los fines de semana.

El circuito de prueba es una red de 23 kV, perteneciente a la S.E. Reforma y en el cual se tienen **67 servicios** que cuentan con generación distribuida (**Apéndice A**) con una capacidad total instalada de generación por **589 kW**, por lo que una vez que se tiene esta información se obtienen las demandas a través del SIMOCE (Sistema de Monitoreo de la Calidad de la Energía) de un mes en específico, que para el caso particular se trabajará con el mes de octubre de 2017, para conocer su comportamiento y realizar el pronóstico.

A continuación, en la figura 4.2, se muestra la gráfica de demanda diaria que presenta el circuito para el mes de octubre 2017, en donde se consideran las 4 semanas, ya que cabe recordar que para comprobar los modelos se estarán formando la serie de tiempo con las primeras 3 semanas, reservando la cuarta con el objeto de poder realizar las comparaciones necesarias de cada uno de ellos.

Cabe hacer mención que para algunas de las lecturas obtenidas del mes bajo estudio no se contaba con valores, esto debido a fallas en el equipo de medición del circuito de distribución, por lo que para establecer un valor para dicho período se recurrió a obtener la lectura para una hora y día similar a la lectura faltante.

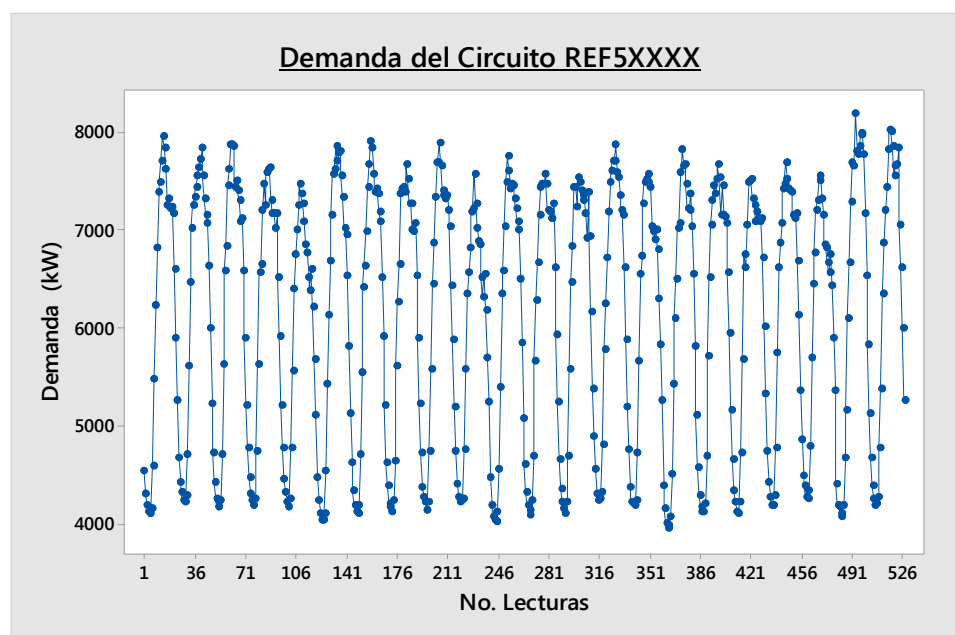


Fig. 4.2. Demanda del circuito REF5XXXX para el mes de octubre de 2017.

Dado que los datos de demanda se obtuvieron para cada hora del día, estos valores (528 datos) se encuentran reportados en el **Apéndice B**.

## 4.2. ANALISIS DE LA DEMANDA

Una vez que se tienen los datos de demanda para el mes correspondiente, se grafican los perfiles diarios tomando en cuenta las 4 semanas que conforman el mes, esto con el objetivo de encontrar posibles valores atípicos que no tengan pertenencia a la serie de tiempo y con ello eliminar valores que afecten los modelos y por ende el pronóstico de cada uno de ellos.

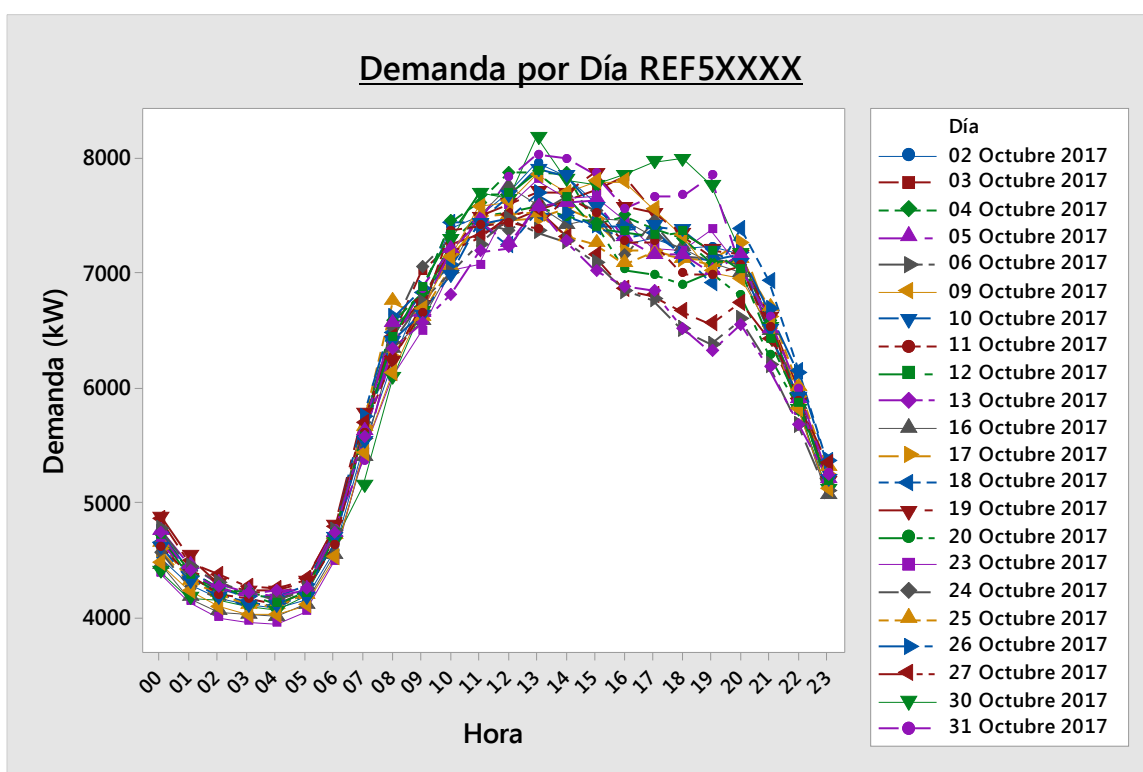


Fig. 4.3. Perfil de demanda diaria REF5XXXX.

Como se puede observar no existen datos atípicos para los perfiles de demanda diarios, y la demanda del circuito tiene un comportamiento estable, en caso de que hubieran observado datos anormales, estos se deben corregir tomando como base los valores de días similares a la misma hora, para que estos valores atípicos sean sustituidos y con ello mejorar la serie de tiempo para un mejor análisis.

### 4.3. FACTOR DE GENERACIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS

Dado que toda la generación distribuida que se tiene interconectada en el circuito de prueba corresponde a sistemas fotovoltaicos, y debido a que estos no se encuentran generando las 24 horas del día, se debe obtener un factor de generación sobre la demanda del circuito.

Las mediciones registradas en el SIMOCE del circuito bajo estudio incluyen el efecto de la generación de las fuentes fotovoltaicas instaladas. Por lo que, para evaluar el pronóstico, es necesario eliminar el efecto de estas fuentes, para ello se sumará a la demanda la generación de las fuentes. [39]

Suponiendo que el comportamiento de generación de una fuente fotovoltaica, como se muestra en la Figura 4.4, se aproxima al semiciclo positivo de una senoide, con esto es posible determinar de manera aproximada la cantidad de demanda que está siendo abastecida por las fuentes instaladas, a la hora de la demanda [39] [40]. Para emular el comportamiento de manera aproximada de la fuente fotovoltaica, para fines prácticos se modeló el semiciclo positivo de la onda sinusoidal considerando un rango de generación de 10 horas de las 08:00 a las 18:00 h.

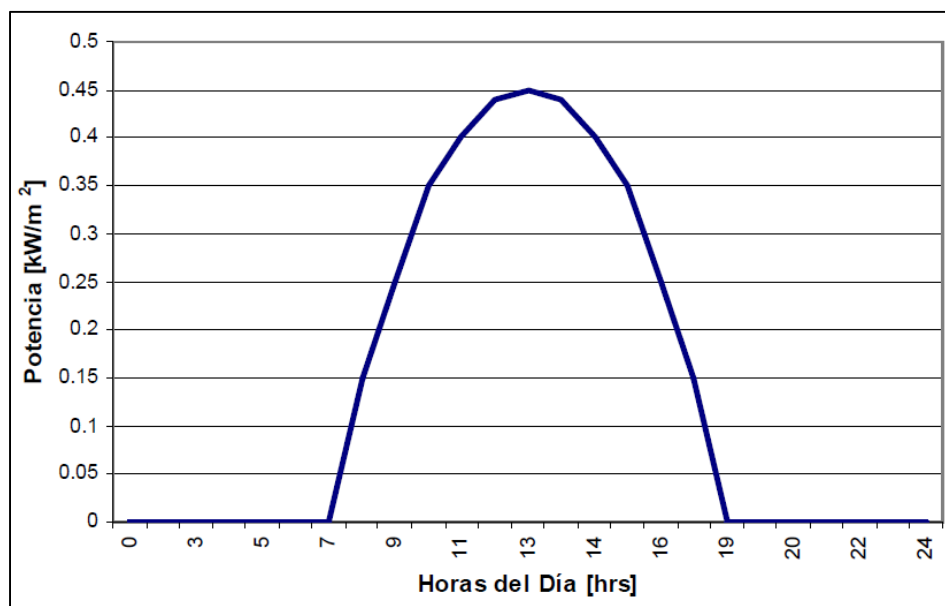


Fig. 4.4. Comportamiento de generación típica de una fuente fotovoltaica. [39]

Mediante este mecanismo se puede determinar un factor de generación de las fuentes fotovoltaicas en la hora que se presenta la demanda medida. Este factor de generación es el seno del ángulo que le corresponde al tiempo de la demanda medida.



Por lo que este factor servirá para determinar la cantidad de generación que están produciendo entre las 08:00 y 18:00 h. [39]

Para calcular el factor de generación de las fuentes fotovoltaicas se aplica la ecuación 4.2, para lo cual primeramente se obtiene la diferencia entre la máxima hora de operación de las fuentes fotovoltaicas (que es a las 18:00 h) y cada una de las horas a partir de las (8:00 h), este tiempo obtenido en horas se transforma en minutos. Posteriormente, este tiempo se transforma en ángulo de acuerdo con el comportamiento de la curva de la Figura 4.4. Finalmente, con el seno del ángulo se obtiene el factor de generación, con el que se obtiene la generación de las fuentes fotovoltaicas para cualquier hora del día. [38]

$$\angle_{Ri} = 180 - \left( \frac{dm*18}{60} \right) \quad (4.1)$$

$$FG_i = \text{Sin} \angle_{Ri} \quad (4.2)$$

Donde:

$\angle_{Ri}$  = *Angulo de referencia a la hora i*

$FG_i$  = *Factor de Generación a la hora i*

$dm$  = *Diferencia de minutos con respecto a las 18:00 h*

Conociendo este factor, se procede aplicar la siguiente ecuación:

$$A_{GDi} = CIG * FG_i \quad (4.3)$$

Donde:

$A_{GDi}$  = *Aportación Generación Distribuida a la hora i*

$CIG$  = *Capacidad instalada de Generación*

En la tabla 4.1 se muestra el factor de generación para cada hora del día desde las 8:00 hasta las 18:00 horas. Para las horas que no están comprendidas en este intervalo su factor de generación es cero.



**Tabla 4.1. Factor de Generación por hora del día.**

Hora	Diferencia 18:00 h	Minutos	Ángulo de Referencia	Seno de Ángulo (Factor de Generación)	Capacidad Instalada de Generación (kW)	Aportación de GD (kW)
08:00	10:00	600	0	0.0000	589	0.00
09:00	09:00	540	18	0.3090		182.01
10:00	08:00	480	36	0.5878		346.21
11:00	07:00	420	54	0.8090		476.51
12:00	06:00	360	72	0.9511		560.17
13:00	05:00	300	90	1.0000		589.00
14:00	04:00	240	108	0.9511		560.17
15:00	03:00	180	126	0.8090		476.51
16:00	02:00	120	144	0.5878		346.21
17:00	01:00	60	162	0.3090		182.01
18:00	00:00	0	180	0.0000		0.00

#### **4.4. ACONDICIONAMIENTO DE LA SERIE DE TIEMPO POR EL EFECTO DE LA GENERACIÓN FOTOVOLTAICA**

Una vez que se conocen los factores de generación de los sistemas fotovoltaicos para cada hora del día, se procede a realizar un ajuste en la serie de tiempo para las 3 primeras semanas (ecuación 4.4), las cuales se utilizarán como base para realizar el pronóstico, esto consiste en incrementar la demanda obtenida por el SIMOCE con el valor de la aportación de la GD calculado en la ecuación 4.3, este dato es el que se indica en la última columna de la Tabla 4.1.

Posteriormente una vez que se obtienen los pronósticos aplicando cualquiera de los métodos que aquí se abordan, a estos se les debe restar el valor de  $A_{GD_i}$  (ecuación 4.5) esto con la finalidad de poder realizar la comparación de los pronósticos obtenidos con los valores reales para la cuarta semana.

$$D_i = D_{Mi} + A_{GD_i} \quad (4.4)$$

Donde:

$D_i$  = Demanda ajustada en la hora  $i$

$D_{Mi}$  = Demanda medida en SIMOCE en la hora  $i$

$$D_{pi} = D_{piGD} - A_{GD}i \quad (4.5)$$

Donde:

$D_{pi}$  = Ajuste de la Demanda pronosticada en la hora  $i$

$D_{piGD}$  = Demanda pronosticada en la hora  $i$  sin la aportación de la GD

En la figura 4.5 se muestra el diagrama de flujo a seguir para la realización del pronóstico, desde la obtención de los datos, detección y corrección de los valores atípicos, acondicionamiento de la serie de tiempo, así como para su ajuste en el pronóstico para su comparación con los valores reales de la cuarta semana.

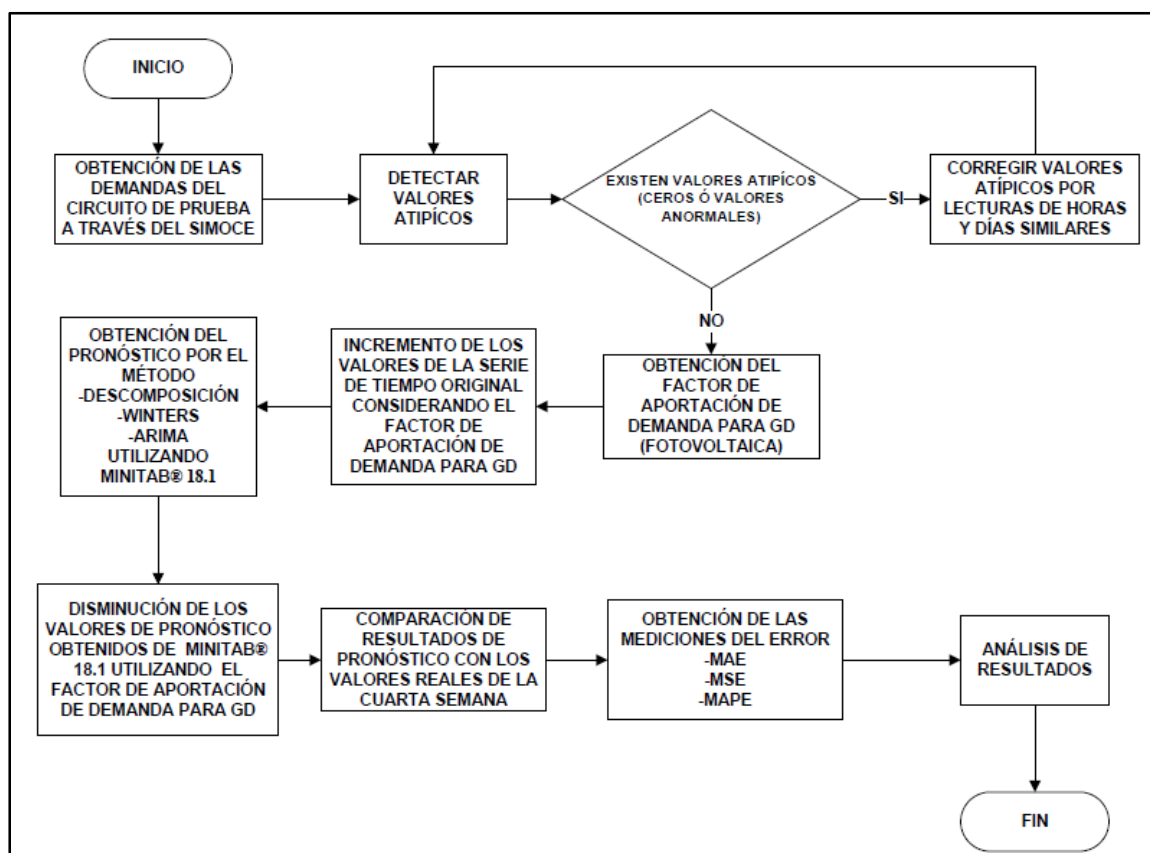


Fig. 4.5. Diagrama de flujo para la obtención de pronósticos.



A continuación, se muestran los valores de demanda acondicionados para un solo día donde, los valores completos de las primeras 3 semanas se encuentran detallados en el **Apéndice C**.

**Tabla 4.2. Demanda para el día 02 de octubre considerando el factor de generación.**

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	02/10/2017	00:00:00	4522.94	589	0.0000	4522.94
REF5XXXX	02/10/2017	01:00:00	4290.63	589	0.0000	4290.63
REF5XXXX	02/10/2017	02:00:00	4169.67	589	0.0000	4169.67
REF5XXXX	02/10/2017	03:00:00	4107.85	589	0.0000	4107.85
REF5XXXX	02/10/2017	04:00:00	4087.11	589	0.0000	4087.11
REF5XXXX	02/10/2017	05:00:00	4147.2	589	0.0000	4147.20
REF5XXXX	02/10/2017	06:00:00	4584.77	589	0.0000	4584.77
REF5XXXX	02/10/2017	07:00:00	5469.89	589	0.0000	5469.89
REF5XXXX	02/10/2017	08:00:00	6220.22	589	0.0000	6220.22
REF5XXXX	02/10/2017	09:00:00	6813.9	589	0.3090	6995.91
REF5XXXX	02/10/2017	10:00:00	7385.47	589	0.5878	7731.68
REF5XXXX	02/10/2017	11:00:00	7482.25	589	0.8090	7958.76
REF5XXXX	02/10/2017	12:00:00	7696.32	589	0.9511	8256.49
REF5XXXX	02/10/2017	13:00:00	7950.72	589	1.0000	8539.72
REF5XXXX	02/10/2017	14:00:00	7832.64	589	0.9511	8392.81
REF5XXXX	02/10/2017	15:00:00	7612.81	589	0.8090	8089.32
REF5XXXX	02/10/2017	16:00:00	7236.29	589	0.5878	7582.50
REF5XXXX	02/10/2017	17:00:00	7302.91	589	0.3090	7484.92
REF5XXXX	02/10/2017	18:00:00	7208.06	589	0.0000	7208.06
REF5XXXX	02/10/2017	19:00:00	7219	589	0.0000	7219.00
REF5XXXX	02/10/2017	20:00:00	7158.33	589	0.0000	7158.33
REF5XXXX	02/10/2017	21:00:00	6593.86	589	0.0000	6593.86
REF5XXXX	02/10/2017	22:00:00	5890.36	589	0.0000	5890.36
REF5XXXX	02/10/2017	23:00:00	5243.52	589	0.0000	5243.52

## 4.5. APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS DE PRONÓSTICOS

Con los datos acondicionados de la serie de tiempo correspondientes del 02 de octubre al 24 de octubre de 2017 que se muestran en el Apéndice C, se procede a la aplicación de las metodologías de Descomposición Multiplicativo, Winters y ARIMA, para poder realizar el pronóstico a corto plazo de los días 25, 26, 27, 30 y 31 de octubre de 2017 (5 días en adelante).

### 4.5.1. MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN MULTIPLICATIVO

El primer método por utilizar es el conocido como Descomposición Multiplicativo, y en este se debe calcular el Índice Estacional para cada una de las horas, determinar la tendencia empleando para ello la ecuación 2.7, para posteriormente multiplicar estos valores para obtener el pronóstico.

Cabe mencionar que a los valores que se obtengan del software Minitab® 18.1 se les debe restar la aportación de la generación fotovoltaica, para que se pueda realizar el comparativo con los datos reales de la 4ta semana.

Primeramente, se agrupan los valores por cada una de las horas para poder identificar valores atípicos de la serie y con ello decidir si se corrigen o permanecen en la misma. En la figura 4.6 se muestra gráficamente este ejercicio.

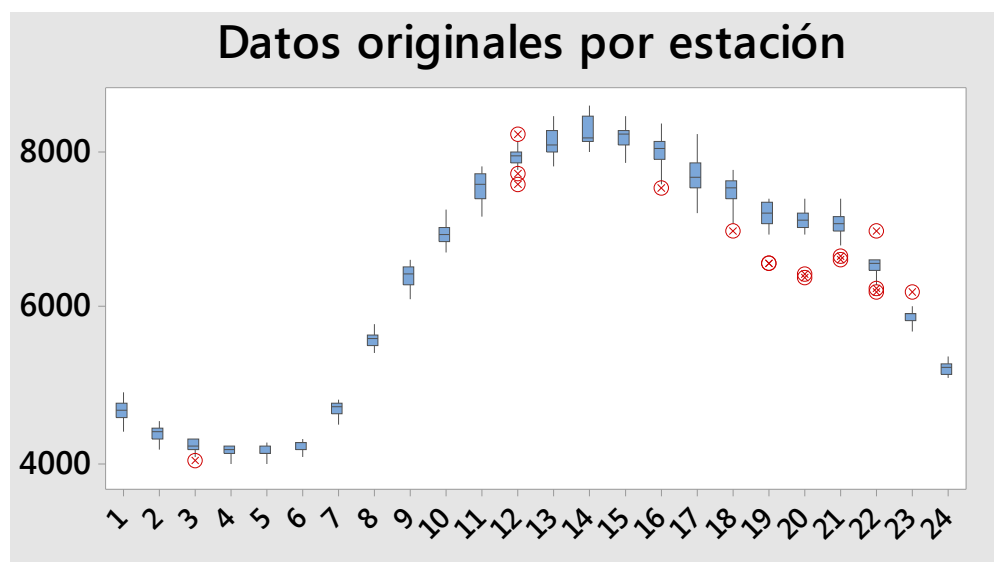


Fig. 4.6. Gráfica de Cajas por Estación (El valor 1 corresponde a las 0:00 h).





De la figura anterior y aplicando la metodología de los cuartiles, se observa que existen 15 valores atípicos para toda la serie, y que para las 11:00 h y 21:00 h son los intervalos de tiempo que contienen mayor número de valores atípicos con 3 cada uno.

Dado que en forma global estos valores no representan un gran porcentaje de todos los datos de la serie, se decide que estos permanezcan.

Primeramente, se debe calcular la tendencia de la serie de datos, para lo cual se hace uso de la **ecuación 2.7**, donde se suman los promedios de cada estación y una vez realizado esto se saca un promedio de las estaciones.

$$m_t = \frac{\sum_{i=1}^n P_{Si}}{n} = 6287.81$$

Lo siguiente es la obtención de los índices estacionales utilizando para ello la **ecuación 2.8** y que se indican en la tabla 4.3, para posteriormente graficarlos y determinar algún patrón de comportamiento.

**Tabla 4.3. Índice Estacional por hora.**

Hora	Índice Estacional	Hora	Índice Estacional
0:00	0.737	12:00	1.295
1:00	0.689	13:00	1.311
2:00	0.668	14:00	1.293
3:00	0.660	15:00	1.272
4:00	0.654	16:00	1.212
5:00	0.670	17:00	1.183
6:00	0.743	18:00	1.136
7:00	0.887	19:00	1.124
8:00	1.017	20:00	1.117
9:00	1.093	21:00	1.032
10:00	1.195	22:00	0.933
11:00	1.257	23:00	0.822

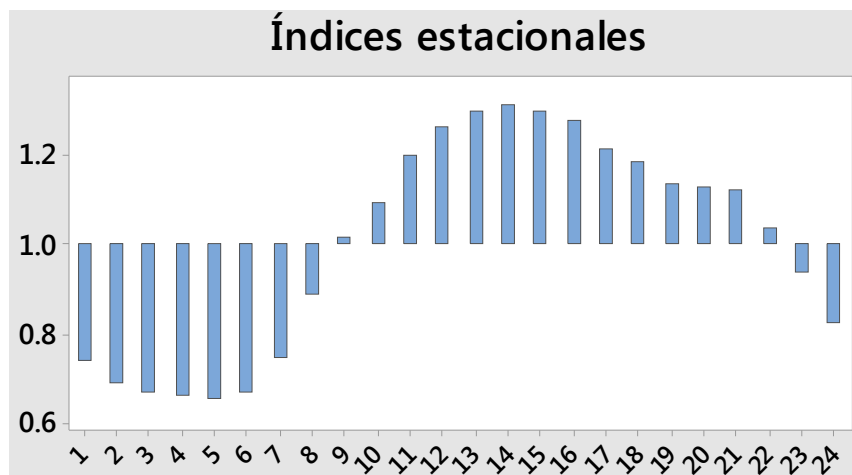


Fig. 4.7. Gráfica de índices estacionales (El valor 1 corresponde a las 0:00 h).

De la figura 4.7 se infiere que de las 8:00 h a las 21:00 h, los valores deberán estar por encima de la tendencia ya que los índices estacionales son mayores a 1, alcanzando su valor máximo a las 14:00 h, correspondiendo con el comportamiento normal de la demanda.

Los valores reales de la serie de datos son divididos cada uno por su respectivo índice estacional (eliminación de la estacionalidad) ajustando con ello la serie de tiempo, tal como se muestra en la Figura 4.8.

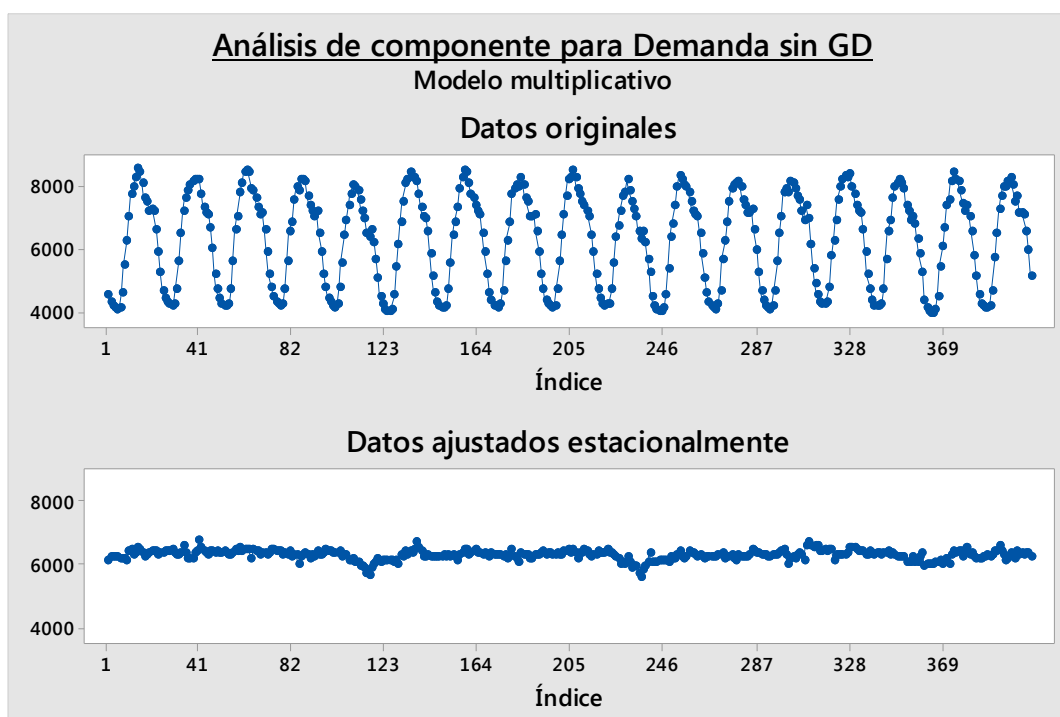


Fig. 4.8. Datos Originales VS Datos Ajustados.

En el **Apéndice D** se muestra el resumen de los valores obtenidos del modelo a través de Minitab® 18.1, el pronóstico se obtiene empleando la **ecuación 2.9**, y en la figura 4.9 se observan los valores de la serie, los valores ajustados (valor de la tendencia por el índice estacional), así como los de pronóstico. Cabe mencionar que los valores que se reportan en Minitab® 18.1 de MAD, MSD y MAPE están referidos a los valores que forman la serie de tiempo de las primeras 3 semanas y que para el caso del MAD y el MSD realmente corresponden al MAE y el MSE, ya que Minitab® 18.1 usa los valores ajustados para hacer el cálculo en lugar del promedio de la serie.

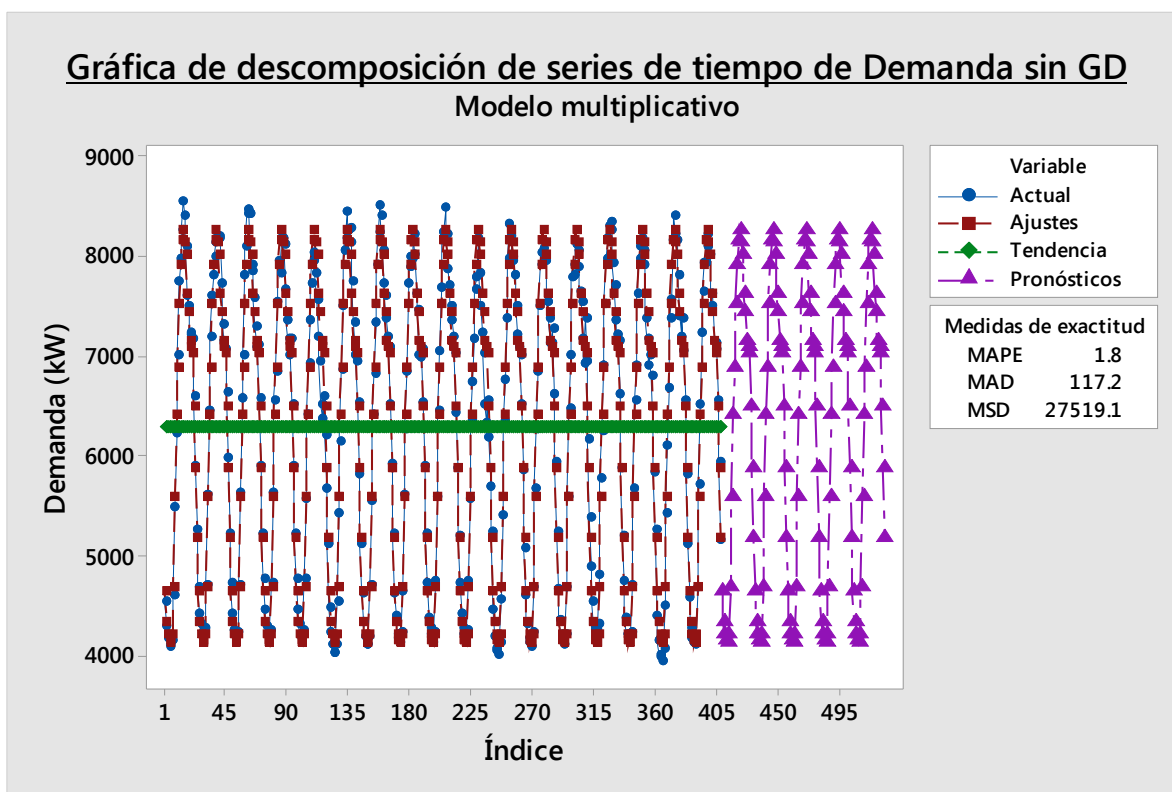


Fig. 4.9. Gráfica de Descomposición de la serie.

En la tabla 4.4. se indican los valores de pronóstico obtenidos a través de Minitab® 18.1, por lo que estos datos deben ser afectados por el valor factor de generación para poder comparar con los valores reales de la 4ta semana y con ello poder medir la exactitud del pronóstico (MAPE, MAE y MSE).



**Tabla 4.4. Pronóstico de demanda considerando la GD (Método de Descomposición).**

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4633.34	4633.34	4652.17	18.83	0.405	18.830	354.57
2	25/10/2017	01:00:00	4335.00	4335.00	4320.39	-14.61	0.338	14.610	213.45
3	25/10/2017	02:00:00	4199.01	4199.01	4206.71	7.70	0.183	7.700	59.29
4	25/10/2017	03:00:00	4150.54	4150.54	4113.98	-36.56	0.889	36.560	1336.63
5	25/10/2017	04:00:00	4111.21	4111.21	4099.77	-11.44	0.279	11.440	130.87
6	25/10/2017	05:00:00	4210.51	4210.51	4202.11	-8.40	0.200	8.400	70.56
7	25/10/2017	06:00:00	4673.29	4673.29	4719.74	46.45	0.984	46.450	2157.60
8	25/10/2017	07:00:00	5578.21	5578.21	5662.08	83.87	1.481	83.870	7034.18
9	25/10/2017	08:00:00	6394.79	6394.79	6745.54	350.75	5.200	350.750	123025.56
10	25/10/2017	09:00:00	6873.76	6691.75	6612.48	-79.27	1.199	79.269	6283.57
11	25/10/2017	10:00:00	7515.64	7169.43	7047.55	-121.88	1.729	121.884	14855.83
12	25/10/2017	11:00:00	7905.60	7429.09	7478.78	49.69	0.664	49.691	2469.20
13	25/10/2017	12:00:00	8144.44	7584.27	7496.25	-88.02	1.174	88.018	7747.12
14	25/10/2017	13:00:00	8242.14	7653.14	7516.02	-137.12	1.824	137.120	18801.89
15	25/10/2017	14:00:00	8131.12	7570.95	7306.95	-264.00	3.613	263.998	69694.79
16	25/10/2017	15:00:00	7996.18	7519.67	7249.92	-269.75	3.721	269.749	72764.52
17	25/10/2017	16:00:00	7621.33	7275.12	7073.67	-201.45	2.848	201.454	40583.91
18	25/10/2017	17:00:00	7435.53	7253.52	7172.35	-81.17	1.132	81.169	6588.40
19	25/10/2017	18:00:00	7142.32	7142.32	7116.67	-25.65	0.360	25.650	657.92
20	25/10/2017	19:00:00	7069.40	7069.40	7077.12	7.72	0.109	7.720	59.60
21	25/10/2017	20:00:00	7021.22	7021.22	7114.94	93.72	1.317	93.720	8783.44
22	25/10/2017	21:00:00	6488.01	6488.01	6699.08	211.07	3.151	211.070	44550.54
23	25/10/2017	22:00:00	5867.53	5867.53	6009.41	141.88	2.361	141.880	20129.93
24	25/10/2017	23:00:00	5167.33	5167.33	5308.04	140.71	2.651	140.710	19799.30
25	26/10/2017	00:00:00	4633.34	4633.34	4734.92	101.58	2.145	101.580	10318.50
26	26/10/2017	01:00:00	4335.00	4335.00	4418.88	83.88	1.898	83.880	7035.85
27	26/10/2017	02:00:00	4199.01	4199.01	4263.55	64.54	1.514	64.540	4165.41
28	26/10/2017	03:00:00	4150.54	4150.54	4183.49	32.95	0.788	32.950	1085.70
29	26/10/2017	04:00:00	4111.21	4111.21	4177.35	66.14	1.583	66.140	4374.50
30	26/10/2017	05:00:00	4210.51	4210.51	4272.97	62.46	1.462	62.460	3901.25
31	26/10/2017	06:00:00	4673.29	4673.29	4758.91	85.62	1.799	85.620	7330.78
32	26/10/2017	07:00:00	5578.21	5578.21	5737.92	159.71	2.783	159.710	25507.28
33	26/10/2017	08:00:00	6394.79	6394.79	6607.3	212.51	3.216	212.510	45160.50
34	26/10/2017	09:00:00	6873.76	6691.75	6852.47	160.72	2.345	160.721	25831.24
35	26/10/2017	10:00:00	7515.64	7169.43	7059.65	-109.78	1.555	109.784	12052.63



Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
36	26/10/2017	11:00:00	7905.60	7429.09	7411.59	-17.50	0.236	17.499	306.21
37	26/10/2017	12:00:00	8144.44	7584.27	7467.46	-116.81	1.564	116.808	13644.04
38	26/10/2017	13:00:00	8242.14	7653.14	7682.69	29.55	0.385	29.550	873.20
39	26/10/2017	14:00:00	8131.12	7570.95	7519.68	-51.27	0.682	51.268	2628.38
40	26/10/2017	15:00:00	7996.18	7519.67	7407.35	-112.32	1.516	112.319	12615.56
41	26/10/2017	16:00:00	7621.33	7275.12	7396.62	121.50	1.643	121.496	14761.16
42	26/10/2017	17:00:00	7435.53	7253.52	7380.3	126.78	1.718	126.781	16073.42
43	26/10/2017	18:00:00	7142.32	7142.32	7146.05	3.73	0.052	3.730	13.91
44	26/10/2017	19:00:00	7069.40	7069.40	7108.98	39.58	0.557	39.580	1566.58
45	26/10/2017	20:00:00	7021.22	7021.22	7161.02	139.80	1.952	139.800	19544.04
46	26/10/2017	21:00:00	6488.01	6488.01	6676.99	188.98	2.830	188.980	35713.44
47	26/10/2017	22:00:00	5867.53	5867.53	6118.46	250.93	4.101	250.930	62965.86
48	26/10/2017	23:00:00	5167.33	5167.33	5351.43	184.10	3.440	184.100	33892.81
49	27/10/2017	00:00:00	4633.34	4633.34	4852.23	218.89	4.511	218.890	47912.83
50	27/10/2017	01:00:00	4335.00	4335.00	4484.35	149.35	3.330	149.350	22305.42
51	27/10/2017	02:00:00	4199.01	4199.01	4376.45	177.44	4.054	177.440	31484.95
52	27/10/2017	03:00:00	4150.54	4150.54	4268.74	118.20	2.769	118.200	13971.24
53	27/10/2017	04:00:00	4111.21	4111.21	4248	136.79	3.220	136.790	18711.50
54	27/10/2017	05:00:00	4210.51	4210.51	4332.86	122.35	2.824	122.350	14969.52
55	27/10/2017	06:00:00	4673.29	4673.29	4783.87	110.58	2.312	110.580	12227.94
56	27/10/2017	07:00:00	5578.21	5578.21	5685.31	107.10	1.884	107.100	11470.41
57	27/10/2017	08:00:00	6394.79	6394.79	6442.95	48.16	0.747	48.160	2319.39
58	27/10/2017	09:00:00	6873.76	6691.75	6752.06	60.31	0.893	60.311	3637.42
59	27/10/2017	10:00:00	7515.64	7169.43	7186.56	17.13	0.238	17.126	293.28
60	27/10/2017	11:00:00	7905.60	7429.09	7297.53	-131.56	1.803	131.559	17307.77
61	27/10/2017	12:00:00	8144.44	7584.27	7494.72	-89.55	1.195	89.548	8018.79
62	27/10/2017	13:00:00	8242.14	7653.14	7552.71	-100.43	1.330	100.430	10086.18
63	27/10/2017	14:00:00	8131.12	7570.95	7304.63	-266.32	3.646	266.318	70925.12
64	27/10/2017	15:00:00	7996.18	7519.67	7143.55	-376.12	5.265	376.119	141465.49
65	27/10/2017	16:00:00	7621.33	7275.12	6848.26	-426.86	6.233	426.864	182213.29
66	27/10/2017	17:00:00	7435.53	7253.52	6800.07	-453.45	6.668	453.449	205615.99
67	27/10/2017	18:00:00	7142.32	7142.32	6653.56	-488.76	7.346	488.760	238886.34
68	27/10/2017	19:00:00	7069.40	7069.40	6556.42	-512.98	7.824	512.980	263148.48
69	27/10/2017	20:00:00	7021.22	7021.22	6732.67	-288.55	4.286	288.550	83261.10
70	27/10/2017	21:00:00	6488.01	6488.01	6419.14	-68.87	1.073	68.870	4743.08
71	27/10/2017	22:00:00	5867.53	5867.53	5889.98	22.45	0.381	22.450	504.00
72	27/10/2017	23:00:00	5167.33	5167.33	5343.36	176.03	3.294	176.030	30986.56



Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
73	30/10/2017	00:00:00	4633.34	4633.34	4397.95	-235.39	5.352	235.390	55408.45
74	30/10/2017	01:00:00	4335.00	4335.00	4174.65	-160.35	3.841	160.350	25712.12
75	30/10/2017	02:00:00	4199.01	4199.01	4156.22	-42.79	1.030	42.790	1830.98
76	30/10/2017	03:00:00	4150.54	4150.54	4096.51	-54.03	1.319	54.030	2919.24
77	30/10/2017	04:00:00	4111.21	4111.21	4060.99	-50.22	1.237	50.220	2522.05
78	30/10/2017	05:00:00	4210.51	4210.51	4178.11	-32.40	0.775	32.400	1049.76
79	30/10/2017	06:00:00	4673.29	4673.29	4661.57	-11.72	0.251	11.720	137.36
80	30/10/2017	07:00:00	5578.21	5578.21	5146.95	-431.26	8.379	431.260	185985.19
81	30/10/2017	08:00:00	6394.79	6394.79	6086.79	-308.00	5.060	308.000	94864.00
82	30/10/2017	09:00:00	6873.76	6691.75	6657.79	-33.96	0.510	33.959	1153.21
83	30/10/2017	10:00:00	7515.64	7169.43	7284.87	115.44	1.585	115.436	13325.36
84	30/10/2017	11:00:00	7905.60	7429.09	7687.68	258.59	3.364	258.591	66869.31
85	30/10/2017	12:00:00	8144.44	7584.27	7642.37	58.10	0.760	58.102	3375.88
86	30/10/2017	13:00:00	8242.14	7653.14	8179.39	526.25	6.434	526.250	276939.06
87	30/10/2017	14:00:00	8131.12	7570.95	7800.19	229.24	2.939	229.242	52552.03
88	30/10/2017	15:00:00	7996.18	7519.67	7764.48	244.81	3.153	244.811	59932.43
89	30/10/2017	16:00:00	7621.33	7275.12	7844.35	569.23	7.257	569.226	324017.69
90	30/10/2017	17:00:00	7435.53	7253.52	7956.67	703.15	8.837	703.151	494421.34
91	30/10/2017	18:00:00	7142.32	7142.32	7987	844.68	10.576	844.680	713484.30
92	30/10/2017	19:00:00	7069.40	7069.40	7762.37	692.97	8.927	692.970	480207.42
93	30/10/2017	20:00:00	7021.22	7021.22	7165.44	144.22	2.013	144.220	20799.41
94	30/10/2017	21:00:00	6488.01	6488.01	6522.43	34.42	0.528	34.420	1184.74
95	30/10/2017	22:00:00	5867.53	5867.53	5817.03	-50.50	0.868	50.500	2550.25
96	30/10/2017	23:00:00	5167.33	5167.33	5116.03	-51.30	1.003	51.300	2631.69
97	31/10/2017	00:00:00	4633.34	4633.34	4658.12	24.78	0.532	24.780	614.05
98	31/10/2017	01:00:00	4335.00	4335.00	4370.49	35.49	0.812	35.490	1259.54
99	31/10/2017	02:00:00	4199.01	4199.01	4243.39	44.38	1.046	44.380	1969.58
100	31/10/2017	03:00:00	4150.54	4150.54	4178.5	27.96	0.669	27.960	781.76
101	31/10/2017	04:00:00	4111.21	4111.21	4196.74	85.53	2.038	85.530	7315.38
102	31/10/2017	05:00:00	4210.51	4210.51	4267.01	56.50	1.324	56.500	3192.25
103	31/10/2017	06:00:00	4673.29	4673.29	4768.7	95.41	2.001	95.410	9103.07
104	31/10/2017	07:00:00	5578.21	5578.21	5365.63	-212.58	3.962	212.580	45190.26
105	31/10/2017	08:00:00	6394.79	6394.79	6345.22	-49.57	0.781	49.570	2457.18
106	31/10/2017	09:00:00	6873.76	6691.75	6856.9	165.15	2.409	165.151	27274.86
107	31/10/2017	10:00:00	7515.64	7169.43	7188.67	19.24	0.268	19.236	370.00
108	31/10/2017	11:00:00	7905.60	7429.09	7426.38	-2.71	0.036	2.709	7.34
109	31/10/2017	12:00:00	8144.44	7584.27	7819.39	235.12	3.007	235.122	55282.49

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
110	31/10/2017	13:00:00	8242.14	7653.14	8017.73	364.59	4.547	364.590	132925.87
111	31/10/2017	14:00:00	8131.12	7570.95	7989.7	418.75	5.241	418.752	175353.48
112	31/10/2017	15:00:00	7996.18	7519.67	7854.72	335.05	4.266	335.051	112259.18
113	31/10/2017	16:00:00	7621.33	7275.12	7548.68	273.56	3.624	273.556	74832.62
114	31/10/2017	17:00:00	7435.53	7253.52	7653.7	400.18	5.229	400.181	160144.84
115	31/10/2017	18:00:00	7142.32	7142.32	7660.99	518.67	6.770	518.670	269018.57
116	31/10/2017	19:00:00	7069.40	7069.40	7836.67	767.27	9.791	767.270	588703.25
117	31/10/2017	20:00:00	7021.22	7021.22	7042.17	20.95	0.297	20.950	438.90
118	31/10/2017	21:00:00	6488.01	6488.01	6609.59	121.58	1.839	121.580	14781.70
119	31/10/2017	22:00:00	5867.53	5867.53	5979.07	111.54	1.866	111.540	12441.17
120	31/10/2017	23:00:00	5167.33	5167.33	5256	88.67	1.687	88.670	7862.37
<b>Suma</b>							306.744	20040.916	6853434.07
<b>Valor</b>							<b>2.556</b>	<b>167.008</b>	<b>57111.95</b>

De la tabla anterior se obtienen los valores de **MAPE**, **MAE** y **MSE**, los cuales son:

$$\mathbf{MAPE = 2.566\%}$$

$$\mathbf{MAE = 167.008}$$

$$\mathbf{MSE = 57\ 111.95}$$

Realizando el análisis de cada uno de los resultados anteriores, se interpreta lo siguiente: el MAPE nos indica que en promedio los valores del pronóstico estarán en un 2.566% con respecto a los valores reales, el MAE indica que los valores pronosticados tendrán una variación de 167.008 unidades de medida absolutas (kW), y para el caso del MSE nos indica que en el pronóstico existen errores relativamente altos ya que el valor ideal para estos indicadores debe ser lo más cercano a cero. Estos resultados se estarán utilizando más adelante para realizar las comparaciones con los otros modelos.

También se observa que los valores de pronóstico son iguales para la misma hora en días distintos. Por ejemplo, el valor pronosticado para las 01:00 horas es el mismo para los 5 días, esto debido a que tanto la tendencia y el índice estacional son los mismos para esa hora del día, y que lo único que varía son los índices estacionales en función de la hora que se quiere calcular.

En la Figura 4.10 se observa el comportamiento de los residuos que se tienen entre los ajustes calculados y el valor real de la serie donde se tiene una distribución normal cargada a la derecha es decir que se tienen varios pronósticos con sobrepredicción, y que existen algunas diferencias altas con respecto al valor real.

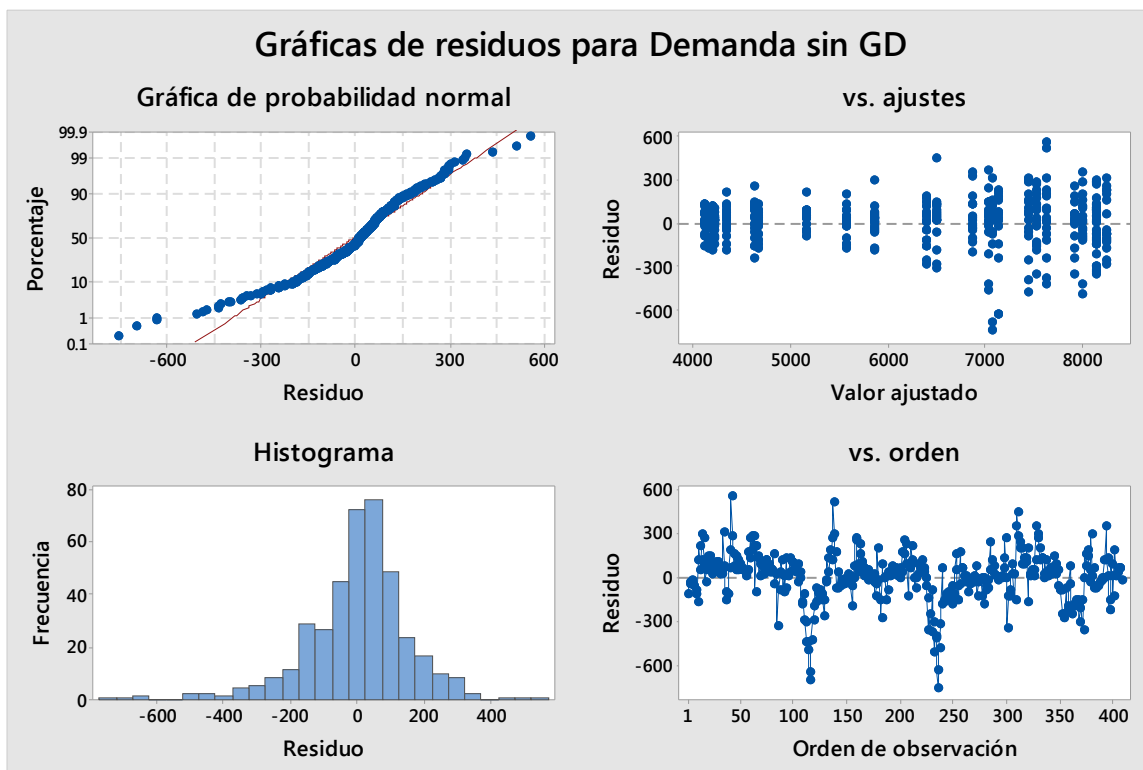


Fig. 4.10. Comportamiento de los residuos por el Método de Descomposición Multiplicativo

En la figura 4.11 se comparan las series de tiempo para los valores reales de la 4ta semana y el pronóstico obtenido a través de esta metodología, donde podemos observar un comportamiento muy similar entre los datos pronosticados y los valores reales para los primeros 3 días, sin embargo, para los 2 últimos días si se observa una separación más pronunciada entre los datos de las series, que es una causa por la que se tiene un valor de MSE alto, ya que las diferencias entre el valor real y el pronóstico son más grandes con respecto a las de los 3 primeros días.



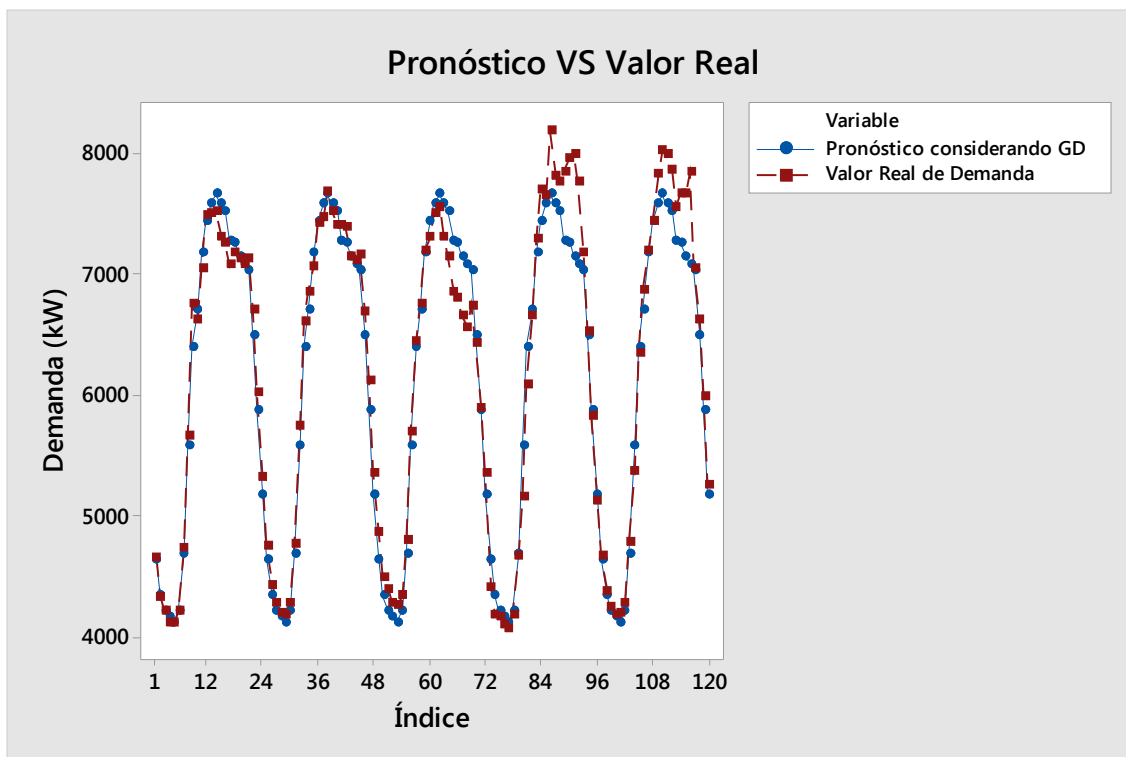


Fig. 4.11. Gráfica Pronóstico VS Valor Real (Método de Descomposición Multiplicativo)



#### 4.5.2. MÉTODO DE WINTERS

Para este ejercicio de igual manera se realiza el proceso que se describe en el diagrama de flujo que se presenta en la Figura 4.5, además de que se deben establecer los coeficientes de suavización para el Nivel, Tendencia y Estacionalidad respectivamente, una vez establecidos estos coeficientes se aplican las **ecuaciones 2.25, 2.26, 2.27 y 2.28**. Es de señalar que para el caso de la ecuación **2.28** se utiliza para realizar los ajustes de la serie.

Los coeficientes de suavización que se utilizan para este trabajo son los siguientes:

$$\alpha = 0.2$$

$$\beta = 0.1$$

$$\gamma = 0.5$$

Los resultados de la aplicación de estas ecuaciones se muestran en el **Apéndice E**, y los cuales fueron obtenidos a través de Minitab® 18.1. Para el caso de la obtención de los pronósticos para la semana en adelante, se utilizará la ecuación **2.29**, para lo cual se emplean los valores de nivel y tendencia de las 23:00 hrs del día 24 de octubre, así como los valores de estacionalidad del día 24 de octubre y los cuales son mostrados en la tabla 4.5.

$$A_{23:00 \text{ 24 octubre}} = 6416.93$$

$$T_{23:00 \text{ 24 octubre}} = 1.082$$

**Tabla 4.5. Valores de Estacionalidad 24 octubre.**

Día	Hora	Estacionalidad	Día	Hora	Estacionalidad
24/10/2017	00:00:00	0.7192	24/10/2017	12:00:00	1.2554
24/10/2017	01:00:00	0.6744	24/10/2017	13:00:00	1.2844
24/10/2017	02:00:00	0.6541	24/10/2017	14:00:00	1.2806
24/10/2017	03:00:00	0.6483	24/10/2017	15:00:00	1.2569
24/10/2017	04:00:00	0.6459	24/10/2017	16:00:00	1.1876
24/10/2017	05:00:00	0.6597	24/10/2017	17:00:00	1.1706
24/10/2017	06:00:00	0.7344	24/10/2017	18:00:00	1.1133
24/10/2017	07:00:00	0.8875	24/10/2017	19:00:00	1.1158
24/10/2017	08:00:00	1.0047	24/10/2017	20:00:00	1.0966
24/10/2017	09:00:00	1.0961	24/10/2017	21:00:00	1.0185
24/10/2017	10:00:00	1.1822	24/10/2017	22:00:00	0.9183
24/10/2017	11:00:00	1.225	24/10/2017	23:00:00	0.8071

En la figura 4.12 se puede observar los ajustes y pronósticos de la serie de tiempo, así como los índices de predicción del 95%.

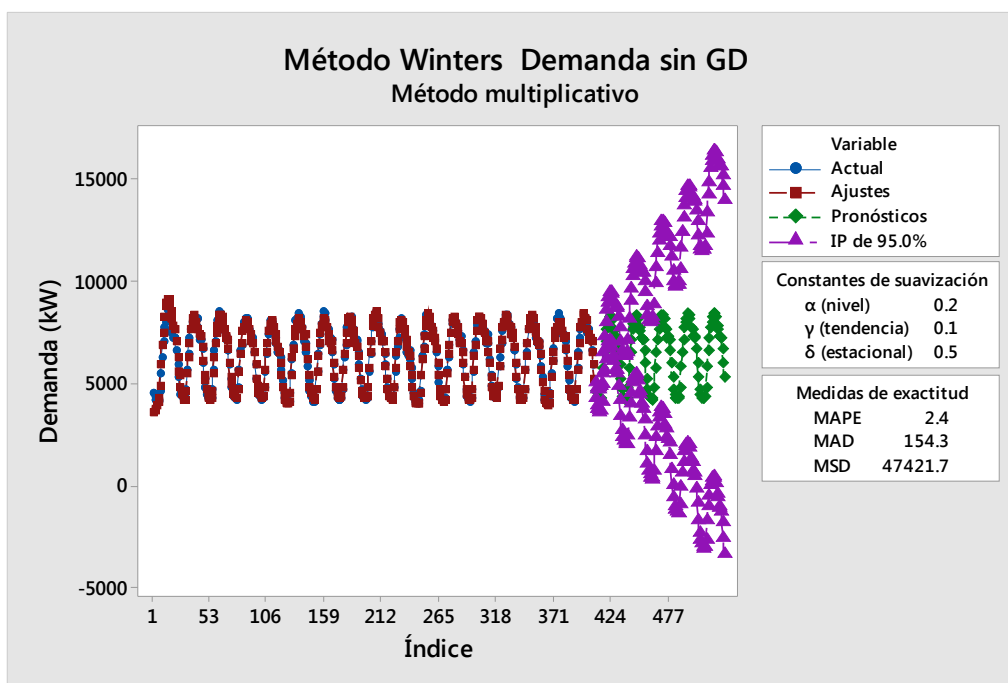


Fig. 4.12. Gráfica de valores actuales, ajustes, pronósticos e IP de 95%

Con la finalidad de tener una mejor visualización de los datos, en la figura 4.13 se eliminan los índices de predicción.

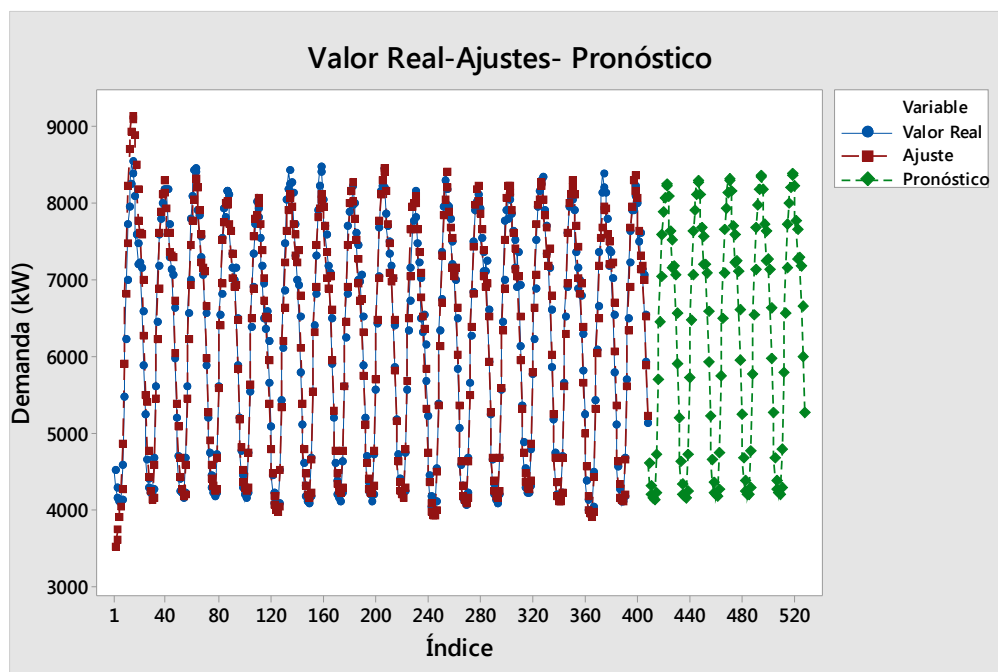


Fig. 4.13. Gráfica de Valor Real, ajustes y pronósticos



El siguiente paso es obtener los valores de pronóstico por lo que en la Tabla 4.6, se muestran los datos obtenidos a través de Minitab® 18.1, recordando que estos deben ser afectados por el factor de generación para poder comparar con los valores reales de la 4ta semana y con ello poder medir la exactitud del pronóstico (MAPE, MAE y MSE).

**Tabla 4.6. Pronóstico de demanda considerando la GD (Método de Winters).**

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4615.74	4615.74	4652.17	36.434	0.783	36.43	1327.47
2	25/10/2017	01:00:00	4328.85	4328.85	4320.39	-8.463	0.196	8.46	71.63
3	25/10/2017	02:00:00	4199.20	4199.20	4206.71	7.513	0.179	7.51	56.45
4	25/10/2017	03:00:00	4162.82	4162.82	4113.98	-48.837	1.187	48.84	2385.06
5	25/10/2017	04:00:00	4148.32	4148.32	4099.77	-48.546	1.184	48.55	2356.75
6	25/10/2017	05:00:00	4237.69	4237.69	4202.11	-35.577	0.847	35.58	1265.76
7	25/10/2017	06:00:00	4718.16	4718.16	4719.74	1.581	0.033	1.58	2.50
8	25/10/2017	07:00:00	5702.91	5702.91	5662.08	-40.828	0.721	40.83	1666.89
9	25/10/2017	08:00:00	6456.83	6456.83	6745.54	288.709	4.280	288.71	83353.06
10	25/10/2017	09:00:00	7045.60	6863.59	6612.48	-251.110	3.798	251.11	63056.08
11	25/10/2017	10:00:00	7599.92	7253.71	7047.55	-206.161	2.925	206.16	42502.48
12	25/10/2017	11:00:00	7876.43	7399.92	7478.78	78.858	1.054	78.86	6218.62
13	25/10/2017	12:00:00	8073.68	7513.51	7496.25	-17.259	0.230	17.26	297.87
14	25/10/2017	13:00:00	8261.66	7672.66	7516.02	-156.640	2.084	156.64	24536.05
15	25/10/2017	14:00:00	8238.26	7678.08	7306.95	-371.133	5.079	371.13	137739.55
16	25/10/2017	15:00:00	8086.88	7610.37	7249.92	-360.454	4.972	360.45	129927.04
17	25/10/2017	16:00:00	7642.40	7296.20	7073.67	-222.528	3.146	222.53	49518.78
18	25/10/2017	17:00:00	7534.67	7352.66	7172.35	-180.309	2.514	180.31	32511.30
19	25/10/2017	18:00:00	7166.67	7166.67	7116.67	-50.000	0.703	50.00	2500.04
20	25/10/2017	19:00:00	7184.11	7184.11	7077.12	-106.994	1.512	106.99	11447.72
21	25/10/2017	20:00:00	7061.72	7061.72	7114.94	53.221	0.748	53.22	2832.50
22	25/10/2017	21:00:00	6559.58	6559.58	6699.08	139.504	2.082	139.50	19461.42
23	25/10/2017	22:00:00	5915.40	5915.40	6009.41	94.014	1.564	94.01	8838.70
24	25/10/2017	23:00:00	5200.22	5200.22	5308.04	107.824	2.031	107.82	11625.97
25	26/10/2017	00:00:00	4634.42	4634.42	4734.92	100.503	2.123	100.50	10100.95
26	26/10/2017	01:00:00	4346.37	4346.37	4418.88	72.510	1.641	72.51	5257.65
27	26/10/2017	02:00:00	4216.19	4216.19	4263.55	47.364	1.111	47.36	2243.32
28	26/10/2017	03:00:00	4179.66	4179.66	4183.49	3.834	0.092	3.83	14.70
29	26/10/2017	04:00:00	4165.09	4165.09	4177.35	12.256	0.293	12.26	150.20



Continuación 4.6

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
30	26/10/2017	05:00:00	4254.82	4254.82	4272.97	18.146	0.425	18.15	329.28
31	26/10/2017	06:00:00	4737.24	4737.24	4758.91	21.674	0.455	21.67	469.78
32	26/10/2017	07:00:00	5725.96	5725.96	5737.92	11.959	0.208	11.96	143.01
33	26/10/2017	08:00:00	6482.93	6482.93	6607.30	124.372	1.882	124.37	15468.43
34	26/10/2017	09:00:00	7074.07	6892.06	6852.47	-39.592	0.578	39.59	1567.51
35	26/10/2017	10:00:00	7630.62	7284.42	7059.65	-224.768	3.184	224.77	50520.75
36	26/10/2017	11:00:00	7908.25	7431.74	7411.59	-20.151	0.272	20.15	406.04
37	26/10/2017	12:00:00	8106.29	7546.12	7467.46	-78.659	1.053	78.66	6187.27
38	26/10/2017	13:00:00	8295.02	7706.02	7682.69	-23.334	0.304	23.33	544.46
39	26/10/2017	14:00:00	8271.52	7711.35	7519.68	-191.666	2.549	191.67	36736.03
40	26/10/2017	15:00:00	8119.53	7643.02	7407.35	-235.671	3.182	235.67	55540.78
41	26/10/2017	16:00:00	7673.25	7327.05	7396.62	69.574	0.941	69.57	4840.60
42	26/10/2017	17:00:00	7565.08	7383.07	7380.30	-2.766	0.037	2.77	7.65
43	26/10/2017	18:00:00	7195.59	7195.59	7146.05	-49.538	0.693	49.54	2454.00
44	26/10/2017	19:00:00	7213.10	7213.10	7108.98	-104.117	1.465	104.12	10840.35
45	26/10/2017	20:00:00	7090.20	7090.20	7161.02	70.817	0.989	70.82	5015.02
46	26/10/2017	21:00:00	6586.03	6586.03	6676.99	90.960	1.362	90.96	8273.67
47	26/10/2017	22:00:00	5939.25	5939.25	6118.46	179.212	2.929	179.21	32116.87
48	26/10/2017	23:00:00	5221.18	5221.18	5351.43	130.249	2.434	130.25	16964.69
49	27/10/2017	00:00:00	4653.10	4653.10	4852.23	199.132	4.104	199.13	39653.75
50	27/10/2017	01:00:00	4363.89	4363.89	4484.35	120.463	2.686	120.46	14511.26
51	27/10/2017	02:00:00	4233.18	4233.18	4376.45	143.274	3.274	143.27	20527.51
52	27/10/2017	03:00:00	4196.50	4196.50	4268.74	72.244	1.692	72.24	5219.22
53	27/10/2017	04:00:00	4181.87	4181.87	4248.00	66.128	1.557	66.13	4372.89
54	27/10/2017	05:00:00	4271.96	4271.96	4332.86	60.900	1.406	60.90	3708.75
55	27/10/2017	06:00:00	4756.31	4756.31	4783.87	27.558	0.576	27.56	759.45
56	27/10/2017	07:00:00	5749.02	5749.02	5685.31	-63.705	1.121	63.71	4058.35
57	27/10/2017	08:00:00	6509.02	6509.02	6442.95	-66.075	1.026	66.07	4365.91
58	27/10/2017	09:00:00	7102.54	6920.53	6752.06	-168.474	2.495	168.47	28383.41
59	27/10/2017	10:00:00	7661.33	7315.13	7186.56	-128.565	1.789	128.57	16528.99
60	27/10/2017	11:00:00	7940.07	7463.56	7297.53	-166.029	2.275	166.03	27565.75
61	27/10/2017	12:00:00	8138.90	7578.73	7494.72	-84.009	1.121	84.01	7057.57
62	27/10/2017	13:00:00	8328.39	7739.39	7552.71	-186.677	2.472	186.68	34848.48
63	27/10/2017	14:00:00	8304.78	7744.61	7304.63	-439.980	6.023	439.98	193582.52
64	27/10/2017	15:00:00	8152.18	7675.67	7143.55	-532.118	7.449	532.12	283149.48
65	27/10/2017	16:00:00	7704.10	7357.89	6848.26	-509.633	7.442	509.63	259725.79
66	27/10/2017	17:00:00	7595.48	7413.47	6800.07	-613.404	9.021	613.40	376264.25



Continuación 4.6

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
67	27/10/2017	18:00:00	7224.51	7224.51	6653.56	-570.945	8.581	570.95	325978.57
68	27/10/2017	19:00:00	7242.08	7242.08	6556.42	-685.660	10.458	685.66	470129.63
69	27/10/2017	20:00:00	7118.69	7118.69	6732.67	-386.018	5.733	386.02	149009.59
70	27/10/2017	21:00:00	6612.48	6612.48	6419.14	-193.345	3.012	193.34	37382.21
71	27/10/2017	22:00:00	5963.10	5963.10	5889.98	-73.121	1.241	73.12	5346.64
72	27/10/2017	23:00:00	5242.15	5242.15	5343.36	101.213	1.894	101.21	10244.15
73	30/10/2017	00:00:00	4671.78	4671.78	4397.95	-273.829	6.226	273.83	74982.05
74	30/10/2017	01:00:00	4381.40	4381.40	4174.65	-206.754	4.953	206.75	42747.32
75	30/10/2017	02:00:00	4250.17	4250.17	4156.22	-93.945	2.260	93.95	8825.70
76	30/10/2017	03:00:00	4213.34	4213.34	4096.51	-116.825	2.852	116.83	13648.14
77	30/10/2017	04:00:00	4198.65	4198.65	4060.99	-137.660	3.390	137.66	18950.31
78	30/10/2017	05:00:00	4289.10	4289.10	4178.11	-110.987	2.656	110.99	12318.11
79	30/10/2017	06:00:00	4775.39	4775.39	4661.57	-113.818	2.442	113.82	12954.56
80	30/10/2017	07:00:00	5772.07	5772.07	5146.95	-625.119	12.145	625.12	390773.79
81	30/10/2017	08:00:00	6535.12	6535.12	6086.79	-448.332	7.366	448.33	201001.71
82	30/10/2017	09:00:00	7131.02	6949.01	6657.79	-291.216	4.374	291.22	84806.65
83	30/10/2017	10:00:00	7692.04	7345.83	7284.87	-60.962	0.837	60.96	3716.37
84	30/10/2017	11:00:00	7971.89	7495.38	7687.68	192.302	2.501	192.30	36980.00
85	30/10/2017	12:00:00	8171.51	7611.34	7642.37	31.031	0.406	31.03	962.89
86	30/10/2017	13:00:00	8361.75	7772.75	8179.39	406.639	4.972	406.64	165355.07
87	30/10/2017	14:00:00	8338.05	7777.87	7800.19	22.316	0.286	22.32	498.01
88	30/10/2017	15:00:00	8184.83	7708.31	7764.48	56.165	0.723	56.17	3154.52
89	30/10/2017	16:00:00	7734.95	7388.74	7844.35	455.610	5.808	455.61	207580.10
90	30/10/2017	17:00:00	7625.89	7443.88	7956.67	512.789	6.445	512.79	262952.28
91	30/10/2017	18:00:00	7253.42	7253.42	7987.00	733.577	9.185	733.58	538135.51
92	30/10/2017	19:00:00	7271.06	7271.06	7762.37	491.307	6.329	491.31	241382.59
93	30/10/2017	20:00:00	7147.17	7147.17	7165.44	18.268	0.255	18.27	333.72
94	30/10/2017	21:00:00	6638.94	6638.94	6522.43	-116.509	1.786	116.51	13574.42
95	30/10/2017	22:00:00	5986.95	5986.95	5817.03	-169.923	2.921	169.92	28873.92
96	30/10/2017	23:00:00	5263.11	5263.11	5116.03	-147.082	2.875	147.08	21633.07
97	31/10/2017	00:00:00	4690.46	4690.46	4658.12	-32.340	0.694	32.34	1045.84
98	31/10/2017	01:00:00	4398.92	4398.92	4370.49	-28.431	0.651	28.43	808.33
99	31/10/2017	02:00:00	4267.15	4267.15	4243.39	-23.765	0.560	23.76	564.76
100	31/10/2017	03:00:00	4230.17	4230.17	4178.50	-51.675	1.237	51.67	2670.27
101	31/10/2017	04:00:00	4215.43	4215.43	4196.74	-18.688	0.445	18.69	349.24
102	31/10/2017	05:00:00	4306.23	4306.23	4267.01	-39.223	0.919	39.22	1538.48
103	31/10/2017	06:00:00	4794.46	4794.46	4768.70	-25.764	0.540	25.76	663.80

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
104	31/10/2017	07:00:00	5795.12	5795.12	5365.63	-429.493	8.005	429.49	184464.11
105	31/10/2017	08:00:00	6561.22	6561.22	6345.22	-215.999	3.404	216.00	46655.69
106	31/10/2017	09:00:00	7159.49	6977.48	6856.90	-120.578	1.758	120.58	14539.02
107	31/10/2017	10:00:00	7722.74	7376.54	7188.67	-187.869	2.613	187.87	35294.75
108	31/10/2017	11:00:00	8003.71	7527.20	7426.38	-100.817	1.358	100.82	10164.06
109	31/10/2017	12:00:00	8204.12	7643.95	7819.39	175.440	2.244	175.44	30779.33
110	31/10/2017	13:00:00	8395.12	7806.12	8017.73	211.615	2.639	211.61	44780.89
111	31/10/2017	14:00:00	8371.31	7811.14	7989.70	178.563	2.235	178.56	31884.57
112	31/10/2017	15:00:00	8217.47	7740.96	7854.72	113.758	1.448	113.76	12940.90
113	31/10/2017	16:00:00	7765.79	7419.59	7548.68	129.092	1.710	129.09	16664.79
114	31/10/2017	17:00:00	7656.30	7474.29	7653.70	179.411	2.344	179.41	32188.40
115	31/10/2017	18:00:00	7282.34	7282.34	7660.99	378.650	4.943	378.65	143375.62
116	31/10/2017	19:00:00	7300.05	7300.05	7836.67	536.624	6.848	536.62	287965.36
117	31/10/2017	20:00:00	7175.66	7175.66	7042.17	-133.486	1.896	133.49	17818.63
118	31/10/2017	21:00:00	6665.39	6665.39	6609.59	-55.804	0.844	55.80	3114.06
119	31/10/2017	22:00:00	6010.81	6010.81	5979.07	-31.736	0.531	31.74	1007.16
120	31/10/2017	23:00:00	5284.08	5284.08	5256.00	-28.077	0.534	28.08	788.32
<b>Suma</b>							306.895	19754.72	6532274.01
<b>Valor</b>							<b>2.557</b>	<b>164.623</b>	<b>54435.62</b>

De la tabla anterior se obtienen los valores de **MAPE**, **MAE** y **MSE**, que serán comparados más adelante con los otros métodos para poder medir la exactitud de los modelos.

$$\mathbf{MAPE = 2.557\%}$$

$$\mathbf{MAE = 164.62}$$

$$\mathbf{MSE = 54\ 435.62}$$

Realizando el análisis de cada uno de los resultados anteriores, se puede comentar lo siguiente: el MAPE nos indica que habrá una variación promedio de 2.557% del pronóstico con respecto a los valores reales, el MAE indica que los pronósticos tendrán una variación de 164.62 unidades de medida absolutas (kW), con respecto al MSE presenta una disminución con respecto al primer método de pronóstico empleando, lo que se puede traducir en que los errores se han disminuido.

Al igual que en método de descomposición se realizan las gráficas de los residuos de los ajustes y los valores reales, mismas que se muestran en la figura 4.14, en donde se visualiza una distribución normal con colas largas lo que se debe a tener residuos altos, pero que siguen un mejor comportamiento con relación a la gráfica de probabilidad normal.

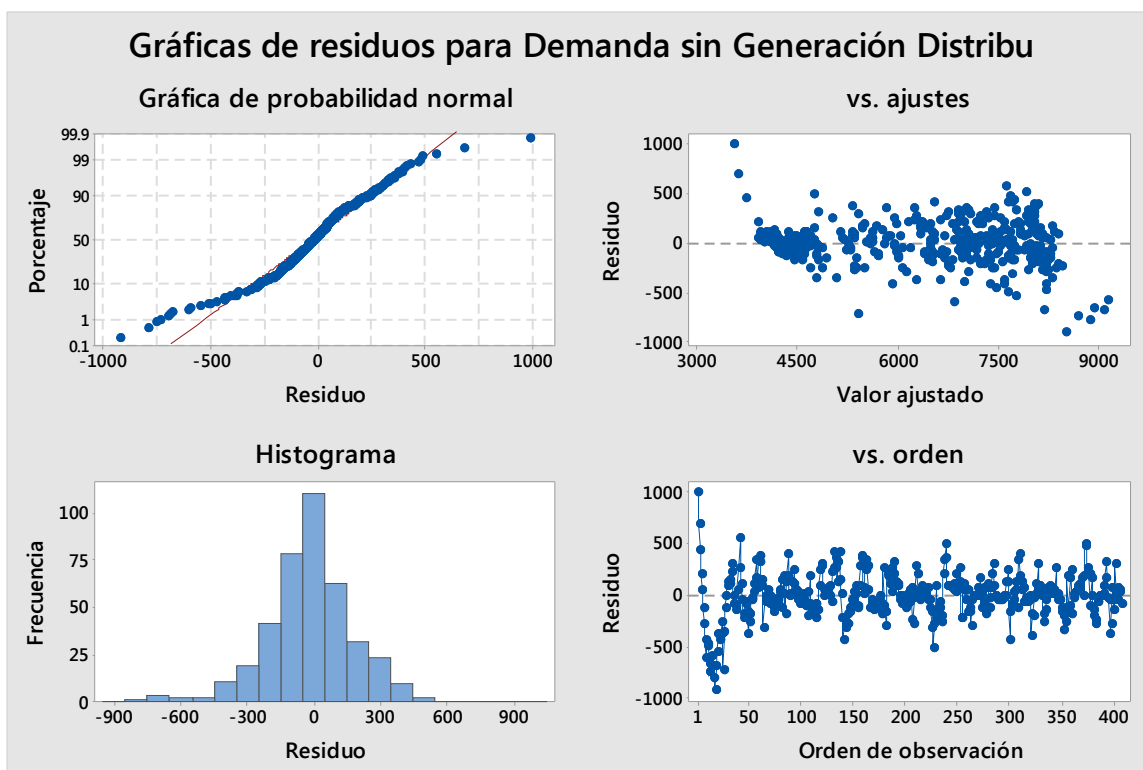


Fig. 4.14. Comportamiento de los residuos por el Método de Winters Multiplicativo

En la figura 4.15 se grafican los valores reales de la 4ta semana que es la que está pronosticando y los valores obtenidos de pronóstico, donde podemos visualizar que con este método el pronóstico tiene un comportamiento más cercano a los valores reales y que para los últimos 2 días ya no existen diferencias tan altas del pronóstico con respecto a los datos de demanda reales.



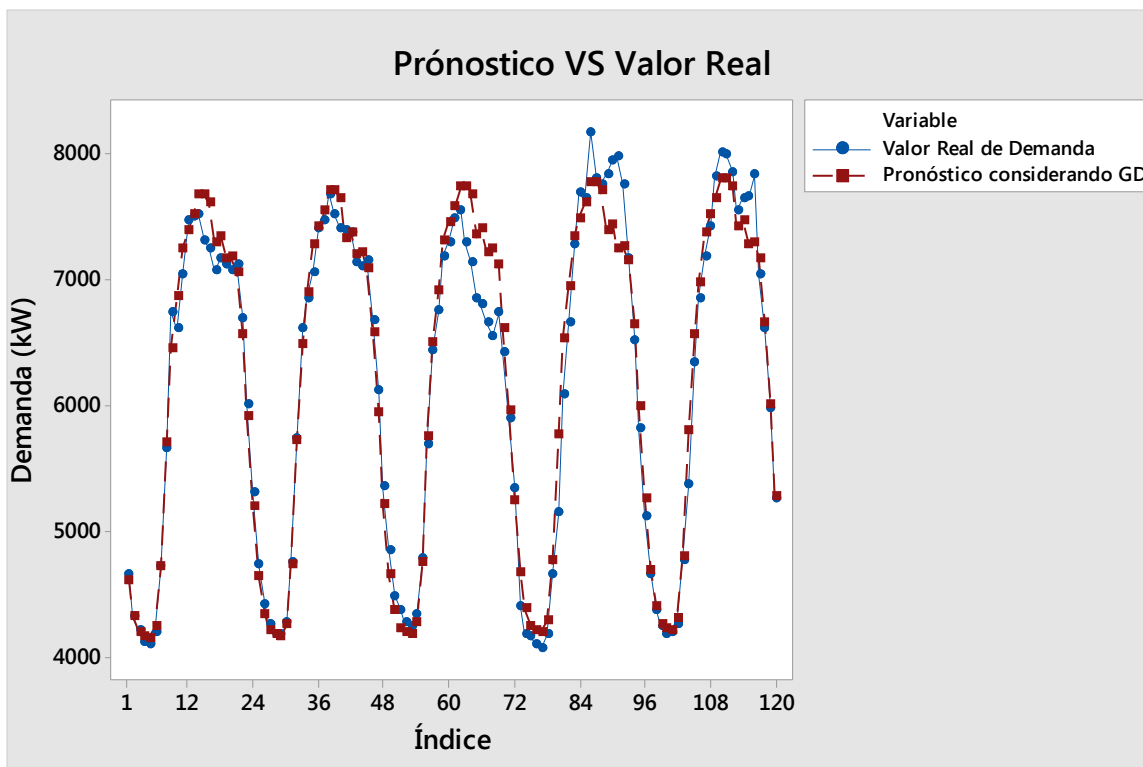


Fig. 4.15. Gráfica Pronóstico VS Valor Real (Método de Winters Multiplicativo)

Dado que para este método se utilizan tres coeficientes de suavizamiento y debido a que su determinación no es posible de manera sistemática, se puede realizar un análisis de sensibilidad del comportamiento del pronóstico al ir variando dichos coeficientes.

En la tabla 4.7 se realiza un resumen de los valores de MAPE, MAE y MSE con la finalidad de observar el comportamiento de estos valores al ir modificando los coeficientes de suavizamiento (Nivel, Tendencia, Estacionalidad) para el método Winters.



**Tabla 4.7. Análisis de Sensibilidad de los valores de MAPE, MAE y MSE al modificar los Coeficientes de Suavización**

No. de análisis	Coeficientes de Suavización		MAPE	MAE	MSE
1	$\alpha$	0.9	8.903	569.248	510 033.45
	$\beta$	0.1			
	$\gamma$	0.2			
2	$\alpha$	0.5	4.431	290.694	154 574.77
	$\beta$	0.1			
	$\gamma$	0.2			
3	$\alpha$	0.2	2.849	180.667	61 816.91
	$\beta$	0.1			
	$\gamma$	0.2			
4	$\alpha$	0.5	2.684	173.971	61 473.11
	$\beta$	0.1			
	$\gamma$	0.5			
5	$\alpha$	0.2	5.652	356.696	200 973.51
	$\beta$	0.1			
	$\gamma$	0.7			
6	$\alpha$	<b>0.2</b>	<b>2.557</b>	<b>164.623</b>	<b>54 435.62</b>
	$\beta$	<b>0.1</b>			
	$\gamma$	<b>0.5</b>			
7	$\alpha$	0.2	2.697	175.831	62 208.27
	$\beta$	0.1			
	$\gamma$	0.4			

De la tabla anterior se observa que, para valores altos del coeficiente de nivel, el MAPE es alto con relación a valores menores de dicho coeficiente, de igual manera ocurre para el MAE, y que el valor de tendencia se establece en 0.1 debido a que en la serie de tiempo no se presenta una tendencia muy pronunciada, además se determina que al incrementar el coeficiente de estacionalidad se mejora el MAE y el MSE, obteniendo los mejores resultados para los 3 indicadores de error en el análisis número 6.

Los pronósticos, así como los valores de MAPE, MAE y MSE para los análisis 1, 2, 3, 4, 5 y 7 se encuentran reportados en el **Apéndice F**.



### 4.5.3. MÉTODO ARIMA

#### 4.5.3.1 Protocolo para la identificación de los modelos ARIMA y ARIMA Estacional tipo Box-Jenkins

##### a.- Identificación

Representar gráficamente la serie, además de su función de autocorrelación simple (ACF) y función de autocorrelación parcial (PACF). La gráfica de la serie nos indica si la serie es estacionaria o no. Según los motivos por los que la serie no es estacionaria, se tendrán que aplicar los siguientes procedimientos hasta hacerla estacionaria.

- Si tiene tendencia: se toman diferencias regulares hasta que desaparezca. Normalmente el orden de la diferencia es 1, y raramente será mayor a 3.

- Si la serie tiene estacionalidad: Se consideran diferencias estacionales hasta que desaparezca el patrón estacional. En la práctica es muy raro tener que aplicar más de una diferencia estacional.

- Si no tiene varianza constante, habrá que transformar la serie. Con tomar el logaritmo en muchos casos es suficiente, aunque existen algunas transformaciones más sofisticadas, como las de Box-Cox.

Una vez que el gráfico de la nueva serie (transformación de la original) indica que es estacionaria, se puede intentar deducir la estructura de la serie (no la de la serie original) observando su ACF y PACF.

##### b.- Estimación y verificación

Observando las dos gráficas del ACF y PACF de la serie transformada se puede hacer una idea del modelo que describe la serie, o al menos de cuáles son los primeros candidatos que se deben probar. Para comprobar analíticamente (no visualmente) un modelo frecuentemente se ajusta varios modelos candidatos **ARIMA** ( $p, d, q$ ) y se escoge como modelo aquel que tenga los residuales semejantes al de un ruido blanco, además que tenga los valores del AIC (Criterio de Información de Akaike) y BIC (Criterio de Información Bayesiana) menores con relación al resto de los modelos candidatos.

##### c.- Predicción

Una de las razones de la popularidad del proceso de construcción de modelos es su éxito en la predicción. Este tipo de modelos se utilizan generalmente para realizar predicciones a corto plazo.

Estos tres puntos pueden ser resumidos en el siguiente esquema:

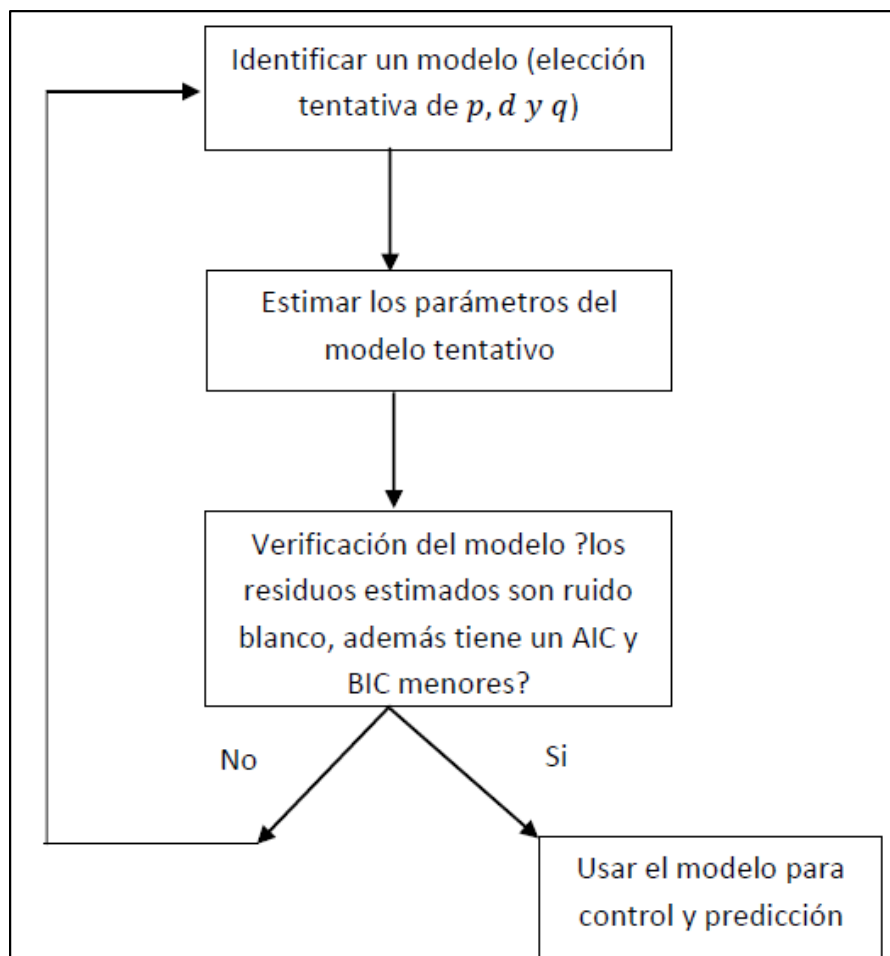


Fig. 4.16. Protocolo para identificación de Modelo ARIMA y SARIMA

Primeramente, se realiza lo que se indica en el paso a), por lo que en la Figura 4.17 se muestra el factor de autocorrelación para la serie de datos (sin generación distribuida) así como en la tabla 4.8 sus respectivos valores para 65 desfases para poder identificar si se trata de una serie estacionaria o no.

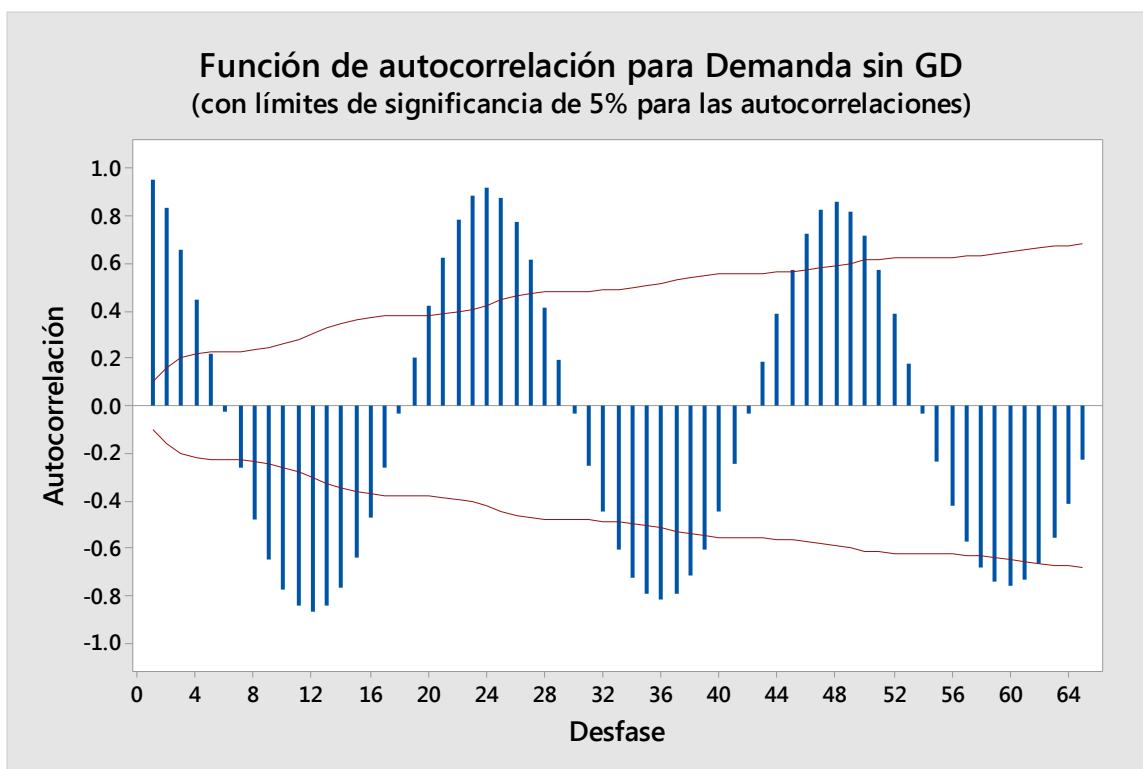


Fig. 4.17. Gráfica del Factor de Autocorrelación para 65 desfases

**Tabla 4.8. Factor de Autocorrelación para 65 desfases**

Desfase	ACF	Desfase	ACF	Desfase	ACF
1	0.952868	23	0.887904	45	0.578602
2	0.835005	24	0.924038	46	0.729666
3	0.66271	25	0.88274	47	0.829112
4	0.451239	26	0.773987	48	0.862553
5	0.216289	27	0.613548	49	0.823696
6	-0.0276	28	0.416156	50	0.721819
7	-0.264461	29	0.196692	51	0.571477
8	-0.478326	30	-0.031027	52	0.386608
9	-0.651519	31	-0.25215	53	0.181704
10	-0.775183	32	-0.450942	54	-0.031227
11	-0.847482	33	-0.612401	55	-0.238304
12	-0.869843	34	-0.728	56	-0.423895
13	-0.843709	35	-0.795758	57	-0.573274
14	-0.767535	36	-0.816501	58	-0.680876
15	-0.642088	37	-0.792867	59	-0.743158

Desfase	ACF	Desfase	ACF	Desfase	ACF
16	-0.470425	38	-0.722182	60	-0.761755
17	-0.262152	39	-0.604917	61	-0.738296
18	-0.033484	40	-0.444153	62	-0.671526
19	0.19947	41	-0.249042	63	-0.561452
20	0.422692	42	-0.03539	64	-0.411089
21	0.62237	43	0.181743	65	-0.228582
22	0.78236	44	0.390488	-	-

De igual manera se muestra la tabla 4.9 y la gráfica 4.18 para la Autocorrelación Parcial y ver su comportamiento.

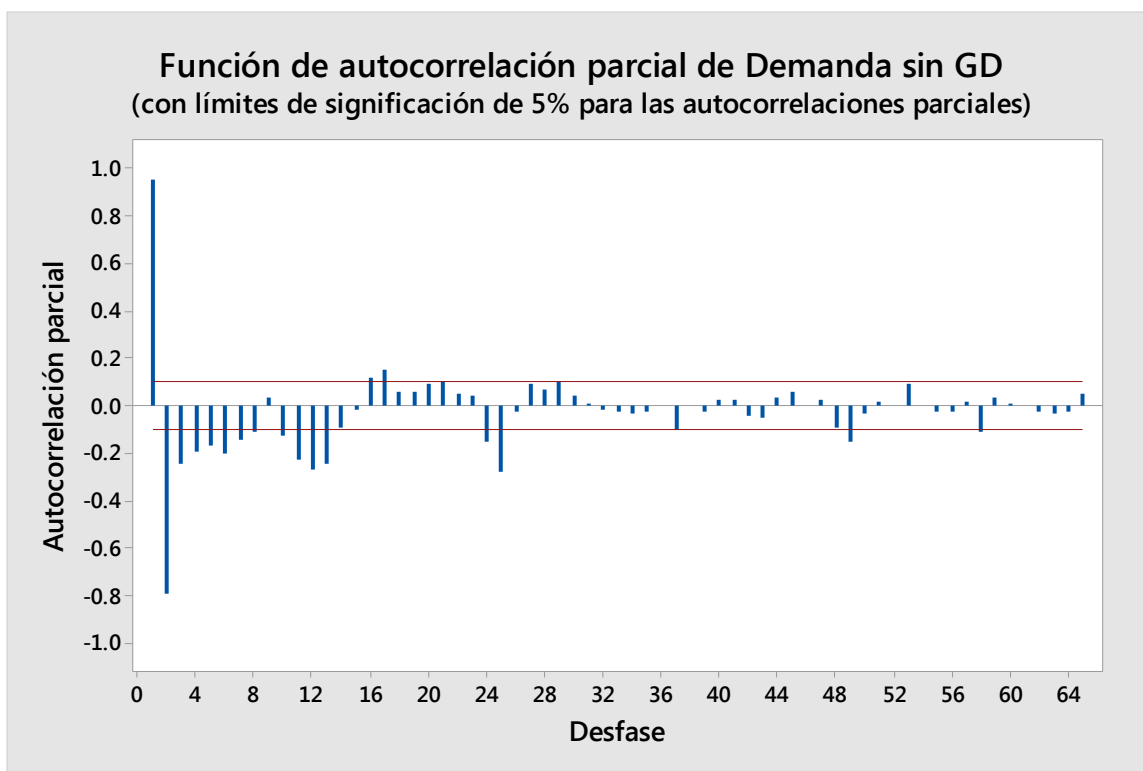


Fig. 4.18. Gráfica del Factor de Autocorrelación Parcial para 65 desfases



**Tabla 4.9. Factor de Autocorrelación Parcial para 65 desfases**

Desfase	ACF	Desfase	ACF	Desfase	ACF
1	0.952868	23	0.043566	45	0.060629
2	-0.792595	24	-0.149276	46	-0.005723
3	-0.243395	25	-0.281252	47	0.025265
4	-0.195681	26	-0.021238	48	-0.093591
5	-0.167973	27	0.09202	49	-0.152333
6	-0.200327	28	0.06843	50	-0.037056
7	-0.14282	29	0.097397	51	0.014223
8	-0.108741	30	0.041108	52	0.004792
9	0.033328	31	0.009677	53	0.090319
10	-0.129054	32	-0.020517	54	-0.005138
11	-0.229901	33	-0.025632	55	-0.027832
12	-0.272628	34	-0.031325	56	-0.02459
13	-0.241861	35	-0.021225	57	0.015301
14	-0.093267	36	0.003165	58	-0.107877
15	-0.020449	37	-0.103177	59	0.034293
16	0.11978	38	0.006106	60	0.009017
17	0.151833	39	-0.024416	61	0.002305
18	0.06311	40	0.026176	62	-0.025292
19	0.055105	41	0.028259	63	-0.031977
20	0.096703	42	-0.041514	64	-0.023406
21	0.105521	43	-0.050147	65	0.046539
22	0.051129	44	0.035034	-	-

Una vez que se conocen los valores de Autocorrelación (ACF) y Autocorrelación Parcial (PACF), se puede comenzar a determinar de forma analítica los valores para la autorregresión y promedios móviles tanto normales como estacionales.

Para fines prácticos en la presente Tesis se reporta el modelo que mejor se ajusta a los valores reales de la 4ta semana que se está pronosticando, utilizando una longitud estacional de 24 y valores para los parámetros  $(p, d, q)(P, D, Q)$  cómo se indica a continuación.

$$ARIMA(2, 1, 2) * (0, 1, 1)_{24}$$

Utilizando del software Minitab® 18.1 y estableciendo los valores anteriormente mencionados, se introducen al sistema para el uso del método de ARIMA, reportando los siguientes valores para las iteraciones y los coeficientes del modelo:



**Tabla 4.10. Estimaciones de los coeficientes por Iteración**

Estimaciones en cada iteración							
Iteración	SSE	Parámetros					
0	11016294	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	-0.144
1	9356239	0.073	0.074	0.127	0.126	0.25	-0.258
2	8451930	0.168	0.203	0.253	0.276	0.348	-0.203
3	7337396	0.186	0.25	0.313	0.35	0.498	-0.178
4	6468821	0.159	0.275	0.321	0.397	0.648	-0.146
5	5776378	0.129	0.298	0.32	0.435	0.798	-0.102
6	5507541	0.108	0.314	0.314	0.459	0.873	-0.086
7	5478370	-0.042	0.407	0.178	0.583	0.882	-0.082
8	5453111	-0.192	0.49	0.053	0.703	0.893	-0.06
9	5442979	-0.132	0.43	0.141	0.642	0.895	-0.002
10	5442551	-0.197	0.479	0.077	0.707	0.895	0.006
11	5442284	-0.151	0.458	0.123	0.673	0.894	0.009
12	5442169	-0.159	0.465	0.114	0.683	0.894	0.009
13	5442158	-0.164	0.47	0.11	0.689	0.894	0.011
14	5442144	-0.167	0.474	0.106	0.693	0.894	0.011

**Tabla 4.11. Valores de los coeficientes para el Modelo ARIMA Estacional**

Tipo	Coeficiente	Error Estándar Coeficiente
AR 1	-0.17	2.03
AR 2	0.47	1.24
MA 1	0.11	2.01
MA 2	0.69	1.78
SMA 24	0.8938	0.0398
Constante	0.011	0.211

En las siguientes figuras 4.19, 4.20 y 4.21 se muestra el comportamiento de los residuos una vez ajustados por el proceso ARIMA, así como su ACF y PACF respectivamente, además, en la figura 4.22 se tiene la gráfica de los pronósticos que se obtienen a través de este método.



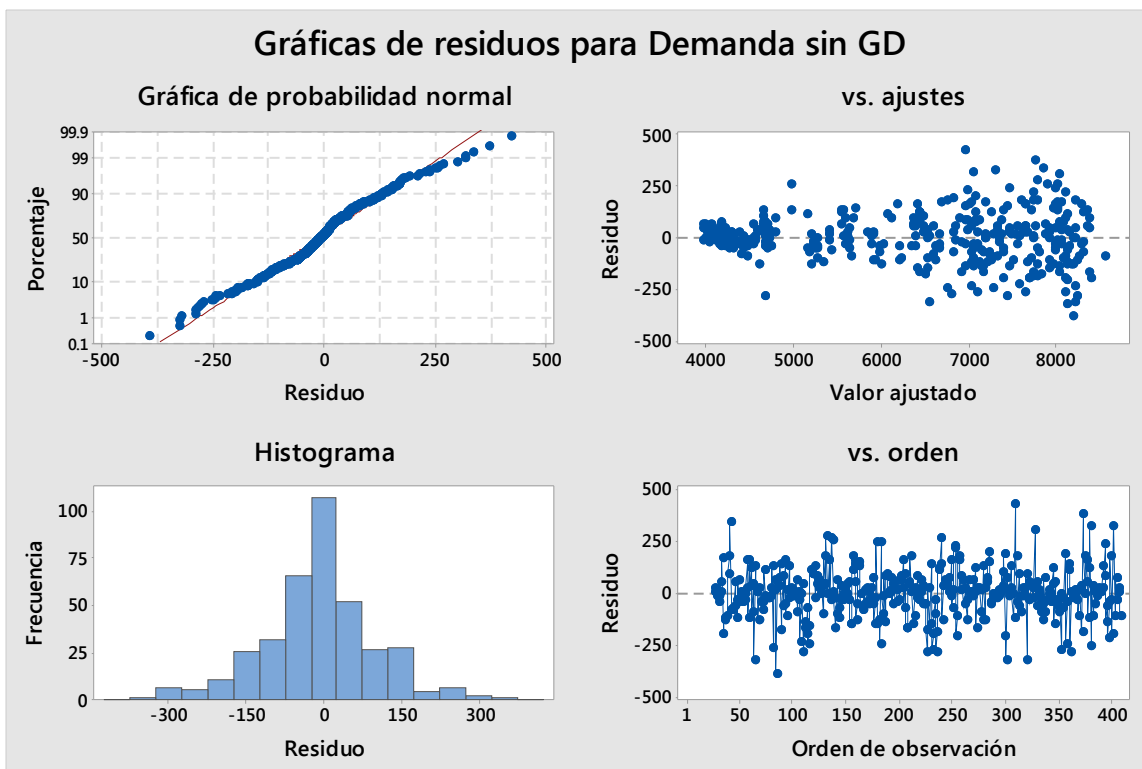


Fig. 4.19. Gráficas de residuos de los ajustes de ARIMA

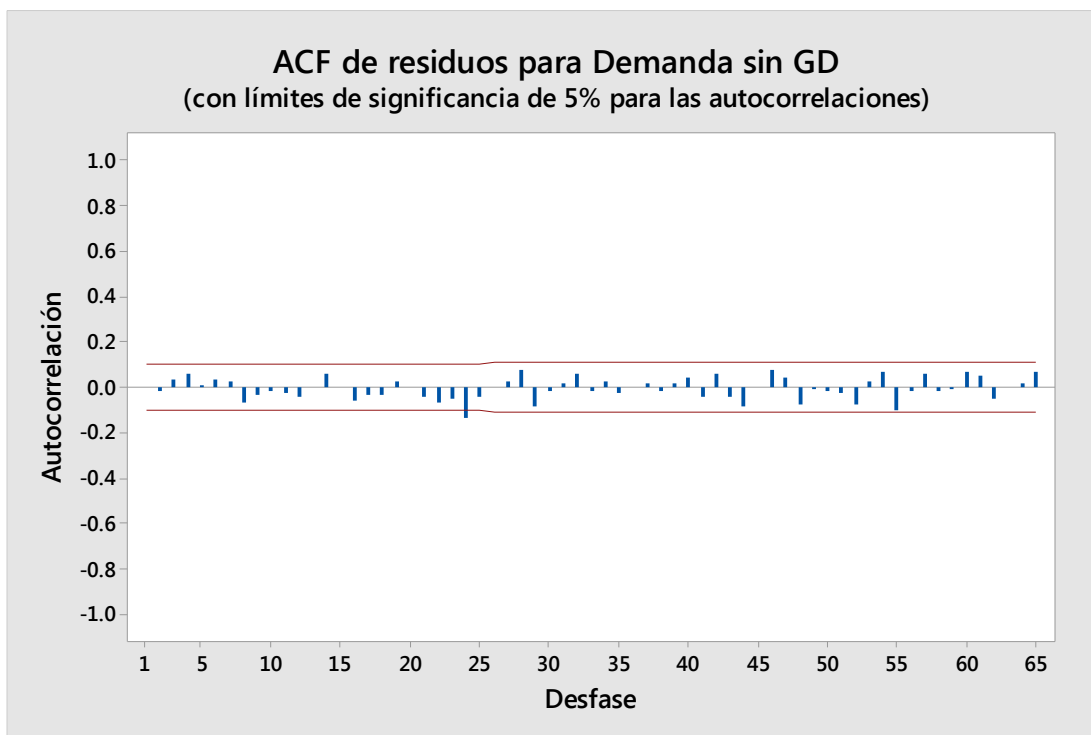


Fig. 4.20. ACF de los Residuos

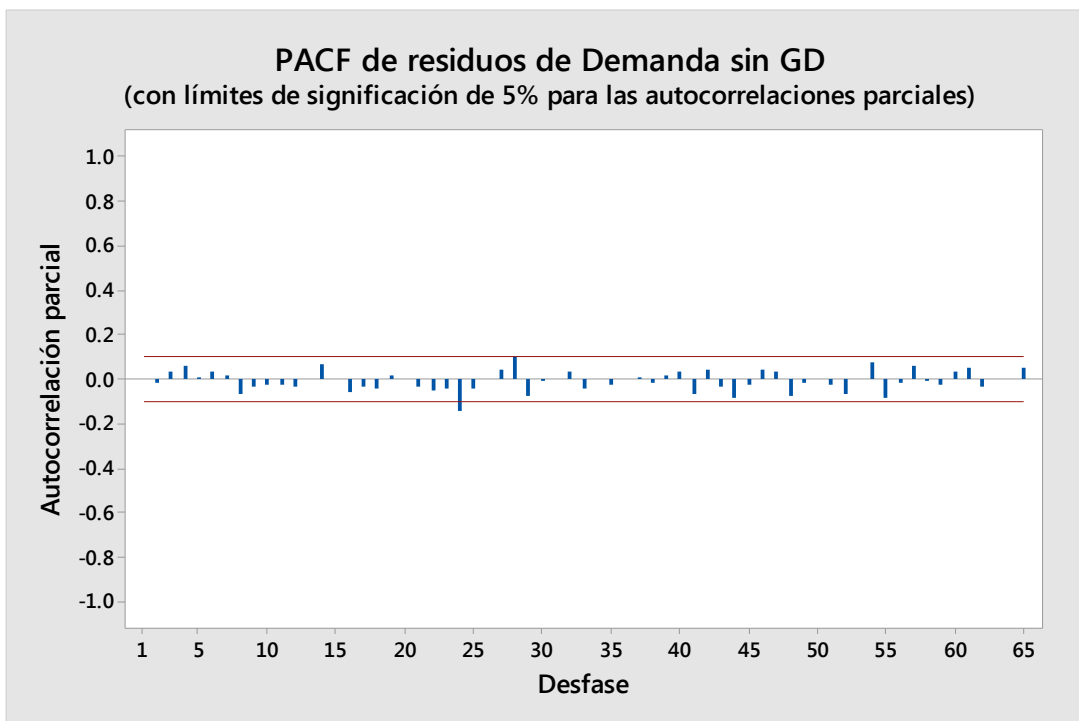


Fig. 4.21. PACF de los Residuos

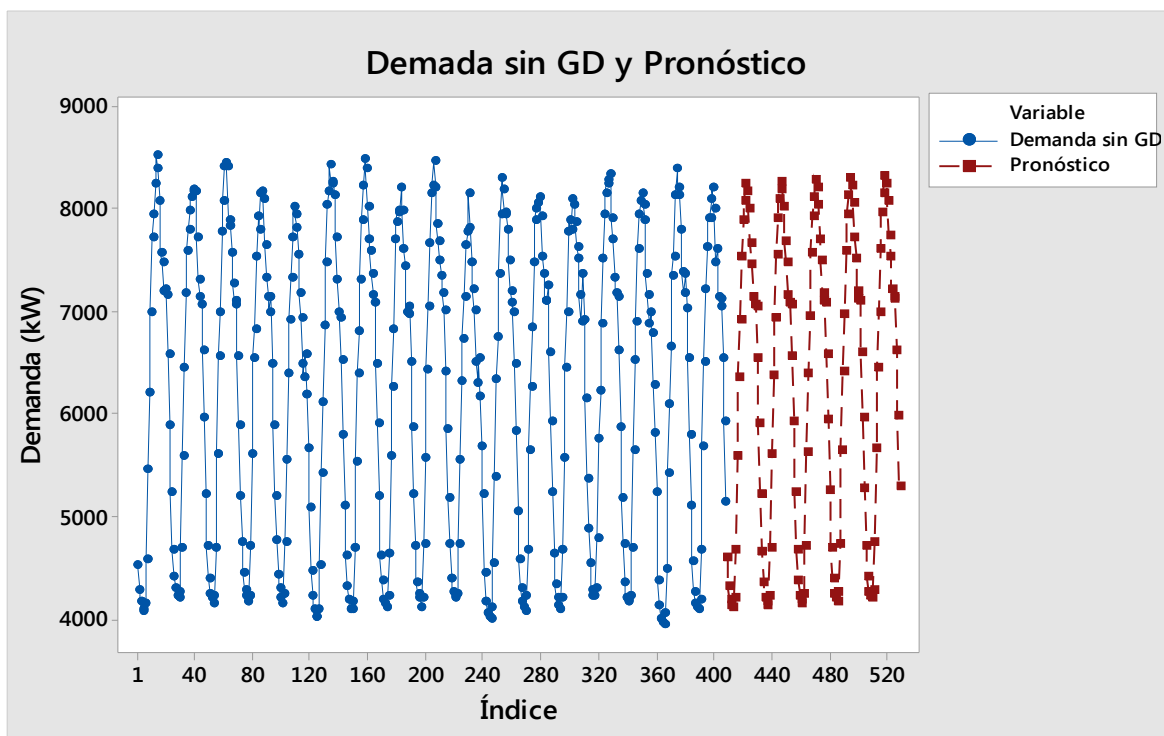


Fig. 4.22. Demanda sin GD y Pronósticos de la 4ta semana



El siguiente paso es obtener los valores de pronóstico por lo que en la Tabla 4.6, se muestran los datos obtenidos a través de Minitab® 18.1, recordando que estos deben ser afectados por el factor de generación para poder comparar con los valores reales de la 4ta semana y con ello poder medir la exactitud del pronóstico (MAPE, MAE y MSE).

**Tabla 4.12. Pronóstico de demanda considerando la GD (Método ARIMA).**

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4598.65	4598.65	4652.17	53.516	1.150	53.516	2863.920
2	25/10/2017	01:00:00	4319.45	4319.45	4320.39	0.941	0.022	0.941	0.886
3	25/10/2017	02:00:00	4185.92	4185.92	4206.71	20.786	0.494	20.786	432.067
4	25/10/2017	03:00:00	4143.32	4143.32	4113.98	-29.338	0.713	29.338	860.735
5	25/10/2017	04:00:00	4122.32	4122.32	4099.77	-22.551	0.550	22.551	508.547
6	25/10/2017	05:00:00	4208.46	4208.46	4202.11	-6.347	0.151	6.347	40.287
7	25/10/2017	06:00:00	4677.71	4677.71	4719.74	42.025	0.890	42.025	1766.112
8	25/10/2017	07:00:00	5597.82	5597.82	5662.08	64.259	1.135	64.259	4129.234
9	25/10/2017	08:00:00	6370.82	6370.82	6745.54	374.716	5.555	374.716	140412.102
10	25/10/2017	09:00:00	6922.17	6740.16	6612.48	-127.675	1.931	127.675	16300.940
11	25/10/2017	10:00:00	7548.92	7202.71	7047.55	-155.164	2.202	155.164	24075.912
12	25/10/2017	11:00:00	7895.46	7418.95	7478.78	59.827	0.800	59.827	3579.324
13	25/10/2017	12:00:00	8085.99	7525.82	7496.25	-29.572	0.394	29.572	874.481
14	25/10/2017	13:00:00	8249.23	7660.23	7516.02	-144.214	1.919	144.214	20797.683
15	25/10/2017	14:00:00	8174.80	7614.63	7306.95	-307.682	4.211	307.682	94668.328
16	25/10/2017	15:00:00	8011.09	7534.58	7249.92	-284.660	3.926	284.660	81031.237
17	25/10/2017	16:00:00	7675.11	7328.90	7073.67	-255.234	3.608	255.234	65144.580
18	25/10/2017	17:00:00	7468.16	7286.15	7172.35	-113.797	1.587	113.797	12949.673
19	25/10/2017	18:00:00	7144.32	7144.32	7116.67	-27.652	0.389	27.652	764.636
20	25/10/2017	19:00:00	7071.73	7071.73	7077.12	5.394	0.076	5.394	29.096
21	25/10/2017	20:00:00	7055.67	7055.67	7114.94	59.270	0.833	59.270	3512.883
22	25/10/2017	21:00:00	6544.00	6544.00	6699.08	155.079	2.315	155.079	24049.565
23	25/10/2017	22:00:00	5906.43	5906.43	6009.41	102.977	1.714	102.977	10604.360
24	25/10/2017	23:00:00	5225.55	5225.55	5308.04	82.485	1.554	82.485	6803.826
25	26/10/2017	00:00:00	4655.74	4655.74	4734.92	79.177	1.672	79.177	6268.948
26	26/10/2017	01:00:00	4361.43	4361.43	4418.88	57.453	1.300	57.453	3300.833
27	26/10/2017	02:00:00	4218.42	4218.42	4263.55	45.128	1.058	45.128	2036.556
28	26/10/2017	03:00:00	4170.25	4170.25	4183.49	13.240	0.316	13.240	175.296
29	26/10/2017	04:00:00	4145.70	4145.70	4177.35	31.649	0.758	31.649	1001.665



Continuación 4.12

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
30	26/10/2017	05:00:00	4229.80	4229.80	4272.97	43.167	1.010	43.167	1863.358
31	26/10/2017	06:00:00	4697.73	4697.73	4758.91	61.182	1.286	61.182	3743.203
32	26/10/2017	07:00:00	5617.10	5617.10	5737.92	120.816	2.106	120.816	14596.562
33	26/10/2017	08:00:00	6389.61	6389.61	6607.30	217.692	3.295	217.692	47389.830
34	26/10/2017	09:00:00	6940.70	6758.69	6852.47	93.783	1.369	93.783	8795.281
35	26/10/2017	10:00:00	7567.27	7221.06	7059.65	-161.412	2.286	161.412	26053.890
36	26/10/2017	11:00:00	7913.73	7437.22	7411.59	-25.632	0.346	25.632	657.014
37	26/10/2017	12:00:00	8104.20	7544.03	7467.46	-76.568	1.025	76.568	5862.658
38	26/10/2017	13:00:00	8267.42	7678.42	7682.69	4.266	0.056	4.266	18.195
39	26/10/2017	14:00:00	8192.98	7632.81	7519.68	-113.126	1.504	113.126	12797.453
40	26/10/2017	15:00:00	8029.27	7552.76	7407.35	-145.409	1.963	145.409	21143.873
41	26/10/2017	16:00:00	7693.29	7347.09	7396.62	49.535	0.670	49.535	2453.668
42	26/10/2017	17:00:00	7486.35	7304.34	7380.30	75.959	1.029	75.959	5769.798
43	26/10/2017	18:00:00	7162.53	7162.53	7146.05	-16.475	0.231	16.475	271.439
44	26/10/2017	19:00:00	7089.94	7089.94	7108.98	19.036	0.268	19.036	362.351
45	26/10/2017	20:00:00	7073.90	7073.90	7161.02	87.119	1.217	87.119	7589.649
46	26/10/2017	21:00:00	6562.25	6562.25	6676.99	114.743	1.718	114.743	13165.843
47	26/10/2017	22:00:00	5924.69	5924.69	6118.46	193.767	3.167	193.767	37545.627
48	26/10/2017	23:00:00	5243.83	5243.83	5351.43	107.599	2.011	107.599	11577.556
49	27/10/2017	00:00:00	4674.03	4674.03	4852.23	178.196	3.672	178.196	31753.790
50	27/10/2017	01:00:00	4379.73	4379.73	4484.35	104.617	2.333	104.617	10944.614
51	27/10/2017	02:00:00	4236.74	4236.74	4376.45	139.707	3.192	139.707	19518.048
52	27/10/2017	03:00:00	4188.59	4188.59	4268.74	80.153	1.878	80.153	6424.539
53	27/10/2017	04:00:00	4164.05	4164.05	4248.00	83.947	1.976	83.947	7047.160
54	27/10/2017	05:00:00	4248.17	4248.17	4332.86	84.689	1.955	84.689	7172.310
55	27/10/2017	06:00:00	4716.11	4716.11	4783.87	67.759	1.416	67.759	4591.344
56	27/10/2017	07:00:00	5635.50	5635.50	5685.31	49.809	0.876	49.809	2480.898
57	27/10/2017	08:00:00	6408.02	6408.02	6442.95	34.929	0.542	34.929	1220.053
58	27/10/2017	09:00:00	6959.13	6777.11	6752.06	-25.055	0.371	25.055	627.751
59	27/10/2017	10:00:00	7585.71	7239.51	7186.56	-52.946	0.737	52.946	2803.226
60	27/10/2017	11:00:00	7932.19	7455.68	7297.53	-158.151	2.167	158.151	25011.710
61	27/10/2017	12:00:00	8122.67	7562.50	7494.72	-67.782	0.904	67.782	4594.380
62	27/10/2017	13:00:00	8285.91	7696.91	7552.71	-144.204	1.909	144.204	20794.674
63	27/10/2017	14:00:00	8211.48	7651.31	7304.63	-346.680	4.746	346.680	120187.171
64	27/10/2017	15:00:00	8047.79	7571.28	7143.55	-427.729	5.988	427.729	182952.087
65	27/10/2017	16:00:00	7711.83	7365.62	6848.26	-517.360	7.555	517.360	267661.780
66	27/10/2017	17:00:00	7504.90	7322.89	6800.07	-522.821	7.688	522.821	273341.791



Continuación 4.12

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
67	27/10/2017	18:00:00	7181.09	7181.09	6653.56	-527.531	7.929	527.531	278288.801
68	27/10/2017	19:00:00	7108.53	7108.53	6556.42	-552.105	8.421	552.105	304820.138
69	27/10/2017	20:00:00	7092.50	7092.50	6732.67	-359.827	5.344	359.827	129475.732
70	27/10/2017	21:00:00	6580.86	6580.86	6419.14	-161.719	2.519	161.719	26152.942
71	27/10/2017	22:00:00	5943.32	5943.32	5889.98	-53.340	0.906	53.340	2845.107
72	27/10/2017	23:00:00	5262.47	5262.47	5343.36	80.887	1.514	80.887	6542.757
73	30/10/2017	00:00:00	4692.69	4692.69	4397.95	-294.741	6.702	294.741	86872.300
74	30/10/2017	01:00:00	4398.41	4398.41	4174.65	-223.756	5.360	223.756	50066.638
75	30/10/2017	02:00:00	4255.43	4255.43	4156.22	-99.211	2.387	99.211	9842.727
76	30/10/2017	03:00:00	4207.29	4207.29	4096.51	-110.780	2.704	110.780	12272.112
77	30/10/2017	04:00:00	4182.77	4182.77	4060.99	-121.781	2.999	121.781	14830.535
78	30/10/2017	05:00:00	4266.90	4266.90	4178.11	-88.794	2.125	88.794	7884.342
79	30/10/2017	06:00:00	4734.86	4734.86	4661.57	-73.289	1.572	73.289	5371.295
80	30/10/2017	07:00:00	5654.27	5654.27	5146.95	-507.315	9.857	507.315	257368.730
81	30/10/2017	08:00:00	6426.80	6426.80	6086.79	-340.010	5.586	340.010	115606.691
82	30/10/2017	09:00:00	6977.92	6795.91	6657.79	-138.119	2.075	138.119	19076.945
83	30/10/2017	10:00:00	7604.52	7258.32	7284.87	26.555	0.365	26.555	705.162
84	30/10/2017	11:00:00	7951.02	7474.51	7687.68	213.174	2.773	213.174	45443.245
85	30/10/2017	12:00:00	8141.51	7581.34	7642.37	61.028	0.799	61.028	3724.418
86	30/10/2017	13:00:00	8304.77	7715.77	8179.39	463.621	5.668	463.621	214944.446
87	30/10/2017	14:00:00	8230.35	7670.18	7800.19	130.009	1.667	130.009	16902.372
88	30/10/2017	15:00:00	8066.68	7590.16	7764.48	174.315	2.245	174.315	30385.750
89	30/10/2017	16:00:00	7730.73	7384.52	7844.35	459.828	5.862	459.828	211442.176
90	30/10/2017	17:00:00	7523.82	7341.81	7956.67	614.863	7.728	614.863	378055.969
91	30/10/2017	18:00:00	7200.02	7200.02	7987.00	786.977	9.853	786.977	619333.492
92	30/10/2017	19:00:00	7127.47	7127.47	7762.37	634.898	8.179	634.898	403095.274
93	30/10/2017	20:00:00	7111.46	7111.46	7165.44	53.980	0.753	53.980	2913.884
94	30/10/2017	21:00:00	6599.84	6599.84	6522.43	-77.406	1.187	77.406	5991.720
95	30/10/2017	22:00:00	5962.31	5962.31	5817.03	-145.282	2.498	145.282	21106.944
96	30/10/2017	23:00:00	5281.48	5281.48	5116.03	-165.451	3.234	165.451	27373.935
97	31/10/2017	00:00:00	4711.71	4711.71	4658.12	-53.594	1.151	53.594	2872.354
98	31/10/2017	01:00:00	4417.44	4417.44	4370.49	-46.954	1.074	46.954	2204.705
99	31/10/2017	02:00:00	4274.48	4274.48	4243.39	-31.094	0.733	31.094	966.856
100	31/10/2017	03:00:00	4226.36	4226.36	4178.50	-47.859	1.145	47.859	2290.448
101	31/10/2017	04:00:00	4201.86	4201.86	4196.74	-5.115	0.122	5.115	26.163
102	31/10/2017	05:00:00	4286.00	4286.00	4267.01	-18.993	0.445	18.993	360.749
103	31/10/2017	06:00:00	4753.97	4753.97	4768.70	14.726	0.309	14.726	216.856

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
104	31/10/2017	07:00:00	5673.40	5673.40	5365.63	-307.765	5.736	307.765	94719.492
105	31/10/2017	08:00:00	6445.95	6445.95	6345.22	-100.725	1.587	100.725	10145.566
106	31/10/2017	09:00:00	6997.08	6815.07	6856.90	41.830	0.610	41.830	1749.754
107	31/10/2017	10:00:00	7623.70	7277.49	7188.67	-88.821	1.236	88.821	7889.171
108	31/10/2017	11:00:00	7970.21	7493.70	7426.38	-67.317	0.906	67.317	4531.570
109	31/10/2017	12:00:00	8160.72	7600.55	7819.39	218.842	2.799	218.842	47891.645
110	31/10/2017	13:00:00	8323.99	7734.99	8017.73	282.739	3.526	282.739	79941.538
111	31/10/2017	14:00:00	8249.59	7689.42	7989.70	300.282	3.758	300.282	90169.396
112	31/10/2017	15:00:00	8085.93	7609.42	7854.72	245.303	3.123	245.303	60173.512
113	31/10/2017	16:00:00	7749.99	7403.79	7548.68	144.891	1.919	144.891	20993.392
114	31/10/2017	17:00:00	7543.10	7361.09	7653.70	292.610	3.823	292.610	85620.523
115	31/10/2017	18:00:00	7219.32	7219.32	7660.99	441.669	5.765	441.669	195071.917
116	31/10/2017	19:00:00	7146.79	7146.79	7836.67	689.885	8.803	689.885	475940.774
117	31/10/2017	20:00:00	7130.79	7130.79	7042.17	-88.618	1.258	88.618	7853.166
118	31/10/2017	21:00:00	6619.18	6619.18	6609.59	-9.590	0.145	9.590	91.967
119	31/10/2017	22:00:00	5981.67	5981.67	5979.07	-2.601	0.044	2.601	6.767
120	31/10/2017	23:00:00	5300.85	5300.85	5256.00	-44.855	0.853	44.855	2011.970
<b>Suma</b>							291.366	18892.901	6242245.123
<b>Valor</b>							<b>2.428</b>	<b>157.44</b>	<b>52018.71</b>

De la tabla anterior se obtienen los valores de **MAPE**, **MAE** y **MSE**, los cuales serán comparados con los otros métodos para poder medir la exactitud de los modelos.

$$\mathbf{MAPE = 2.428\%}$$

$$\mathbf{MAE = 157.44}$$

$$\mathbf{MSE = 52\ 018.71}$$

Realizando el análisis de cada uno de los resultados obtenidos, se puede comentar que el MAPE variará en promedio en un 2.428% del pronóstico con respecto a los valores reales, el MAE tendrá una variación de 157.44 unidades de medida absolutas (kW), para el MSE su valor ha disminuido con respecto a los 2 primeros métodos utilizados, lo que puede interpretarse que con el método ARIMA las diferencias entre el valor real y el pronóstico han disminuido.

En la figura 4.23 se grafican los valores reales de la 4ta semana que es de la que se desean conocer los valores, así como los datos obtenidos de pronóstico ya afectados por el factor de contribución de la GD, y en donde se observa que los pronósticos se ajustan de una mejor manera a los valores reales, y que para los últimos 2 días se mejoran aún más las diferencias.

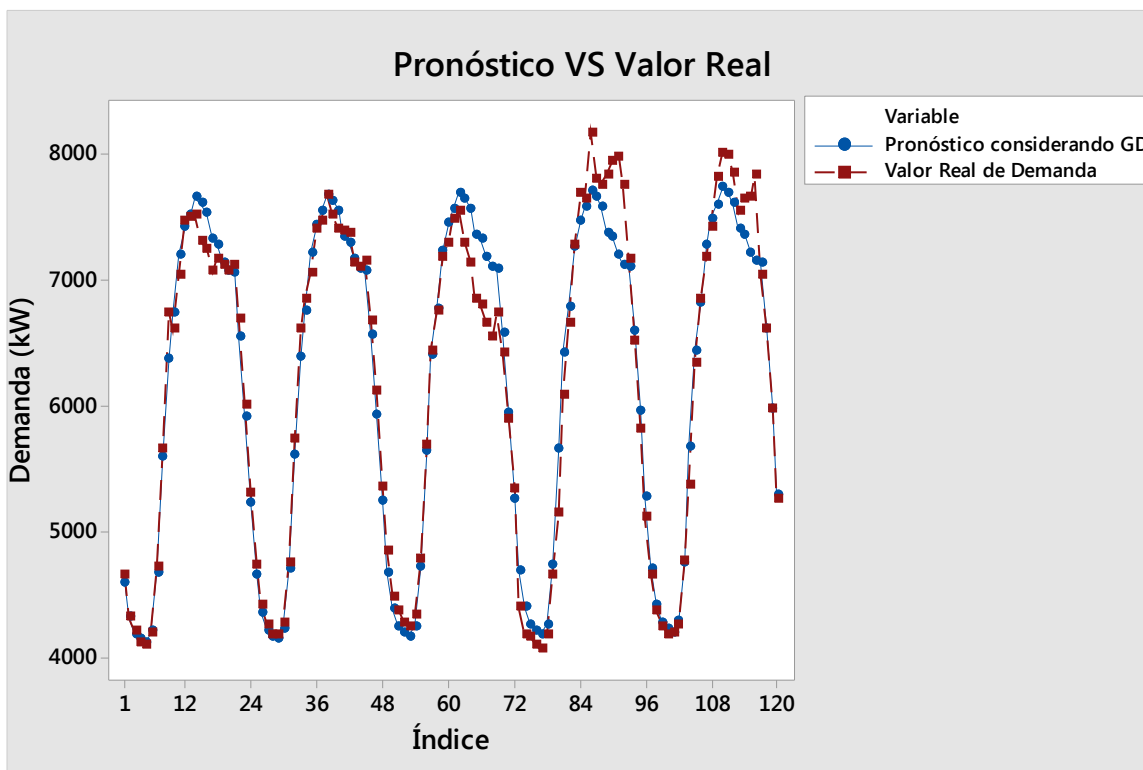


Fig. 4.23. Gráfica Pronóstico VS Valor Real (Método ARIMA)

De manera similar que para el método Winters se realiza un análisis de sensibilidad, esto debido a que la determinación de los parámetros de  $(p, d, q)(P, D, Q)$  de forma inicial se determinan de forma analítica al conocer los valores significativos del ACF y del PACF, y a partir de ello se van ajustando los valores hasta encontrar el modelo que mejor se ajuste a los valores de la serie de tiempo.

En la Tabla 4.13 se realiza un resumen de los valores de MAPE, MAE y MSE con la finalidad de observar el comportamiento de estos valores al ir modificando los parámetros de  $(p, d, q)(P, D, Q)$ .



**Tabla 4.13. Análisis de Sensibilidad de los valores de MAPE, MAE y MSE al modificar los parámetros ARIMA**

No. DE ANÁLISIS	PARÁMETROS (p,d,q) (P,D,Q)	MAPE	MAE	MSE
1	(1,1,1) (1,1,1)	2.435	159.016	53921.471
2	(2,1,2) (1,1,1)	2.422	157.692	52742.184
3	(1,1,1) (2,1,2)	2.574	167.888	58671.554
4	(1,1,1) (0,1,1)	2.423	157.610	52386.224
5	<b>(2,1,2) (0,1,1)</b>	<b>2.428</b>	<b>157.441</b>	<b>52018.709</b>

De la tabla anterior se puede observar que el modelo que mejor se ajusta es el que considera los parámetros **(2,1,2) (0,1,1)** si bien el valor de MAPE se encuentra por arriba unas milésimas en comparación con otros modelos, los otros dos valores que se están utilizando para medir la exactitud del pronóstico son menores en comparación con los demás modelos, por esta razón es que se decide que éste es el mejor ajuste para la serie de tiempo.

Los pronósticos para los otros modelos, así como sus valores de MAPE, MAE y MSE para los análisis 1, 2, 3, y 4 se encuentran reportados en el **Apéndice G**.

Una vez realizados los 3 métodos que se describen en la presente Tesis, se puede establecer cuál de ellos es el que mejor se ajusta para pronosticar los valores de demanda de los siguientes 5 días. Por lo que en la tabla 4.14. se hace un resumen de los valores MAPE, MAE y MSE obtenidos por cada método.

**Tabla 4.14. Valores de Error por Método de Pronóstico**

MÉTODO	MAPE	MAE	MSE
<b>DESCOMPOSICIÓN</b>	2.566%	167.00	57 111.95
<b>WINTERS</b>	2.557%	164.62	54 435.62
<b>ARIMA</b>	2.428%	157.44	52 018.71

Derivado de los resultados obtenidos para las diversas medidas del error, se tiene que el comportamiento entre el método de Descomposición y Winters tienen una precisión muy similar, con una leve reducción de los errores para Winters, y que para el caso de ARIMA estos valores se reducen más en comparación con los 2 primeros, esto debido a que para el cálculo del pronóstico se toman en cuenta tanto la parte estacional como no estacional de la serie de tiempo, resultando con ello un mejor modelamiento.



Es de señalarse que, aunque se excluyeron las lecturas de demanda para los fines de semana, así como la adecuación de datos atípicos, con la finalidad de contar con una serie de tiempo más estable en su comportamiento, los pronósticos se realizaron tomando como base los primeros 408 valores correspondientes a 17 días, sin embargo se observa que para todos los casos realizados los pronósticos para los últimos 2 días se encuentran por debajo de los valores reales para las horas en las que se tiene mayor demanda (entre las 13:00 y 20:00 horas), tal como se observa en la Figura 4.24., esto debido a que esos días corresponden al 30 y 31 de octubre de 2017, los cuales se pueden considerar como festivos ya que son próximos a la celebración de “Día de Muertos”. De no haberse dado esta situación los valores para la medición del error en cada uno de los casos serían menores a los que se tienen, obteniendo con ello un mejor comportamiento en los modelos.

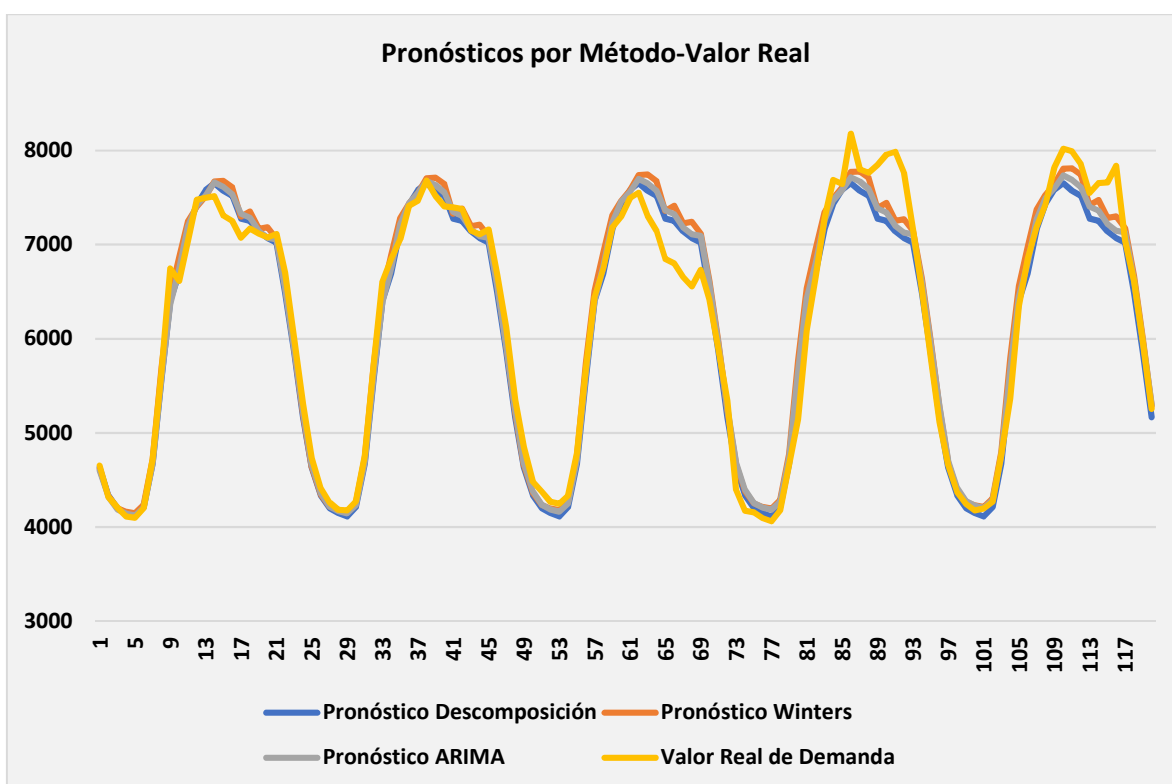


Fig. 4.24. Gráfica Pronóstico por Método y Valor Real



## CAPÍTULO 5

# CONCLUSIONES, APORTACIONES Y TRABAJOS FUTUROS

### 5.1. CONCLUSIONES

Para poder realizar el pronóstico de la demanda a corto plazo en un circuito de distribución, es necesario contar con información confiable de las lecturas de las demandas, que para este caso en particular se obtienen del SIMOCE de CFE Distribución, además de conocer si cuenta o no con generación distribuida instalada ya que esto afecta el comportamiento del circuito, además de conocer el tipo de carga que se presenta, ya que la calidad de los datos brindará un modelo de pronóstico adecuado.

Con esta información se desarrollaron 3 métodos de pronósticos, los cuales ofrecen valores de error similares, a partir de ellos, se puede indicar que el método que presenta un mejor comportamiento con respecto a los valores reales que se tienen medidos para los siguientes 5 días que se están pronosticando es el método ARIMA, mejorando en aproximadamente una décima en el MAPE con respecto a los otros métodos y un MAE y MSE menores a los otros, debido a que se considera el efecto estacional y no estacional que se presenta y a que realiza una combinación del método autorregresivo y de promedio móvil obteniendo con ello un mejor modelamiento de la serie de tiempo, su desventaja radica a que deben desarrollarse varios modelos para determinar el que mejor se ajuste a la serie de datos.

El método de Descomposición tiene la ventaja de ser un modelo de muy fácil aplicación ya que solo se requiere determinar la tendencia y los índices estacionales, sin embargo, los pronósticos tendrán siempre el mismo valor para la misma hora en días distintos. Para el caso de Winters se mejora el modelamiento de la serie ya que considera las variaciones estacionales, pero al igual que ARIMA dado que se usan los coeficientes de nivel, tendencia y estacionalidad se requiere probar varios modelos para encontrar el más apegado a los valores reales.

Por otro lado, dado que el pronóstico se realiza considerando el impacto que tiene la generación distribuida en la demanda suministrada, es de suma importancia que el Distribuidor tenga un control de la entrada en operación de los servicios que se integran a las RGD con estas características, así como contar con lecturas de la generación aportada por los mismos para poder desarrollar un pronóstico más preciso.



## 5.2. APORTACIONES DE LA TESIS

Este trabajo permite que una vez conocido el pronóstico pueda utilizarse para realizar las siguientes actividades:

- Planificar el crecimiento y/o reforzamiento en las RGD para estar en condiciones de suministrar la demanda requerida en el corto plazo, beneficiando con esto al Distribuidor y al Cliente, ya que permitiría ahorros en la inversión, generando rentabilidad, así como una mejoría en la calidad del servicio.
- Realizar una proyección de los ingresos que se obtendrían por concepto de la Tarifa de Distribución que actualmente paga el CENACE derivado del Mercado Eléctrico que opera en el país.
- Conocer la demanda real que llevará el circuito en caso de la pérdida de una o varias unidades de generación, ya sea por falla o mantenimiento de estas, lo que permitiría la planeación de las maniobras o switcheos a realizar en la red de distribución para suministrar dicha demanda en condiciones de confiabilidad, seguridad y eficiencia, procurando la menor afectación del sistema.
- Elaborar el cálculo de pérdidas técnicas a partir de las demandas máximas esperadas.
- Planificar la operación del sistema para los días y horas en que se presenta la demanda máxima con la finalidad de evitar interrupciones.

## 5.3. TRABAJOS FUTUROS

Para el caso esta Tesis los trabajos complementarios o futuros que pueden ser desarrollados son los siguientes:

- Obtención del pronóstico considerando otras tecnologías de generación y en su caso de mayor escala.
- Optimización del pronóstico con lecturas reales de perfil de carga para los servicios que cuentan con GD instalada, para con ello conocer de manera exacta la demanda real que se está aportando al circuito.
- Realización del pronóstico considerando los fines de semana.
- Ampliación de los métodos de pronóstico para determinar cuál es el que proporciona un mejor modelo para cada caso de estudio.
- Cálculo de pérdidas técnicas esperadas en el corto plazo a partir del pronóstico obtenido.



## Referencias

- [1] Ley de la Industria Eléctrica, Diario Oficial de la Federación, Fecha de Publicación 06 de noviembre de 2015.
- [2] Pablo Ortiz Mondragón, David Romero Romero, “Pronóstico de la demanda de energía eléctrica a corto plazo utilizando una red neuronal óptima”, Tesis de Maestría, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación SEPI, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica ESIME, Instituto Politécnico Nacional IPN, México, 2012.
- [3] Ahmad Mohammad Al-Kandari, Soliman Abdel-Hady Soliman, “Electrical load Forecasting Modeling and Model Construction”, First Ed., Library of Congress Catalog-In-Publications Data, Ed. Burlington: Elsevier, Inc., 2010.
- [4] Erick Israel Mendoza De Lucio, “Pronóstico de la carga a corto plazo usando modelos de Holt-Winters en una red de distribución de energía eléctrica”, Tesis de Maestría, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación SEPI, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica ESIME, Instituto Politécnico Nacional IPN, México, agosto 2012.
- [5] Ana Lilian Valencia D’oro, Carlos Arturo Lozano, Carlos A. Moreno, “Modelo de promedios móviles para el pronóstico horario de potencia y energía eléctrica”, El Hombre y la Máquina, núm. 29, julio-diciembre, 2007, pp. 96-105 Universidad Autónoma de Occidente Cali, Colombia.
- [6] Gabriel Allende Sancho, “Pronóstico de la Demanda de la energía eléctrica a mediano plazo empleando una red neuronal de retropropagación”, Sección de Estudios de Posgrado e Investigación SEPI, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica ESIME, Instituto Politécnico Nacional IPN, México, 2004.
- [7] Robin John Hyndman, “ARIMA Processes”, tomado de <http://robjhyndman.com/papers/ARIMA.pdf>, May. 2001.
- [8] George Gross, Francisco Galiana, “Short-Term Load Forecasting”, Proceedings IEEE, vol. 75, no. 12, pp. 1558-1573, Dec. 1987.
- [9] Emely Hickey, Jennifer Hinman, “Modeling and Forecasting Short-Term Electricity Load Using Regression Analysis”, Illinois State University, Chicago, 2009.
- [10] Nareh K Sinha, Mohamed A. Abou-El-Magd, “Short-Term Load Demand Modeling and Forecasting: A Review”, IEEE Trans. Sys. Man Cybern, vol. 12, no. 3, pp. 370-382, May. 1982.



- [11] H. Lee Willis, A.E. Schauer, J.E.D. Northcote-Green, and T.D. Vismor, “Forecasting Distribution System Loads Using Curve Shape Clustering”, IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, vol. PAS-102, no. 4, pp. 893-901, Apr. 1983.
- [12] Spyros G. Makridakis, Steven C. Wheelwright S, Robin John Hyndman, “Forecasting: Methods and Applications”, 3rd Ed., Wiley Editors, 2018.
- [13] H. Lee Willis, “Spatial Electric Load Forecasting”, 2nd Ed., Marcel Dekker, 2002.
- [14] R. Weron, A. Misiorek, “Modeling and Forecasting Electricity Loads: A Comparison in Proceedings of the European Electricity Market”, The European Electricity Market EEM-04, pp. 135-142, Septiembre 2004.
- [15] Paulino Murto, “Neural Network Model for Short-Term Load Forecasting”, Helsinki University of Technology Department of Engineering Physics and Mathematics, Finlandia, 1998.
- [16] Adriana Marcela Ariza Ramírez, “Métodos utilizados para el pronóstico de demanda de energía eléctrica en sistemas de distribución”, Tesis de Licenciatura Universidad Tecnológica de Pereira, Programa de Ingeniería Eléctrica, 2013
- [17] Elias Kyriakides, Marios Polycarpou, “Short-Term electric load forecasting: A tutorial”, In Chen K., Wang L., Tren in Neural Computation Studies in Computational Intelligence, vol. 35, Springer, pp. 392-418, 2007.
- [18] Chris Chatfield, “Time Series Forecasting”, New York: Library of Congress, 2000.
- [19] Johannes Ledolter, Abraham Bovas, “Statistical Methods for Forecasting”, Wiley Interscience, Ed.: John Wiley & Sons, Inc., 2005.
- [20] Bruce Bowerman, Richard O’Connell, Anne Koehler, “Pronósticos, Series de Tiempo y Regresión: un Enfoque Aplicado”, 4 ed. México: Internacional Thomson Editores, 2007.
- [21] Damodar N. Gujarati, “Econometría”, 4 ed. McGraw-Hill, 2003.
- [22] John Hanke, Arthur Reitsch. “Pronósticos en los Negocios”, 5 ed. México: Pearson educación (traducción), 2000.
- [23] David Anderson, Dennis Sweeney, Thomas Williams, “Estadística para Administración y Economía”, 10 Ed. México: Cengage Learning Editors S.A.2008.
- [24] G. Winkler, C. Meisenback, M. Hable, and P. Meier, “Intelligent energy management of electrical power systems with distributed feeding on the basis of forecasts of demand and generation”, presented at CIRED 2001, June 18–21, 2001.



- [25] Magdi S. Mahmoud; Fouad M. AL-Sunni, “Control and Optimization of Distributed Generation Systems”, Springer 2015
- [26] Carlos Batlle, “Análisis del impacto del incremento de la generación de energía renovable no convencional en los sistemas eléctricos latinoamericanos. Herramientas y metodologías de evaluación del futuro de la operación, planificación y expansión”, Banco Interamericano de Desarrollo, enero 2014.
- [27] Deloitte, “Gestión de fuentes de energía variable y distribuida. Una nueva era para la red”, Centro de soluciones de energía de Deloitte, Estados Unidos, 2016
- [28] Thomas Ackermann, Göran Andersson, Lennart Söder “Distributed generation: a definition”, *Electric Power Systems Research* 57:195–204, 2001.
- [29] Felix A. Farret., M. Godoy Simoes, “Integration of Alternative Sources of Energy”, John Wiley & Sons 2006.
- [30] Institute of Electrical and Electronics Engineers, “IEEE Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems” (IEEE Std 1547-2003), 2003
- [31] Huang Jiayi, Jiang Chuanwen, Xu Rong, “A review on distributed energy resources and Microgrid”, *Renew Sustain Energy Rev* 12(9):2472–2483, 2008.
- [32] Robert H. Lasseter, Abbas Akhil, Chris Marnay, John Stephens, Jeffery Dagle, Richard Guttromson, “The CERTS microgrid concept. White Paper on Integration of distributed energy resources, prepared for Transmission Reliability Program, Office of Power Technologies”, U.S. Department of Energy, April 2002. <http://certs.lbl.gov/pdf/50829-app.pdf>
- [33] Robert H. Lasseter, Paolo Paigi, “Microgrid: a conceptual solution”, In: IEEE 35th annual power electronics specialists conference, PESC 04, vol. 6, 2004.
- [34] Robert H. Lasseter, “Microgrids distributed power generation”, In: IEEE power engineering society Winters meeting, Columbus, Ohio, vol. 1, pp 146–149 February 2001
- [35] Mao Meiqin, L. Chang, Ding Ming, “Integration and intelligent control of microgrids with multi-energy generations: a review”, In: Proceedings of the IEEE international conference on sustainable energy technologies, pp 777–780, 2008.
- [36] Satoshi Morozumi, “Micro-grid demonstration projects in Japan”, In: IEEE power conversion conference-Nagoya, PCC’07, 2007.



[37] A. Arulampalam et al, “Control of power electronic interfaces in distributed generation microgrids”, *Int. J. Electron* 91(9):503–523, 2004.

[38] Comisión Reguladora de Energía, “Contratos de Interconexión de Mediana y Pequeña Escala Estadísticas Ejercicio 2017 (1er Semestre)”, México, 2017

[39]CFE Distribución, “Guía para evaluar la capacidad de alojamiento de GD en los circuitos de distribución”, México, noviembre 2017.

[40]José Luis Cerda A., Rodrigo Palma-Benhke, “Estrategias de Control de demanda a base de Generación Distribuida para una compañía de distribución”, Chile, 2007.



## APÉNDICE A. Contratos de Interconexión en el circuito de prueba

En la siguiente tabla se muestra los servicios de interconexión conectados al circuito de prueba.

**Tabla A. 1 Contratos de Interconexión**

SERVICIO	DIVISIÓN	ZONA	CIRCUITO	CAPACIDAD INSTALADA (KW)
1	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	105
2	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	10
3	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	20
4	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	2
5	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	1
6	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	2
7	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
8	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
9	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	3
10	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	1
11	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	2
12	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	3
13	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	8
14	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	1
15	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	4
16	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
17	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	3
18	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	1
19	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	2
20	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	1
21	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	2
22	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	3
23	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	2
24	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	2
25	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	3
26	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	3
27	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	4
28	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	4
29	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	4
30	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
31	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	4
32	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	14





Continuación A.1

SERVICIO	DIVISIÓN	ZONA	CIRCUITO	CAPACIDAD INSTALADA (KW)
33	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	9
34	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	21
35	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	10
36	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	15
37	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	20
38	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	7
39	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
40	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
41	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	12
42	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	58
43	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	17
44	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	12
45	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	9
46	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	36
47	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	15
48	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	4
49	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	2
50	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	6
51	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	10
52	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
53	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	9
54	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	2
55	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	2
56	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	6
57	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
58	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	8
59	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	8
60	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
61	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
62	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	4
63	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
64	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
65	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	5
66	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	4
67	VALLE DE MÉXICO CENTRO	POLANCO	REF5XXXX	4



## APÉNDICE B. Valores de Demanda del circuito de prueba

En la **Tabla B.1**, se muestran los valores de demanda obtenidos de SIMOCE (incluye el efecto de la GD) para el circuito de prueba, los datos corresponden para todo el mes de octubre 2017 excluyendo los fines de semana.

**Tabla B.1 Valores de Demanda del Circuito REF5XXXX**

Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)	Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)
REF5XXXX	02/10/2017	00:00:00	4522.94	REF5XXXX	03/10/2017	06:00:00	4690.76
REF5XXXX	02/10/2017	01:00:00	4290.63	REF5XXXX	03/10/2017	07:00:00	5603.91
REF5XXXX	02/10/2017	02:00:00	4169.67	REF5XXXX	03/10/2017	08:00:00	6448.13
REF5XXXX	02/10/2017	03:00:00	4107.85	REF5XXXX	03/10/2017	09:00:00	7002.82
REF5XXXX	02/10/2017	04:00:00	4087.11	REF5XXXX	03/10/2017	10:00:00	7243.58
REF5XXXX	02/10/2017	05:00:00	4147.2	REF5XXXX	03/10/2017	11:00:00	7329.22
REF5XXXX	02/10/2017	06:00:00	4584.77	REF5XXXX	03/10/2017	12:00:00	7430.21
REF5XXXX	02/10/2017	07:00:00	5469.89	REF5XXXX	03/10/2017	13:00:00	7539.45
REF5XXXX	02/10/2017	08:00:00	6220.22	REF5XXXX	03/10/2017	14:00:00	7631.23
REF5XXXX	02/10/2017	09:00:00	6813.9	REF5XXXX	03/10/2017	15:00:00	7707.07
REF5XXXX	02/10/2017	10:00:00	7385.47	REF5XXXX	03/10/2017	16:00:00	7829.95
REF5XXXX	02/10/2017	11:00:00	7482.25	REF5XXXX	03/10/2017	17:00:00	7537.53
REF5XXXX	02/10/2017	12:00:00	7696.32	REF5XXXX	03/10/2017	18:00:00	7306.37
REF5XXXX	02/10/2017	13:00:00	7950.72	REF5XXXX	03/10/2017	19:00:00	7139.71
REF5XXXX	02/10/2017	14:00:00	7832.64	REF5XXXX	03/10/2017	20:00:00	7067.14
REF5XXXX	02/10/2017	15:00:00	7612.81	REF5XXXX	03/10/2017	21:00:00	6628.99
REF5XXXX	02/10/2017	16:00:00	7236.29	REF5XXXX	03/10/2017	22:00:00	5978.3
REF5XXXX	02/10/2017	17:00:00	7302.91	REF5XXXX	03/10/2017	23:00:00	5211.83
REF5XXXX	02/10/2017	18:00:00	7208.06	REF5XXXX	04/10/2017	00:00:00	4715.9
REF5XXXX	02/10/2017	19:00:00	7219	REF5XXXX	04/10/2017	01:00:00	4403.9
REF5XXXX	02/10/2017	20:00:00	7158.33	REF5XXXX	04/10/2017	02:00:00	4248.2
REF5XXXX	02/10/2017	21:00:00	6593.86	REF5XXXX	04/10/2017	03:00:00	4217.86
REF5XXXX	02/10/2017	22:00:00	5890.36	REF5XXXX	04/10/2017	04:00:00	4161.02
REF5XXXX	02/10/2017	23:00:00	5243.52	REF5XXXX	04/10/2017	05:00:00	4221.12
REF5XXXX	03/10/2017	00:00:00	4669.45	REF5XXXX	04/10/2017	06:00:00	4688.84
REF5XXXX	03/10/2017	01:00:00	4411.77	REF5XXXX	04/10/2017	07:00:00	5622.53
REF5XXXX	03/10/2017	02:00:00	4305.41	REF5XXXX	04/10/2017	08:00:00	6569.28
REF5XXXX	03/10/2017	03:00:00	4225.72	REF5XXXX	04/10/2017	09:00:00	6817.34
REF5XXXX	03/10/2017	04:00:00	4215.75	REF5XXXX	04/10/2017	10:00:00	7441.73
REF5XXXX	03/10/2017	05:00:00	4274.5	REF5XXXX	04/10/2017	11:00:00	7607.23



Continuación B.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)	Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)
REF5XXXX	04/10/2017	12:00:00	7862.78	REF5XXXX	06/10/2017	00:00:00	4766.78
REF5XXXX	04/10/2017	13:00:00	7870.65	REF5XXXX	06/10/2017	01:00:00	4444.61
REF5XXXX	04/10/2017	14:00:00	7852.61	REF5XXXX	06/10/2017	02:00:00	4304.83
REF5XXXX	04/10/2017	15:00:00	7423.29	REF5XXXX	06/10/2017	03:00:00	4213.25
REF5XXXX	04/10/2017	16:00:00	7487.61	REF5XXXX	06/10/2017	04:00:00	4158.15
REF5XXXX	04/10/2017	17:00:00	7386.62	REF5XXXX	06/10/2017	05:00:00	4239.37
REF5XXXX	04/10/2017	18:00:00	7286.98	REF5XXXX	06/10/2017	06:00:00	4757.77
REF5XXXX	04/10/2017	19:00:00	7078.66	REF5XXXX	06/10/2017	07:00:00	5549.95
REF5XXXX	04/10/2017	20:00:00	7104.58	REF5XXXX	06/10/2017	08:00:00	6391.49
REF5XXXX	04/10/2017	21:00:00	6566.21	REF5XXXX	06/10/2017	09:00:00	6732.67
REF5XXXX	04/10/2017	22:00:00	5885.76	REF5XXXX	06/10/2017	10:00:00	6995.71
REF5XXXX	04/10/2017	23:00:00	5206.47	REF5XXXX	06/10/2017	11:00:00	7241.48
REF5XXXX	05/10/2017	00:00:00	4755.07	REF5XXXX	06/10/2017	12:00:00	7467.08
REF5XXXX	05/10/2017	01:00:00	4455.17	REF5XXXX	06/10/2017	13:00:00	7354.94
REF5XXXX	05/10/2017	02:00:00	4294.65	REF5XXXX	06/10/2017	14:00:00	7267.77
REF5XXXX	05/10/2017	03:00:00	4224	REF5XXXX	06/10/2017	15:00:00	7080.19
REF5XXXX	05/10/2017	04:00:00	4178.88	REF5XXXX	06/10/2017	16:00:00	6837.89
REF5XXXX	05/10/2017	05:00:00	4238.59	REF5XXXX	06/10/2017	17:00:00	6762.24
REF5XXXX	05/10/2017	06:00:00	4724.74	REF5XXXX	06/10/2017	18:00:00	6501.9
REF5XXXX	05/10/2017	07:00:00	5613.88	REF5XXXX	06/10/2017	19:00:00	6367.68
REF5XXXX	05/10/2017	08:00:00	6550.27	REF5XXXX	06/10/2017	20:00:00	6588.1
REF5XXXX	05/10/2017	09:00:00	6648.38	REF5XXXX	06/10/2017	21:00:00	6199.1
REF5XXXX	05/10/2017	10:00:00	7193.67	REF5XXXX	06/10/2017	22:00:00	5666.5
REF5XXXX	05/10/2017	11:00:00	7456.32	REF5XXXX	06/10/2017	23:00:00	5097.79
REF5XXXX	05/10/2017	12:00:00	7248.96	REF5XXXX	09/10/2017	00:00:00	4464.19
REF5XXXX	05/10/2017	13:00:00	7570.75	REF5XXXX	09/10/2017	01:00:00	4230.52
REF5XXXX	05/10/2017	14:00:00	7606.27	REF5XXXX	09/10/2017	02:00:00	4098.24
REF5XXXX	05/10/2017	15:00:00	7631.62	REF5XXXX	09/10/2017	03:00:00	4025.47
REF5XXXX	05/10/2017	16:00:00	7299.26	REF5XXXX	09/10/2017	04:00:00	4022.4
REF5XXXX	05/10/2017	17:00:00	7155.65	REF5XXXX	09/10/2017	05:00:00	4099.97
REF5XXXX	05/10/2017	18:00:00	7152.19	REF5XXXX	09/10/2017	06:00:00	4522.18
REF5XXXX	05/10/2017	19:00:00	7001.85	REF5XXXX	09/10/2017	07:00:00	5423.81
REF5XXXX	05/10/2017	20:00:00	7156.41	REF5XXXX	09/10/2017	08:00:00	6123.84
REF5XXXX	05/10/2017	21:00:00	6499.97	REF5XXXX	09/10/2017	09:00:00	6675.45
REF5XXXX	05/10/2017	22:00:00	5894.59	REF5XXXX	09/10/2017	10:00:00	7139.14
REF5XXXX	05/10/2017	23:00:00	5202.82	REF5XXXX	09/10/2017	11:00:00	7565.76



Continuación B.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)	Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)
REF5XXXX	09/10/2017	12:00:00	7616.83	REF5XXXX	10/10/2017	23:00:00	5200.51
REF5XXXX	09/10/2017	13:00:00	7843.39	REF5XXXX	11/10/2017	00:00:00	4618.75
REF5XXXX	09/10/2017	14:00:00	7688.83	REF5XXXX	11/10/2017	01:00:00	4382.6
REF5XXXX	09/10/2017	15:00:00	7785.98	REF5XXXX	11/10/2017	02:00:00	4199.42
REF5XXXX	09/10/2017	16:00:00	7790.2	REF5XXXX	11/10/2017	03:00:00	4160.84
REF5XXXX	09/10/2017	17:00:00	7551.94	REF5XXXX	11/10/2017	04:00:00	4117.06
REF5XXXX	09/10/2017	18:00:00	7319.23	REF5XXXX	11/10/2017	05:00:00	4223.04
REF5XXXX	09/10/2017	19:00:00	7001.28	REF5XXXX	11/10/2017	06:00:00	4636.04
REF5XXXX	09/10/2017	20:00:00	6942.53	REF5XXXX	11/10/2017	07:00:00	5603.71
REF5XXXX	09/10/2017	21:00:00	6527.24	REF5XXXX	11/10/2017	08:00:00	6260.74
REF5XXXX	09/10/2017	22:00:00	5804.16	REF5XXXX	11/10/2017	09:00:00	6641.66
REF5XXXX	09/10/2017	23:00:00	5108.93	REF5XXXX	11/10/2017	10:00:00	7361.66
REF5XXXX	10/10/2017	00:00:00	4617.6	REF5XXXX	11/10/2017	11:00:00	7405.25
REF5XXXX	10/10/2017	01:00:00	4321.54	REF5XXXX	11/10/2017	12:00:00	7430.98
REF5XXXX	10/10/2017	02:00:00	4183.87	REF5XXXX	11/10/2017	13:00:00	7379.91
REF5XXXX	10/10/2017	03:00:00	4106.88	REF5XXXX	11/10/2017	14:00:00	7657.35
REF5XXXX	10/10/2017	04:00:00	4101.12	REF5XXXX	11/10/2017	15:00:00	7518.33
REF5XXXX	10/10/2017	05:00:00	4180.99	REF5XXXX	11/10/2017	16:00:00	7265.28
REF5XXXX	10/10/2017	06:00:00	4691.33	REF5XXXX	11/10/2017	17:00:00	7265.09
REF5XXXX	10/10/2017	07:00:00	5539.58	REF5XXXX	11/10/2017	18:00:00	6991.49
REF5XXXX	10/10/2017	08:00:00	6404.35	REF5XXXX	11/10/2017	19:00:00	6981.7
REF5XXXX	10/10/2017	09:00:00	6629	REF5XXXX	11/10/2017	20:00:00	7059.26
REF5XXXX	10/10/2017	10:00:00	6976.12	REF5XXXX	11/10/2017	21:00:00	6517.63
REF5XXXX	10/10/2017	11:00:00	7426.75	REF5XXXX	11/10/2017	22:00:00	5881.54
REF5XXXX	10/10/2017	12:00:00	7665.79	REF5XXXX	11/10/2017	23:00:00	5214.73
REF5XXXX	10/10/2017	13:00:00	7899.65	REF5XXXX	12/10/2017	00:00:00	4710.72
REF5XXXX	10/10/2017	14:00:00	7838.4	REF5XXXX	12/10/2017	01:00:00	4361.08
REF5XXXX	10/10/2017	15:00:00	7558.65	REF5XXXX	12/10/2017	02:00:00	4257.02
REF5XXXX	10/10/2017	16:00:00	7369.54	REF5XXXX	12/10/2017	03:00:00	4211.34
REF5XXXX	10/10/2017	17:00:00	7405.25	REF5XXXX	12/10/2017	04:00:00	4118.21
REF5XXXX	10/10/2017	18:00:00	7365.89	REF5XXXX	12/10/2017	05:00:00	4215.56
REF5XXXX	10/10/2017	19:00:00	7174.66	REF5XXXX	12/10/2017	06:00:00	4733.95
REF5XXXX	10/10/2017	20:00:00	7082.11	REF5XXXX	12/10/2017	07:00:00	5573.57
REF5XXXX	10/10/2017	21:00:00	6497.86	REF5XXXX	12/10/2017	08:00:00	6433.73
REF5XXXX	10/10/2017	22:00:00	5907.26	REF5XXXX	12/10/2017	09:00:00	6862.85



Continuación B.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)	Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)
REF5XXXX	12/10/2017	10:00:00	7330.18	REF5XXXX	13/10/2017	21:00:00	6168.19
REF5XXXX	12/10/2017	11:00:00	7678.46	REF5XXXX	13/10/2017	22:00:00	5679.36
REF5XXXX	12/10/2017	12:00:00	7678.85	REF5XXXX	13/10/2017	23:00:00	5229.89
REF5XXXX	12/10/2017	13:00:00	7876.99	REF5XXXX	16/10/2017	00:00:00	4458.63
REF5XXXX	12/10/2017	14:00:00	7654.08	REF5XXXX	16/10/2017	01:00:00	4173.31
REF5XXXX	12/10/2017	15:00:00	7387.58	REF5XXXX	16/10/2017	02:00:00	4055.42
REF5XXXX	12/10/2017	16:00:00	7348.6	REF5XXXX	16/10/2017	03:00:00	4029.31
REF5XXXX	12/10/2017	17:00:00	7317.89	REF5XXXX	16/10/2017	04:00:00	4005.5
REF5XXXX	12/10/2017	18:00:00	7350.91	REF5XXXX	16/10/2017	05:00:00	4112.44
REF5XXXX	12/10/2017	19:00:00	7188.86	REF5XXXX	16/10/2017	06:00:00	4543.87
REF5XXXX	12/10/2017	20:00:00	7021.64	REF5XXXX	16/10/2017	07:00:00	5388.67
REF5XXXX	12/10/2017	21:00:00	6420.48	REF5XXXX	16/10/2017	08:00:00	6334.47
REF5XXXX	12/10/2017	22:00:00	5864.65	REF5XXXX	16/10/2017	09:00:00	6572.35
REF5XXXX	12/10/2017	23:00:00	5188.03	REF5XXXX	16/10/2017	10:00:00	7029.32
REF5XXXX	13/10/2017	00:00:00	4726.08	REF5XXXX	16/10/2017	11:00:00	7481.29
REF5XXXX	13/10/2017	01:00:00	4401.02	REF5XXXX	16/10/2017	12:00:00	7746.24
REF5XXXX	13/10/2017	02:00:00	4259.14	REF5XXXX	16/10/2017	13:00:00	7599.17
REF5XXXX	13/10/2017	03:00:00	4211.14	REF5XXXX	16/10/2017	14:00:00	7415.22
REF5XXXX	13/10/2017	04:00:00	4233.99	REF5XXXX	16/10/2017	15:00:00	7468.42
REF5XXXX	13/10/2017	05:00:00	4243.77	REF5XXXX	16/10/2017	16:00:00	7448.07
REF5XXXX	13/10/2017	06:00:00	4740.48	REF5XXXX	16/10/2017	17:00:00	7313.47
REF5XXXX	13/10/2017	07:00:00	5565.7	REF5XXXX	16/10/2017	18:00:00	7209.4
REF5XXXX	13/10/2017	08:00:00	6332.93	REF5XXXX	16/10/2017	19:00:00	7083.84
REF5XXXX	13/10/2017	09:00:00	6554.12	REF5XXXX	16/10/2017	20:00:00	6994.75
REF5XXXX	13/10/2017	10:00:00	6805.25	REF5XXXX	16/10/2017	21:00:00	6495.94
REF5XXXX	13/10/2017	11:00:00	7180.61	REF5XXXX	16/10/2017	22:00:00	5840.06
REF5XXXX	13/10/2017	12:00:00	7213.82	REF5XXXX	16/10/2017	23:00:00	5061.7
REF5XXXX	13/10/2017	13:00:00	7568.64	REF5XXXX	17/10/2017	00:00:00	4587.84
REF5XXXX	13/10/2017	14:00:00	7264.9	REF5XXXX	17/10/2017	01:00:00	4309.06
REF5XXXX	13/10/2017	15:00:00	7009.73	REF5XXXX	17/10/2017	02:00:00	4169.28
REF5XXXX	13/10/2017	16:00:00	6875.91	REF5XXXX	17/10/2017	03:00:00	4118.59
REF5XXXX	13/10/2017	17:00:00	6843.07	REF5XXXX	17/10/2017	04:00:00	4079.23
REF5XXXX	13/10/2017	18:00:00	6506.68	REF5XXXX	17/10/2017	05:00:00	4224.38
REF5XXXX	13/10/2017	19:00:00	6312.19	REF5XXXX	17/10/2017	06:00:00	4673.85
REF5XXXX	13/10/2017	20:00:00	6542.98	REF5XXXX	17/10/2017	07:00:00	5658.43



Continuación B.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)	Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)
REF5XXXX	17/10/2017	08:00:00	6266.1	REF5XXXX	18/10/2017	19:00:00	6907
REF5XXXX	17/10/2017	09:00:00	6658.18	REF5XXXX	18/10/2017	20:00:00	7373.95
REF5XXXX	17/10/2017	10:00:00	7145.86	REF5XXXX	18/10/2017	21:00:00	6926.6
REF5XXXX	17/10/2017	11:00:00	7423.49	REF5XXXX	18/10/2017	22:00:00	6147.84
REF5XXXX	17/10/2017	12:00:00	7454.78	REF5XXXX	18/10/2017	23:00:00	5366.4
REF5XXXX	17/10/2017	13:00:00	7467.45	REF5XXXX	19/10/2017	00:00:00	4877.57
REF5XXXX	17/10/2017	14:00:00	7563.46	REF5XXXX	19/10/2017	01:00:00	4539.84
REF5XXXX	17/10/2017	15:00:00	7457.28	REF5XXXX	19/10/2017	02:00:00	4293.51
REF5XXXX	17/10/2017	16:00:00	7191.18	REF5XXXX	19/10/2017	03:00:00	4234.38
REF5XXXX	17/10/2017	17:00:00	7183.88	REF5XXXX	19/10/2017	04:00:00	4235.71
REF5XXXX	17/10/2017	18:00:00	7116.29	REF5XXXX	19/10/2017	05:00:00	4308.87
REF5XXXX	17/10/2017	19:00:00	7112.64	REF5XXXX	19/10/2017	06:00:00	4796.92
REF5XXXX	17/10/2017	20:00:00	7259.52	REF5XXXX	19/10/2017	07:00:00	5770.94
REF5XXXX	17/10/2017	21:00:00	6610.75	REF5XXXX	19/10/2017	08:00:00	6230.78
REF5XXXX	17/10/2017	22:00:00	5922.43	REF5XXXX	19/10/2017	09:00:00	6707.52
REF5XXXX	17/10/2017	23:00:00	5240.06	REF5XXXX	19/10/2017	10:00:00	7172.73
REF5XXXX	18/10/2017	00:00:00	4650.43	REF5XXXX	19/10/2017	11:00:00	7482.05
REF5XXXX	18/10/2017	01:00:00	4341.89	REF5XXXX	19/10/2017	12:00:00	7598.6
REF5XXXX	18/10/2017	02:00:00	4204.22	REF5XXXX	19/10/2017	13:00:00	7702.27
REF5XXXX	18/10/2017	03:00:00	4136.83	REF5XXXX	19/10/2017	14:00:00	7692.28
REF5XXXX	18/10/2017	04:00:00	4100.54	REF5XXXX	19/10/2017	15:00:00	7862.02
REF5XXXX	18/10/2017	05:00:00	4204.99	REF5XXXX	19/10/2017	16:00:00	7572.49
REF5XXXX	18/10/2017	06:00:00	4680.38	REF5XXXX	19/10/2017	17:00:00	7520.26
REF5XXXX	18/10/2017	07:00:00	5575.49	REF5XXXX	19/10/2017	18:00:00	7339.77
REF5XXXX	18/10/2017	08:00:00	6461.75	REF5XXXX	19/10/2017	19:00:00	7191.93
REF5XXXX	18/10/2017	09:00:00	6816.96	REF5XXXX	19/10/2017	20:00:00	7149.89
REF5XXXX	18/10/2017	10:00:00	7429.06	REF5XXXX	19/10/2017	21:00:00	6614.59
REF5XXXX	18/10/2017	11:00:00	7427.52	REF5XXXX	19/10/2017	22:00:00	5866.75
REF5XXXX	18/10/2017	12:00:00	7234.56	REF5XXXX	19/10/2017	23:00:00	5185.72
REF5XXXX	18/10/2017	13:00:00	7520.26	REF5XXXX	20/10/2017	00:00:00	4743.36
REF5XXXX	18/10/2017	14:00:00	7483.19	REF5XXXX	20/10/2017	01:00:00	4366.27
REF5XXXX	18/10/2017	15:00:00	7397.95	REF5XXXX	20/10/2017	02:00:00	4212.68
REF5XXXX	18/10/2017	16:00:00	7290.24	REF5XXXX	20/10/2017	03:00:00	4199.04
REF5XXXX	18/10/2017	17:00:00	7340.35	REF5XXXX	20/10/2017	04:00:00	4172.93
REF5XXXX	18/10/2017	18:00:00	7164.1	REF5XXXX	20/10/2017	05:00:00	4226.31



Continuación B.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)	Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)
REF5XXXX	20/10/2017	06:00:00	4706.12	REF5XXXX	23/10/2017	17:00:00	7214.01
REF5XXXX	20/10/2017	07:00:00	5655.93	REF5XXXX	23/10/2017	18:00:00	7190.98
REF5XXXX	20/10/2017	08:00:00	6534.53	REF5XXXX	23/10/2017	19:00:00	7365.12
REF5XXXX	20/10/2017	09:00:00	6716.92	REF5XXXX	23/10/2017	20:00:00	7029.7
REF5XXXX	20/10/2017	10:00:00	7263.17	REF5XXXX	23/10/2017	21:00:00	6545.86
REF5XXXX	20/10/2017	11:00:00	7478.4	REF5XXXX	23/10/2017	22:00:00	5797.63
REF5XXXX	20/10/2017	12:00:00	7517.76	REF5XXXX	23/10/2017	23:00:00	5103.94
REF5XXXX	20/10/2017	13:00:00	7569.99	REF5XXXX	24/10/2017	00:00:00	4564.99
REF5XXXX	20/10/2017	14:00:00	7482.43	REF5XXXX	24/10/2017	01:00:00	4270.66
REF5XXXX	20/10/2017	15:00:00	7426.36	REF5XXXX	24/10/2017	02:00:00	4162.95
REF5XXXX	20/10/2017	16:00:00	7025.28	REF5XXXX	24/10/2017	03:00:00	4116.67
REF5XXXX	20/10/2017	17:00:00	6980.54	REF5XXXX	24/10/2017	04:00:00	4106.11
REF5XXXX	20/10/2017	18:00:00	6892.81	REF5XXXX	24/10/2017	05:00:00	4186.36
REF5XXXX	20/10/2017	19:00:00	6997.06	REF5XXXX	24/10/2017	06:00:00	4672.7
REF5XXXX	20/10/2017	20:00:00	6792	REF5XXXX	24/10/2017	07:00:00	5695.88
REF5XXXX	20/10/2017	21:00:00	6285.89	REF5XXXX	24/10/2017	08:00:00	6505.92
REF5XXXX	20/10/2017	22:00:00	5824.7	REF5XXXX	24/10/2017	09:00:00	7038.15
REF5XXXX	20/10/2017	23:00:00	5248.32	REF5XXXX	24/10/2017	10:00:00	7294.85
REF5XXXX	23/10/2017	00:00:00	4382.78	REF5XXXX	24/10/2017	11:00:00	7438.09
REF5XXXX	23/10/2017	01:00:00	4139.71	REF5XXXX	24/10/2017	12:00:00	7357.06
REF5XXXX	23/10/2017	02:00:00	3998.4	REF5XXXX	24/10/2017	13:00:00	7504.32
REF5XXXX	23/10/2017	03:00:00	3967.29	REF5XXXX	24/10/2017	14:00:00	7657.53
REF5XXXX	23/10/2017	04:00:00	3944.64	REF5XXXX	24/10/2017	15:00:00	7531.01
REF5XXXX	23/10/2017	05:00:00	4054.46	REF5XXXX	24/10/2017	16:00:00	7145.28
REF5XXXX	23/10/2017	06:00:00	4494.33	REF5XXXX	24/10/2017	17:00:00	7438.84
REF5XXXX	23/10/2017	07:00:00	5422.27	REF5XXXX	24/10/2017	18:00:00	7145.1
REF5XXXX	23/10/2017	08:00:00	6092.73	REF5XXXX	24/10/2017	19:00:00	7127.04
REF5XXXX	23/10/2017	09:00:00	6481.15	REF5XXXX	24/10/2017	20:00:00	7062.34
REF5XXXX	23/10/2017	10:00:00	7015.49	REF5XXXX	24/10/2017	21:00:00	6549.31
REF5XXXX	23/10/2017	11:00:00	7067.14	REF5XXXX	24/10/2017	22:00:00	5929.15
REF5XXXX	23/10/2017	12:00:00	7579.2	REF5XXXX	24/10/2017	23:00:00	5143.11
REF5XXXX	23/10/2017	13:00:00	7807.49	REF5XXXX	25/10/2017	00:00:00	4652.17
REF5XXXX	23/10/2017	14:00:00	7646.79	REF5XXXX	25/10/2017	01:00:00	4320.39
REF5XXXX	23/10/2017	15:00:00	7665.6	REF5XXXX	25/10/2017	02:00:00	4206.71
REF5XXXX	23/10/2017	16:00:00	7459.39	REF5XXXX	25/10/2017	03:00:00	4113.98



Continuación B.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)	Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)
REF5XXXX	25/10/2017	04:00:00	4099.77	REF5XXXX	26/10/2017	15:00:00	7407.35
REF5XXXX	25/10/2017	05:00:00	4202.11	REF5XXXX	26/10/2017	16:00:00	7396.62
REF5XXXX	25/10/2017	06:00:00	4719.74	REF5XXXX	26/10/2017	17:00:00	7380.3
REF5XXXX	25/10/2017	07:00:00	5662.08	REF5XXXX	26/10/2017	18:00:00	7146.05
REF5XXXX	25/10/2017	08:00:00	6745.54	REF5XXXX	26/10/2017	19:00:00	7108.98
REF5XXXX	25/10/2017	09:00:00	6612.48	REF5XXXX	26/10/2017	20:00:00	7161.02
REF5XXXX	25/10/2017	10:00:00	7047.55	REF5XXXX	26/10/2017	21:00:00	6676.99
REF5XXXX	25/10/2017	11:00:00	7478.78	REF5XXXX	26/10/2017	22:00:00	6118.46
REF5XXXX	25/10/2017	12:00:00	7496.25	REF5XXXX	26/10/2017	23:00:00	5351.43
REF5XXXX	25/10/2017	13:00:00	7516.02	REF5XXXX	27/10/2017	00:00:00	4852.23
REF5XXXX	25/10/2017	14:00:00	7306.95	REF5XXXX	27/10/2017	01:00:00	4484.35
REF5XXXX	25/10/2017	15:00:00	7249.92	REF5XXXX	27/10/2017	02:00:00	4376.45
REF5XXXX	25/10/2017	16:00:00	7073.67	REF5XXXX	27/10/2017	03:00:00	4268.74
REF5XXXX	25/10/2017	17:00:00	7172.35	REF5XXXX	27/10/2017	04:00:00	4248
REF5XXXX	25/10/2017	18:00:00	7116.67	REF5XXXX	27/10/2017	05:00:00	4332.86
REF5XXXX	25/10/2017	19:00:00	7077.12	REF5XXXX	27/10/2017	06:00:00	4783.87
REF5XXXX	25/10/2017	20:00:00	7114.94	REF5XXXX	27/10/2017	07:00:00	5685.31
REF5XXXX	25/10/2017	21:00:00	6699.08	REF5XXXX	27/10/2017	08:00:00	6442.95
REF5XXXX	25/10/2017	22:00:00	6009.41	REF5XXXX	27/10/2017	09:00:00	6752.06
REF5XXXX	25/10/2017	23:00:00	5308.04	REF5XXXX	27/10/2017	10:00:00	7186.56
REF5XXXX	26/10/2017	00:00:00	4734.92	REF5XXXX	27/10/2017	11:00:00	7297.53
REF5XXXX	26/10/2017	01:00:00	4418.88	REF5XXXX	27/10/2017	12:00:00	7494.72
REF5XXXX	26/10/2017	02:00:00	4263.55	REF5XXXX	27/10/2017	13:00:00	7552.71
REF5XXXX	26/10/2017	03:00:00	4183.49	REF5XXXX	27/10/2017	14:00:00	7304.63
REF5XXXX	26/10/2017	04:00:00	4177.35	REF5XXXX	27/10/2017	15:00:00	7143.55
REF5XXXX	26/10/2017	05:00:00	4272.97	REF5XXXX	27/10/2017	16:00:00	6848.26
REF5XXXX	26/10/2017	06:00:00	4758.91	REF5XXXX	27/10/2017	17:00:00	6800.07
REF5XXXX	26/10/2017	07:00:00	5737.92	REF5XXXX	27/10/2017	18:00:00	6653.56
REF5XXXX	26/10/2017	08:00:00	6607.3	REF5XXXX	27/10/2017	19:00:00	6556.42
REF5XXXX	26/10/2017	09:00:00	6852.47	REF5XXXX	27/10/2017	20:00:00	6732.67
REF5XXXX	26/10/2017	10:00:00	7059.65	REF5XXXX	27/10/2017	21:00:00	6419.14
REF5XXXX	26/10/2017	11:00:00	7411.59	REF5XXXX	27/10/2017	22:00:00	5889.98
REF5XXXX	26/10/2017	12:00:00	7467.46	REF5XXXX	27/10/2017	23:00:00	5343.36
REF5XXXX	26/10/2017	13:00:00	7682.69	REF5XXXX	30/10/2017	00:00:00	4397.95
REF5XXXX	26/10/2017	14:00:00	7519.68	REF5XXXX	30/10/2017	01:00:00	4174.65





Continuación B.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)	Equipo	Fecha	Hora	Demanda (kW)
REF5XXXX	30/10/2017	02:00:00	4156.22	REF5XXXX	31/10/2017	1:00:00	4370.49
REF5XXXX	30/10/2017	03:00:00	4096.51	REF5XXXX	31/10/2017	2:00:00	4243.39
REF5XXXX	30/10/2017	04:00:00	4060.99	REF5XXXX	31/10/2017	3:00:00	4178.5
REF5XXXX	30/10/2017	05:00:00	4178.11	REF5XXXX	31/10/2017	4:00:00	4196.74
REF5XXXX	30/10/2017	06:00:00	4661.57	REF5XXXX	31/10/2017	5:00:00	4267.01
REF5XXXX	30/10/2017	07:00:00	5146.95	REF5XXXX	31/10/2017	6:00:00	4768.7
REF5XXXX	30/10/2017	08:00:00	6086.79	REF5XXXX	31/10/2017	7:00:00	5365.63
REF5XXXX	30/10/2017	09:00:00	6657.79	REF5XXXX	31/10/2017	8:00:00	6345.22
REF5XXXX	30/10/2017	10:00:00	7284.87	REF5XXXX	31/10/2017	9:00:00	6856.9
REF5XXXX	30/10/2017	11:00:00	7687.68	REF5XXXX	31/10/2017	10:00:00	7188.67
REF5XXXX	30/10/2017	12:00:00	7642.37	REF5XXXX	31/10/2017	11:00:00	7426.38
REF5XXXX	30/10/2017	13:00:00	8179.39	REF5XXXX	31/10/2017	12:00:00	7819.39
REF5XXXX	30/10/2017	14:00:00	7800.19	REF5XXXX	31/10/2017	13:00:00	8017.73
REF5XXXX	30/10/2017	15:00:00	7764.48	REF5XXXX	31/10/2017	14:00:00	7989.7
REF5XXXX	30/10/2017	16:00:00	7844.35	REF5XXXX	31/10/2017	15:00:00	7854.72
REF5XXXX	30/10/2017	17:00:00	7956.67	REF5XXXX	31/10/2017	16:00:00	7548.68
REF5XXXX	30/10/2017	18:00:00	7987	REF5XXXX	31/10/2017	17:00:00	7653.7
REF5XXXX	30/10/2017	19:00:00	7762.37	REF5XXXX	31/10/2017	18:00:00	7660.99
REF5XXXX	30/10/2017	20:00:00	7165.44	REF5XXXX	31/10/2017	19:00:00	7836.67
REF5XXXX	30/10/2017	21:00:00	6522.43	REF5XXXX	31/10/2017	20:00:00	7042.17
REF5XXXX	30/10/2017	22:00:00	5817.03	REF5XXXX	31/10/2017	21:00:00	6609.59
REF5XXXX	30/10/2017	23:00:00	5116.03	REF5XXXX	31/10/2017	22:00:00	5979.07
REF5XXXX	31/10/2017	00:00:00	4658.12	REF5XXXX	31/10/2017	23:00:00	5256



## APÉNDICE C. Valores de Demanda del circuito de prueba sin el efecto de la Generación Distribuida

En la **Tabla C.1**, se muestran los valores de demanda para las primeras 3 semanas del mes de octubre de 2017, en la cual se está considerando el efecto de la generación distribuida en la demanda del circuito, aplicando el factor de contribución con base a la metodología descrita en el capítulo 4.

**Tabla C.1** Valores de demanda del circuito REF5XXXX sin el efecto de la GD

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	02/10/2017	00:00:00	4522.94	589	0.0000	4522.94
REF5XXXX	02/10/2017	01:00:00	4290.63	589	0.0000	4290.63
REF5XXXX	02/10/2017	02:00:00	4169.67	589	0.0000	4169.67
REF5XXXX	02/10/2017	03:00:00	4107.85	589	0.0000	4107.85
REF5XXXX	02/10/2017	04:00:00	4087.11	589	0.0000	4087.11
REF5XXXX	02/10/2017	05:00:00	4147.2	589	0.0000	4147.20
REF5XXXX	02/10/2017	06:00:00	4584.77	589	0.0000	4584.77
REF5XXXX	02/10/2017	07:00:00	5469.89	589	0.0000	5469.89
REF5XXXX	02/10/2017	08:00:00	6220.22	589	0.0000	6220.22
REF5XXXX	02/10/2017	09:00:00	6813.9	589	0.3090	6995.91
REF5XXXX	02/10/2017	10:00:00	7385.47	589	0.5878	7731.68
REF5XXXX	02/10/2017	11:00:00	7482.25	589	0.8090	7958.76
REF5XXXX	02/10/2017	12:00:00	7696.32	589	0.9511	8256.49
REF5XXXX	02/10/2017	13:00:00	7950.72	589	1.0000	8539.72
REF5XXXX	02/10/2017	14:00:00	7832.64	589	0.9511	8392.81
REF5XXXX	02/10/2017	15:00:00	7612.81	589	0.8090	8089.32
REF5XXXX	02/10/2017	16:00:00	7236.29	589	0.5878	7582.50
REF5XXXX	02/10/2017	17:00:00	7302.91	589	0.3090	7484.92
REF5XXXX	02/10/2017	18:00:00	7208.06	589	0.0000	7208.06
REF5XXXX	02/10/2017	19:00:00	7219	589	0.0000	7219.00
REF5XXXX	02/10/2017	20:00:00	7158.33	589	0.0000	7158.33
REF5XXXX	02/10/2017	21:00:00	6593.86	589	0.0000	6593.86
REF5XXXX	02/10/2017	22:00:00	5890.36	589	0.0000	5890.36
REF5XXXX	02/10/2017	23:00:00	5243.52	589	0.0000	5243.52
REF5XXXX	03/10/2017	00:00:00	4669.45	589	0.0000	4669.45
REF5XXXX	03/10/2017	01:00:00	4411.77	589	0.0000	4411.77



Continuación C.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	03/10/2017	2:00:00	4305.41	589	0	4305.41
REF5XXXX	03/10/2017	3:00:00	4225.72	589	0	4225.72
REF5XXXX	03/10/2017	4:00:00	4215.75	589	0	4215.75
REF5XXXX	03/10/2017	5:00:00	4274.5	589	0	4274.5
REF5XXXX	03/10/2017	6:00:00	4690.76	589	0	4690.76
REF5XXXX	03/10/2017	7:00:00	5603.91	589	0	5603.91
REF5XXXX	03/10/2017	8:00:00	6448.13	589	0	6448.13
REF5XXXX	03/10/2017	9:00:00	7002.82	589	0.309	7184.83
REF5XXXX	03/10/2017	10:00:00	7243.58	589	0.5878	7589.79
REF5XXXX	03/10/2017	11:00:00	7329.22	589	0.809	7805.73
REF5XXXX	03/10/2017	12:00:00	7430.21	589	0.9511	7990.38
REF5XXXX	03/10/2017	13:00:00	7539.45	589	1	8128.45
REF5XXXX	03/10/2017	14:00:00	7631.23	589	0.9511	8191.4
REF5XXXX	03/10/2017	15:00:00	7707.07	589	0.809	8183.58
REF5XXXX	03/10/2017	16:00:00	7829.95	589	0.5878	8176.16
REF5XXXX	03/10/2017	17:00:00	7537.53	589	0.309	7719.54
REF5XXXX	03/10/2017	18:00:00	7306.37	589	0	7306.37
REF5XXXX	03/10/2017	19:00:00	7139.71	589	0	7139.71
REF5XXXX	03/10/2017	20:00:00	7067.14	589	0	7067.14
REF5XXXX	03/10/2017	21:00:00	6628.99	589	0	6628.99
REF5XXXX	03/10/2017	22:00:00	5978.3	589	0	5978.3
REF5XXXX	03/10/2017	23:00:00	5211.83	589	0	5211.83
REF5XXXX	04/10/2017	0:00:00	4715.9	589	0	4715.9
REF5XXXX	04/10/2017	1:00:00	4403.9	589	0	4403.9
REF5XXXX	04/10/2017	2:00:00	4248.2	589	0	4248.2
REF5XXXX	04/10/2017	3:00:00	4217.86	589	0	4217.86
REF5XXXX	04/10/2017	4:00:00	4161.02	589	0	4161.02
REF5XXXX	04/10/2017	5:00:00	4221.12	589	0	4221.12
REF5XXXX	04/10/2017	6:00:00	4688.84	589	0	4688.84
REF5XXXX	04/10/2017	7:00:00	5622.53	589	0	5622.53
REF5XXXX	04/10/2017	8:00:00	6569.28	589	0	6569.28
REF5XXXX	04/10/2017	9:00:00	6817.34	589	0.309	6999.35
REF5XXXX	04/10/2017	10:00:00	7441.73	589	0.5878	7787.94
REF5XXXX	04/10/2017	11:00:00	7607.23	589	0.809	8083.74



Continuación C.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	04/10/2017	12:00:00	7862.78	589	0.9511	8422.95
REF5XXXX	04/10/2017	13:00:00	7870.65	589	1	8459.65
REF5XXXX	04/10/2017	14:00:00	7852.61	589	0.9511	8412.78
REF5XXXX	04/10/2017	15:00:00	7423.29	589	0.809	7899.8
REF5XXXX	04/10/2017	16:00:00	7487.61	589	0.5878	7833.82
REF5XXXX	04/10/2017	17:00:00	7386.62	589	0.309	7568.63
REF5XXXX	04/10/2017	18:00:00	7286.98	589	0	7286.98
REF5XXXX	04/10/2017	19:00:00	7078.66	589	0	7078.66
REF5XXXX	04/10/2017	20:00:00	7104.58	589	0	7104.58
REF5XXXX	04/10/2017	21:00:00	6566.21	589	0	6566.21
REF5XXXX	04/10/2017	22:00:00	5885.76	589	0	5885.76
REF5XXXX	04/10/2017	23:00:00	5206.47	589	0	5206.47
REF5XXXX	05/10/2017	0:00:00	4755.07	589	0	4755.07
REF5XXXX	05/10/2017	1:00:00	4455.17	589	0	4455.17
REF5XXXX	05/10/2017	2:00:00	4294.65	589	0	4294.65
REF5XXXX	05/10/2017	3:00:00	4224	589	0	4224
REF5XXXX	05/10/2017	4:00:00	4178.88	589	0	4178.88
REF5XXXX	05/10/2017	5:00:00	4238.59	589	0	4238.59
REF5XXXX	05/10/2017	6:00:00	4724.74	589	0	4724.74
REF5XXXX	05/10/2017	7:00:00	5613.88	589	0	5613.88
REF5XXXX	05/10/2017	8:00:00	6550.27	589	0	6550.27
REF5XXXX	05/10/2017	9:00:00	6648.38	589	0.309	6830.39
REF5XXXX	05/10/2017	10:00:00	7193.67	589	0.5878	7539.88
REF5XXXX	05/10/2017	11:00:00	7456.32	589	0.809	7932.83
REF5XXXX	05/10/2017	12:00:00	7248.96	589	0.9511	7809.13
REF5XXXX	05/10/2017	13:00:00	7570.75	589	1	8159.75
REF5XXXX	05/10/2017	14:00:00	7606.27	589	0.9511	8166.44
REF5XXXX	05/10/2017	15:00:00	7631.62	589	0.809	8108.13
REF5XXXX	05/10/2017	16:00:00	7299.26	589	0.5878	7645.47
REF5XXXX	05/10/2017	17:00:00	7155.65	589	0.309	7337.66
REF5XXXX	05/10/2017	18:00:00	7152.19	589	0	7152.19
REF5XXXX	05/10/2017	19:00:00	7001.85	589	0	7001.85
REF5XXXX	05/10/2017	20:00:00	7156.41	589	0	7156.41
REF5XXXX	05/10/2017	21:00:00	6499.97	589	0	6499.97



Continuación C.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	05/10/2017	22:00:00	5894.59	589	0	5894.59
REF5XXXX	05/10/2017	23:00:00	5202.82	589	0	5202.82
REF5XXXX	06/10/2017	0:00:00	4766.78	589	0	4766.78
REF5XXXX	06/10/2017	1:00:00	4444.61	589	0	4444.61
REF5XXXX	06/10/2017	2:00:00	4304.83	589	0	4304.83
REF5XXXX	06/10/2017	3:00:00	4213.25	589	0	4213.25
REF5XXXX	06/10/2017	4:00:00	4158.15	589	0	4158.15
REF5XXXX	06/10/2017	5:00:00	4239.37	589	0	4239.37
REF5XXXX	06/10/2017	6:00:00	4757.77	589	0	4757.77
REF5XXXX	06/10/2017	7:00:00	5549.95	589	0	5549.95
REF5XXXX	06/10/2017	8:00:00	6391.49	589	0	6391.49
REF5XXXX	06/10/2017	9:00:00	6732.67	589	0.309	6914.68
REF5XXXX	06/10/2017	10:00:00	6995.71	589	0.5878	7341.92
REF5XXXX	06/10/2017	11:00:00	7241.48	589	0.809	7717.99
REF5XXXX	06/10/2017	12:00:00	7467.08	589	0.9511	8027.25
REF5XXXX	06/10/2017	13:00:00	7354.94	589	1	7943.94
REF5XXXX	06/10/2017	14:00:00	7267.77	589	0.9511	7827.94
REF5XXXX	06/10/2017	15:00:00	7080.19	589	0.809	7556.7
REF5XXXX	06/10/2017	16:00:00	6837.89	589	0.5878	7184.1
REF5XXXX	06/10/2017	17:00:00	6762.24	589	0.309	6944.25
REF5XXXX	06/10/2017	18:00:00	6501.9	589	0	6501.9
REF5XXXX	06/10/2017	19:00:00	6367.68	589	0	6367.68
REF5XXXX	06/10/2017	20:00:00	6588.1	589	0	6588.1
REF5XXXX	06/10/2017	21:00:00	6199.1	589	0	6199.1
REF5XXXX	06/10/2017	22:00:00	5666.5	589	0	5666.5
REF5XXXX	06/10/2017	23:00:00	5097.79	589	0	5097.79
REF5XXXX	09/10/2017	0:00:00	4464.19	589	0	4464.19
REF5XXXX	09/10/2017	1:00:00	4230.52	589	0	4230.52
REF5XXXX	09/10/2017	2:00:00	4098.24	589	0	4098.24
REF5XXXX	09/10/2017	3:00:00	4025.47	589	0	4025.47
REF5XXXX	09/10/2017	4:00:00	4022.4	589	0	4022.4
REF5XXXX	09/10/2017	5:00:00	4099.97	589	0	4099.97
REF5XXXX	09/10/2017	6:00:00	4522.18	589	0	4522.18
REF5XXXX	09/10/2017	7:00:00	5423.81	589	0	5423.81



Continuación C.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	09/10/2017	8:00:00	6123.84	589	0	6123.84
REF5XXXX	09/10/2017	9:00:00	6675.45	589	0.309	6857.46
REF5XXXX	09/10/2017	10:00:00	7139.14	589	0.5878	7485.35
REF5XXXX	09/10/2017	11:00:00	7565.76	589	0.809	8042.27
REF5XXXX	09/10/2017	12:00:00	7616.83	589	0.9511	8177
REF5XXXX	09/10/2017	13:00:00	7843.39	589	1	8432.39
REF5XXXX	09/10/2017	14:00:00	7688.83	589	0.9511	8249
REF5XXXX	09/10/2017	15:00:00	7785.98	589	0.809	8262.49
REF5XXXX	09/10/2017	16:00:00	7790.2	589	0.5878	8136.41
REF5XXXX	09/10/2017	17:00:00	7551.94	589	0.309	7733.95
REF5XXXX	09/10/2017	18:00:00	7319.23	589	0	7319.23
REF5XXXX	09/10/2017	19:00:00	7001.28	589	0	7001.28
REF5XXXX	09/10/2017	20:00:00	6942.53	589	0	6942.53
REF5XXXX	09/10/2017	21:00:00	6527.24	589	0	6527.24
REF5XXXX	09/10/2017	22:00:00	5804.16	589	0	5804.16
REF5XXXX	09/10/2017	23:00:00	5108.93	589	0	5108.93
REF5XXXX	10/10/2017	0:00:00	4617.6	589	0	4617.6
REF5XXXX	10/10/2017	1:00:00	4321.54	589	0	4321.54
REF5XXXX	10/10/2017	2:00:00	4183.87	589	0	4183.87
REF5XXXX	10/10/2017	3:00:00	4106.88	589	0	4106.88
REF5XXXX	10/10/2017	4:00:00	4101.12	589	0	4101.12
REF5XXXX	10/10/2017	5:00:00	4180.99	589	0	4180.99
REF5XXXX	10/10/2017	6:00:00	4691.33	589	0	4691.33
REF5XXXX	10/10/2017	7:00:00	5539.58	589	0	5539.58
REF5XXXX	10/10/2017	8:00:00	6404.35	589	0	6404.35
REF5XXXX	10/10/2017	9:00:00	6629	589	0.309	6811.01
REF5XXXX	10/10/2017	10:00:00	6976.12	589	0.5878	7322.33
REF5XXXX	10/10/2017	11:00:00	7426.75	589	0.809	7903.26
REF5XXXX	10/10/2017	12:00:00	7665.79	589	0.9511	8225.96
REF5XXXX	10/10/2017	13:00:00	7899.65	589	1	8488.65
REF5XXXX	10/10/2017	14:00:00	7838.4	589	0.9511	8398.57
REF5XXXX	10/10/2017	15:00:00	7558.65	589	0.809	8035.16
REF5XXXX	10/10/2017	16:00:00	7369.54	589	0.5878	7715.75
REF5XXXX	10/10/2017	17:00:00	7405.25	589	0.309	7587.26



Continuación C.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	10/10/2017	18:00:00	7365.89	589	0	7365.89
REF5XXXX	10/10/2017	19:00:00	7174.66	589	0	7174.66
REF5XXXX	10/10/2017	20:00:00	7082.11	589	0	7082.11
REF5XXXX	10/10/2017	21:00:00	6497.86	589	0	6497.86
REF5XXXX	10/10/2017	22:00:00	5907.26	589	0	5907.26
REF5XXXX	10/10/2017	23:00:00	5200.51	589	0	5200.51
REF5XXXX	11/10/2017	0:00:00	4618.75	589	0	4618.75
REF5XXXX	11/10/2017	1:00:00	4382.6	589	0	4382.6
REF5XXXX	11/10/2017	2:00:00	4199.42	589	0	4199.42
REF5XXXX	11/10/2017	3:00:00	4160.84	589	0	4160.84
REF5XXXX	11/10/2017	4:00:00	4117.06	589	0	4117.06
REF5XXXX	11/10/2017	5:00:00	4223.04	589	0	4223.04
REF5XXXX	11/10/2017	6:00:00	4636.04	589	0	4636.04
REF5XXXX	11/10/2017	7:00:00	5603.71	589	0	5603.71
REF5XXXX	11/10/2017	8:00:00	6260.74	589	0	6260.74
REF5XXXX	11/10/2017	9:00:00	6641.66	589	0.309	6823.67
REF5XXXX	11/10/2017	10:00:00	7361.66	589	0.5878	7707.87
REF5XXXX	11/10/2017	11:00:00	7405.25	589	0.809	7881.76
REF5XXXX	11/10/2017	12:00:00	7430.98	589	0.9511	7991.15
REF5XXXX	11/10/2017	13:00:00	7379.91	589	1	7968.91
REF5XXXX	11/10/2017	14:00:00	7657.35	589	0.9511	8217.52
REF5XXXX	11/10/2017	15:00:00	7518.33	589	0.809	7994.84
REF5XXXX	11/10/2017	16:00:00	7265.28	589	0.5878	7611.49
REF5XXXX	11/10/2017	17:00:00	7265.09	589	0.309	7447.1
REF5XXXX	11/10/2017	18:00:00	6991.49	589	0	6991.49
REF5XXXX	11/10/2017	19:00:00	6981.7	589	0	6981.7
REF5XXXX	11/10/2017	20:00:00	7059.26	589	0	7059.26
REF5XXXX	11/10/2017	21:00:00	6517.63	589	0	6517.63
REF5XXXX	11/10/2017	22:00:00	5881.54	589	0	5881.54
REF5XXXX	11/10/2017	23:00:00	5214.73	589	0	5214.73
REF5XXXX	12/10/2017	0:00:00	4710.72	589	0	4710.72
REF5XXXX	12/10/2017	1:00:00	4361.08	589	0	4361.08
REF5XXXX	12/10/2017	2:00:00	4257.02	589	0	4257.02
REF5XXXX	12/10/2017	3:00:00	4211.34	589	0	4211.34



Continuación C.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	12/10/2017	4:00:00	4118.21	589	0	4118.21
REF5XXXX	12/10/2017	5:00:00	4215.56	589	0	4215.56
REF5XXXX	12/10/2017	6:00:00	4733.95	589	0	4733.95
REF5XXXX	12/10/2017	7:00:00	5573.57	589	0	5573.57
REF5XXXX	12/10/2017	8:00:00	6433.73	589	0	6433.73
REF5XXXX	12/10/2017	9:00:00	6862.85	589	0.309	7044.86
REF5XXXX	12/10/2017	10:00:00	7330.18	589	0.5878	7676.39
REF5XXXX	12/10/2017	11:00:00	7678.46	589	0.809	8154.97
REF5XXXX	12/10/2017	12:00:00	7678.85	589	0.9511	8239.02
REF5XXXX	12/10/2017	13:00:00	7876.99	589	1	8465.99
REF5XXXX	12/10/2017	14:00:00	7654.08	589	0.9511	8214.25
REF5XXXX	12/10/2017	15:00:00	7387.58	589	0.809	7864.09
REF5XXXX	12/10/2017	16:00:00	7348.6	589	0.5878	7694.81
REF5XXXX	12/10/2017	17:00:00	7317.89	589	0.309	7499.9
REF5XXXX	12/10/2017	18:00:00	7350.91	589	0	7350.91
REF5XXXX	12/10/2017	19:00:00	7188.86	589	0	7188.86
REF5XXXX	12/10/2017	20:00:00	7021.64	589	0	7021.64
REF5XXXX	12/10/2017	21:00:00	6420.48	589	0	6420.48
REF5XXXX	12/10/2017	22:00:00	5864.65	589	0	5864.65
REF5XXXX	12/10/2017	23:00:00	5188.03	589	0	5188.03
REF5XXXX	13/10/2017	0:00:00	4726.08	589	0	4726.08
REF5XXXX	13/10/2017	1:00:00	4401.02	589	0	4401.02
REF5XXXX	13/10/2017	2:00:00	4259.14	589	0	4259.14
REF5XXXX	13/10/2017	3:00:00	4211.14	589	0	4211.14
REF5XXXX	13/10/2017	4:00:00	4233.99	589	0	4233.99
REF5XXXX	13/10/2017	5:00:00	4243.77	589	0	4243.77
REF5XXXX	13/10/2017	6:00:00	4740.48	589	0	4740.48
REF5XXXX	13/10/2017	7:00:00	5565.7	589	0	5565.7
REF5XXXX	13/10/2017	8:00:00	6332.93	589	0	6332.93
REF5XXXX	13/10/2017	9:00:00	6554.12	589	0.309	6736.13
REF5XXXX	13/10/2017	10:00:00	6805.25	589	0.5878	7151.46
REF5XXXX	13/10/2017	11:00:00	7180.61	589	0.809	7657.12
REF5XXXX	13/10/2017	12:00:00	7213.82	589	0.9511	7773.99
REF5XXXX	13/10/2017	13:00:00	7568.64	589	1	8157.64





Continuación C.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	13/10/2017	14:00:00	7264.9	589	0.9511	7825.07
REF5XXXX	13/10/2017	15:00:00	7009.73	589	0.809	7486.24
REF5XXXX	13/10/2017	16:00:00	6875.91	589	0.5878	7222.12
REF5XXXX	13/10/2017	17:00:00	6843.07	589	0.309	7025.08
REF5XXXX	13/10/2017	18:00:00	6506.68	589	0	6506.68
REF5XXXX	13/10/2017	19:00:00	6312.19	589	0	6312.19
REF5XXXX	13/10/2017	20:00:00	6542.98	589	0	6542.98
REF5XXXX	13/10/2017	21:00:00	6168.19	589	0	6168.19
REF5XXXX	13/10/2017	22:00:00	5679.36	589	0	5679.36
REF5XXXX	13/10/2017	23:00:00	5229.89	589	0	5229.89
REF5XXXX	16/10/2017	0:00:00	4458.63	589	0	4458.63
REF5XXXX	16/10/2017	1:00:00	4173.31	589	0	4173.31
REF5XXXX	16/10/2017	2:00:00	4055.42	589	0	4055.42
REF5XXXX	16/10/2017	3:00:00	4029.31	589	0	4029.31
REF5XXXX	16/10/2017	4:00:00	4005.5	589	0	4005.5
REF5XXXX	16/10/2017	5:00:00	4112.44	589	0	4112.44
REF5XXXX	16/10/2017	6:00:00	4543.87	589	0	4543.87
REF5XXXX	16/10/2017	7:00:00	5388.67	589	0	5388.67
REF5XXXX	16/10/2017	8:00:00	6334.47	589	0	6334.47
REF5XXXX	16/10/2017	9:00:00	6572.35	589	0.309	6754.36
REF5XXXX	16/10/2017	10:00:00	7029.32	589	0.5878	7375.53
REF5XXXX	16/10/2017	11:00:00	7481.29	589	0.809	7957.8
REF5XXXX	16/10/2017	12:00:00	7746.24	589	0.9511	8306.41
REF5XXXX	16/10/2017	13:00:00	7599.17	589	1	8188.17
REF5XXXX	16/10/2017	14:00:00	7415.22	589	0.9511	7975.39
REF5XXXX	16/10/2017	15:00:00	7468.42	589	0.809	7944.93
REF5XXXX	16/10/2017	16:00:00	7448.07	589	0.5878	7794.28
REF5XXXX	16/10/2017	17:00:00	7313.47	589	0.309	7495.48
REF5XXXX	16/10/2017	18:00:00	7209.4	589	0	7209.4
REF5XXXX	16/10/2017	19:00:00	7083.84	589	0	7083.84
REF5XXXX	16/10/2017	20:00:00	6994.75	589	0	6994.75
REF5XXXX	16/10/2017	21:00:00	6495.94	589	0	6495.94
REF5XXXX	16/10/2017	22:00:00	5840.06	589	0	5840.06
REF5XXXX	16/10/2017	23:00:00	5061.7	589	0	5061.7



Continuación C.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	17/10/2017	0:00:00	4587.84	589	0	4587.84
REF5XXXX	17/10/2017	1:00:00	4309.06	589	0	4309.06
REF5XXXX	17/10/2017	2:00:00	4169.28	589	0	4169.28
REF5XXXX	17/10/2017	3:00:00	4118.59	589	0	4118.59
REF5XXXX	17/10/2017	4:00:00	4079.23	589	0	4079.23
REF5XXXX	17/10/2017	5:00:00	4224.38	589	0	4224.38
REF5XXXX	17/10/2017	6:00:00	4673.85	589	0	4673.85
REF5XXXX	17/10/2017	7:00:00	5658.43	589	0	5658.43
REF5XXXX	17/10/2017	8:00:00	6266.1	589	0	6266.1
REF5XXXX	17/10/2017	9:00:00	6658.18	589	0.309	6840.19
REF5XXXX	17/10/2017	10:00:00	7145.86	589	0.5878	7492.07
REF5XXXX	17/10/2017	11:00:00	7423.49	589	0.809	7900
REF5XXXX	17/10/2017	12:00:00	7454.78	589	0.9511	8014.95
REF5XXXX	17/10/2017	13:00:00	7467.45	589	1	8056.45
REF5XXXX	17/10/2017	14:00:00	7563.46	589	0.9511	8123.63
REF5XXXX	17/10/2017	15:00:00	7457.28	589	0.809	7933.79
REF5XXXX	17/10/2017	16:00:00	7191.18	589	0.5878	7537.39
REF5XXXX	17/10/2017	17:00:00	7183.88	589	0.309	7365.89
REF5XXXX	17/10/2017	18:00:00	7116.29	589	0	7116.29
REF5XXXX	17/10/2017	19:00:00	7112.64	589	0	7112.64
REF5XXXX	17/10/2017	20:00:00	7259.52	589	0	7259.52
REF5XXXX	17/10/2017	21:00:00	6610.75	589	0	6610.75
REF5XXXX	17/10/2017	22:00:00	5922.43	589	0	5922.43
REF5XXXX	17/10/2017	23:00:00	5240.06	589	0	5240.06
REF5XXXX	18/10/2017	0:00:00	4650.43	589	0	4650.43
REF5XXXX	18/10/2017	1:00:00	4341.89	589	0	4341.89
REF5XXXX	18/10/2017	2:00:00	4204.22	589	0	4204.22
REF5XXXX	18/10/2017	3:00:00	4136.83	589	0	4136.83
REF5XXXX	18/10/2017	4:00:00	4100.54	589	0	4100.54
REF5XXXX	18/10/2017	5:00:00	4204.99	589	0	4204.99
REF5XXXX	18/10/2017	6:00:00	4680.38	589	0	4680.38
REF5XXXX	18/10/2017	7:00:00	5575.49	589	0	5575.49
REF5XXXX	18/10/2017	8:00:00	6461.75	589	0	6461.75
REF5XXXX	18/10/2017	9:00:00	6816.96	589	0.309	6998.97



Continuación C.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	18/10/2017	10:00:00	7429.06	589	0.5878	7775.27
REF5XXXX	18/10/2017	11:00:00	7427.52	589	0.809	7904.03
REF5XXXX	18/10/2017	12:00:00	7234.56	589	0.9511	7794.73
REF5XXXX	18/10/2017	13:00:00	7520.26	589	1	8109.26
REF5XXXX	18/10/2017	14:00:00	7483.19	589	0.9511	8043.36
REF5XXXX	18/10/2017	15:00:00	7397.95	589	0.809	7874.46
REF5XXXX	18/10/2017	16:00:00	7290.24	589	0.5878	7636.45
REF5XXXX	18/10/2017	17:00:00	7340.35	589	0.309	7522.36
REF5XXXX	18/10/2017	18:00:00	7164.1	589	0	7164.1
REF5XXXX	18/10/2017	19:00:00	6907	589	0	6907
REF5XXXX	18/10/2017	20:00:00	7373.95	589	0	7373.95
REF5XXXX	18/10/2017	21:00:00	6926.6	589	0	6926.6
REF5XXXX	18/10/2017	22:00:00	6147.84	589	0	6147.84
REF5XXXX	18/10/2017	23:00:00	5366.4	589	0	5366.4
REF5XXXX	19/10/2017	0:00:00	4877.57	589	0	4877.57
REF5XXXX	19/10/2017	1:00:00	4539.84	589	0	4539.84
REF5XXXX	19/10/2017	2:00:00	4293.51	589	0	4293.51
REF5XXXX	19/10/2017	3:00:00	4234.38	589	0	4234.38
REF5XXXX	19/10/2017	4:00:00	4235.71	589	0	4235.71
REF5XXXX	19/10/2017	5:00:00	4308.87	589	0	4308.87
REF5XXXX	19/10/2017	6:00:00	4796.92	589	0	4796.92
REF5XXXX	19/10/2017	7:00:00	5770.94	589	0	5770.94
REF5XXXX	19/10/2017	8:00:00	6230.78	589	0	6230.78
REF5XXXX	19/10/2017	9:00:00	6707.52	589	0.309	6889.53
REF5XXXX	19/10/2017	10:00:00	7172.73	589	0.5878	7518.94
REF5XXXX	19/10/2017	11:00:00	7482.05	589	0.809	7958.56
REF5XXXX	19/10/2017	12:00:00	7598.6	589	0.9511	8158.77
REF5XXXX	19/10/2017	13:00:00	7702.27	589	1	8291.27
REF5XXXX	19/10/2017	14:00:00	7692.28	589	0.9511	8252.45
REF5XXXX	19/10/2017	15:00:00	7862.02	589	0.809	8338.53
REF5XXXX	19/10/2017	16:00:00	7572.49	589	0.5878	7918.7
REF5XXXX	19/10/2017	17:00:00	7520.26	589	0.309	7702.27
REF5XXXX	19/10/2017	18:00:00	7339.77	589	0	7339.77
REF5XXXX	19/10/2017	19:00:00	7191.93	589	0	7191.93



Continuación C.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	19/10/2017	20:00:00	7149.89	589	0	7149.89
REF5XXXX	19/10/2017	21:00:00	6614.59	589	0	6614.59
REF5XXXX	19/10/2017	22:00:00	5866.75	589	0	5866.75
REF5XXXX	19/10/2017	23:00:00	5185.72	589	0	5185.72
REF5XXXX	20/10/2017	0:00:00	4743.36	589	0	4743.36
REF5XXXX	20/10/2017	1:00:00	4366.27	589	0	4366.27
REF5XXXX	20/10/2017	2:00:00	4212.68	589	0	4212.68
REF5XXXX	20/10/2017	3:00:00	4199.04	589	0	4199.04
REF5XXXX	20/10/2017	4:00:00	4172.93	589	0	4172.93
REF5XXXX	20/10/2017	5:00:00	4226.31	589	0	4226.31
REF5XXXX	20/10/2017	6:00:00	4706.12	589	0	4706.12
REF5XXXX	20/10/2017	7:00:00	5655.93	589	0	5655.93
REF5XXXX	20/10/2017	8:00:00	6534.53	589	0	6534.53
REF5XXXX	20/10/2017	9:00:00	6716.92	589	0.309	6898.93
REF5XXXX	20/10/2017	10:00:00	7263.17	589	0.5878	7609.38
REF5XXXX	20/10/2017	11:00:00	7478.4	589	0.809	7954.91
REF5XXXX	20/10/2017	12:00:00	7517.76	589	0.9511	8077.93
REF5XXXX	20/10/2017	13:00:00	7569.99	589	1	8158.99
REF5XXXX	20/10/2017	14:00:00	7482.43	589	0.9511	8042.6
REF5XXXX	20/10/2017	15:00:00	7426.36	589	0.809	7902.87
REF5XXXX	20/10/2017	16:00:00	7025.28	589	0.5878	7371.49
REF5XXXX	20/10/2017	17:00:00	6980.54	589	0.309	7162.55
REF5XXXX	20/10/2017	18:00:00	6892.81	589	0	6892.81
REF5XXXX	20/10/2017	19:00:00	6997.06	589	0	6997.06
REF5XXXX	20/10/2017	20:00:00	6792	589	0	6792
REF5XXXX	20/10/2017	21:00:00	6285.89	589	0	6285.89
REF5XXXX	20/10/2017	22:00:00	5824.7	589	0	5824.7
REF5XXXX	20/10/2017	23:00:00	5248.32	589	0	5248.32
REF5XXXX	23/10/2017	0:00:00	4382.78	589	0	4382.78
REF5XXXX	23/10/2017	1:00:00	4139.71	589	0	4139.71
REF5XXXX	23/10/2017	2:00:00	3998.4	589	0	3998.4
REF5XXXX	23/10/2017	3:00:00	3967.29	589	0	3967.29
REF5XXXX	23/10/2017	4:00:00	3944.64	589	0	3944.64
REF5XXXX	23/10/2017	5:00:00	4054.46	589	0	4054.46



Continuación C.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	23/10/2017	6:00:00	4494.33	589	0	4494.33
REF5XXXX	23/10/2017	7:00:00	5422.27	589	0	5422.27
REF5XXXX	23/10/2017	8:00:00	6092.73	589	0	6092.73
REF5XXXX	23/10/2017	9:00:00	6481.15	589	0.309	6663.16
REF5XXXX	23/10/2017	10:00:00	7015.49	589	0.5878	7361.7
REF5XXXX	23/10/2017	11:00:00	7067.14	589	0.809	7543.65
REF5XXXX	23/10/2017	12:00:00	7579.2	589	0.9511	8139.37
REF5XXXX	23/10/2017	13:00:00	7807.49	589	1	8396.49
REF5XXXX	23/10/2017	14:00:00	7646.79	589	0.9511	8206.96
REF5XXXX	23/10/2017	15:00:00	7665.6	589	0.809	8142.11
REF5XXXX	23/10/2017	16:00:00	7459.39	589	0.5878	7805.6
REF5XXXX	23/10/2017	17:00:00	7214.01	589	0.309	7396.02
REF5XXXX	23/10/2017	18:00:00	7190.98	589	0	7190.98
REF5XXXX	23/10/2017	19:00:00	7365.12	589	0	7365.12
REF5XXXX	23/10/2017	20:00:00	7029.7	589	0	7029.7
REF5XXXX	23/10/2017	21:00:00	6545.86	589	0	6545.86
REF5XXXX	23/10/2017	22:00:00	5797.63	589	0	5797.63
REF5XXXX	23/10/2017	23:00:00	5103.94	589	0	5103.94
REF5XXXX	24/10/2017	0:00:00	4564.99	589	0	4564.99
REF5XXXX	24/10/2017	1:00:00	4270.66	589	0	4270.66
REF5XXXX	24/10/2017	2:00:00	4162.95	589	0	4162.95
REF5XXXX	24/10/2017	3:00:00	4116.67	589	0	4116.67
REF5XXXX	24/10/2017	4:00:00	4106.11	589	0	4106.11
REF5XXXX	24/10/2017	5:00:00	4186.36	589	0	4186.36
REF5XXXX	24/10/2017	6:00:00	4672.7	589	0	4672.7
REF5XXXX	24/10/2017	7:00:00	5695.88	589	0	5695.88
REF5XXXX	24/10/2017	8:00:00	6505.92	589	0	6505.92
REF5XXXX	24/10/2017	9:00:00	7038.15	589	0.309	7220.16
REF5XXXX	24/10/2017	10:00:00	7294.85	589	0.5878	7641.06
REF5XXXX	24/10/2017	11:00:00	7438.09	589	0.809	7914.6
REF5XXXX	24/10/2017	12:00:00	7357.06	589	0.9511	7917.23
REF5XXXX	24/10/2017	13:00:00	7504.32	589	1	8093.32
REF5XXXX	24/10/2017	14:00:00	7657.53	589	0.9511	8217.7
REF5XXXX	24/10/2017	15:00:00	7531.01	589	0.809	8007.52



Continuación C.1

Equipo	Fecha	Hora	Demanda del SIMOCE con GD (kW)	Capacidad de Generación Instalada (kW)	Factor de contribución de la GD	Demanda sin GD (kW)
REF5XXXX	24/10/2017	16:00:00	7145.28	589	0.5878	7491.49
REF5XXXX	24/10/2017	17:00:00	7438.84	589	0.309	7620.85
REF5XXXX	24/10/2017	18:00:00	7145.1	589	0	7145.1
REF5XXXX	24/10/2017	19:00:00	7127.04	589	0	7127.04
REF5XXXX	24/10/2017	20:00:00	7062.34	589	0	7062.34
REF5XXXX	24/10/2017	21:00:00	6549.31	589	0	6549.31
REF5XXXX	24/10/2017	22:00:00	5929.15	589	0	5929.15
REF5XXXX	24/10/2017	23:00:00	5143.11	589	0	5143.11



## APÉNDICE D. Resumen del Modelo de Descomposición Multiplicativo

En la **Tabla D.1** se muestran los valores de estacionalidad, pronóstico y error obtenidos a través de Minitab® 18.1 para el modelo de Descomposición Multiplicativo para las primeras 3 semanas, y en donde el valor de la demanda no considera el efecto de la GD.

**Tabla D.1 Resumen del Modelo de Descomposición Multiplicativo Minitab® 18.1**

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
1	02/10/2017	00:00:00	4522.94	6287.81	0.73688	4633.34	-110.396
2	02/10/2017	01:00:00	4290.63	6287.81	0.68943	4335	-44.367
3	02/10/2017	02:00:00	4169.67	6287.81	0.6678	4199.01	-29.344
4	02/10/2017	03:00:00	4107.85	6287.81	0.66009	4150.54	-42.688
5	02/10/2017	04:00:00	4087.11	6287.81	0.65384	4111.21	-24.1
6	02/10/2017	05:00:00	4147.2	6287.81	0.66963	4210.51	-63.31
7	02/10/2017	06:00:00	4584.77	6287.81	0.74323	4673.29	-88.524
8	02/10/2017	07:00:00	5469.89	6287.81	0.88715	5578.21	-108.319
9	02/10/2017	08:00:00	6220.22	6287.81	1.01701	6394.79	-174.568
10	02/10/2017	09:00:00	6995.91	6287.81	1.09319	6873.76	122.152
11	02/10/2017	10:00:00	7731.68	6287.81	1.19527	7515.64	216.033
12	02/10/2017	11:00:00	7958.76	6287.81	1.25729	7905.6	53.159
13	02/10/2017	12:00:00	8256.49	6287.81	1.29527	8144.44	112.052
14	02/10/2017	13:00:00	8539.72	6287.81	1.31081	8242.14	297.578
15	02/10/2017	14:00:00	8392.81	6287.81	1.29316	8131.12	261.69
16	02/10/2017	15:00:00	8089.32	6287.81	1.2717	7996.18	93.141
17	02/10/2017	16:00:00	7582.5	6287.81	1.21208	7621.33	-38.835
18	02/10/2017	17:00:00	7484.92	6287.81	1.18253	7435.53	49.395
19	02/10/2017	18:00:00	7208.06	6287.81	1.1359	7142.32	65.738
20	02/10/2017	19:00:00	7219	6287.81	1.1243	7069.4	149.601
21	02/10/2017	20:00:00	7158.33	6287.81	1.11664	7021.22	137.108
22	02/10/2017	21:00:00	6593.86	6287.81	1.03184	6488.01	105.852
23	02/10/2017	22:00:00	5890.36	6287.81	0.93316	5867.53	22.83
24	02/10/2017	23:00:00	5243.52	6287.81	0.8218	5167.33	76.189
25	03/10/2017	00:00:00	4669.45	6287.81	0.73688	4633.34	36.114
26	03/10/2017	01:00:00	4411.77	6287.81	0.68943	4335	76.773
27	03/10/2017	02:00:00	4305.41	6287.81	0.6678	4199.01	106.396



ContinuaciónD.1

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
28	03/10/2017	3:00:00	4225.72	6287.81	0.66009	4150.54	75.182
29	03/10/2017	4:00:00	4215.75	6287.81	0.65384	4111.21	104.54
30	03/10/2017	5:00:00	4274.5	6287.81	0.66963	4210.51	63.99
31	03/10/2017	6:00:00	4690.76	6287.81	0.74323	4673.29	17.466
32	03/10/2017	7:00:00	5603.91	6287.81	0.88715	5578.21	25.701
33	03/10/2017	8:00:00	6448.13	6287.81	1.01701	6394.79	53.342
34	03/10/2017	9:00:00	7184.83	6287.81	1.09319	6873.76	311.072
35	03/10/2017	10:00:00	7589.79	6287.81	1.19527	7515.64	74.143
36	03/10/2017	11:00:00	7805.73	6287.81	1.25729	7905.6	-99.871
37	03/10/2017	12:00:00	7990.38	6287.81	1.29527	8144.44	-154.058
38	03/10/2017	13:00:00	8128.45	6287.81	1.31081	8242.14	-113.692
39	03/10/2017	14:00:00	8191.4	6287.81	1.29316	8131.12	60.28
40	03/10/2017	15:00:00	8183.58	6287.81	1.2717	7996.18	187.401
41	03/10/2017	16:00:00	8176.16	6287.81	1.21208	7621.33	554.825
42	03/10/2017	17:00:00	7719.54	6287.81	1.18253	7435.53	284.015
43	03/10/2017	18:00:00	7306.37	6287.81	1.1359	7142.32	164.048
44	03/10/2017	19:00:00	7139.71	6287.81	1.1243	7069.4	70.311
45	03/10/2017	20:00:00	7067.14	6287.81	1.11664	7021.22	45.918
46	03/10/2017	21:00:00	6628.99	6287.81	1.03184	6488.01	140.982
47	03/10/2017	22:00:00	5978.3	6287.81	0.93316	5867.53	110.77
48	03/10/2017	23:00:00	5211.83	6287.81	0.8218	5167.33	44.499
49	04/10/2017	0:00:00	4715.9	6287.81	0.73688	4633.34	82.564
50	04/10/2017	1:00:00	4403.9	6287.81	0.68943	4335	68.903
51	04/10/2017	2:00:00	4248.2	6287.81	0.6678	4199.01	49.186
52	04/10/2017	3:00:00	4217.86	6287.81	0.66009	4150.54	67.322
53	04/10/2017	4:00:00	4161.02	6287.81	0.65384	4111.21	49.81
54	04/10/2017	5:00:00	4221.12	6287.81	0.66963	4210.51	10.61
55	04/10/2017	6:00:00	4688.84	6287.81	0.74323	4673.29	15.546
56	04/10/2017	7:00:00	5622.53	6287.81	0.88715	5578.21	44.321
57	04/10/2017	8:00:00	6569.28	6287.81	1.01701	6394.79	174.492
58	04/10/2017	9:00:00	6999.35	6287.81	1.09319	6873.76	125.592
59	04/10/2017	10:00:00	7787.94	6287.81	1.19527	7515.64	272.293
60	04/10/2017	11:00:00	8083.74	6287.81	1.25729	7905.6	178.139





ContinuaciónD.1

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
61	04/10/2017	12:00:00	8422.95	6287.81	1.29527	8144.44	278.512
62	04/10/2017	13:00:00	8459.65	6287.81	1.31081	8242.14	217.508
63	04/10/2017	14:00:00	8412.78	6287.81	1.29316	8131.12	281.66
64	04/10/2017	15:00:00	7899.8	6287.81	1.2717	7996.18	-96.379
65	04/10/2017	16:00:00	7833.82	6287.81	1.21208	7621.33	212.485
66	04/10/2017	17:00:00	7568.63	6287.81	1.18253	7435.53	133.105
67	04/10/2017	18:00:00	7286.98	6287.81	1.1359	7142.32	144.658
68	04/10/2017	19:00:00	7078.66	6287.81	1.1243	7069.4	9.261
69	04/10/2017	20:00:00	7104.58	6287.81	1.11664	7021.22	83.358
70	04/10/2017	21:00:00	6566.21	6287.81	1.03184	6488.01	78.202
71	04/10/2017	22:00:00	5885.76	6287.81	0.93316	5867.53	18.23
72	04/10/2017	23:00:00	5206.47	6287.81	0.8218	5167.33	39.139
73	05/10/2017	0:00:00	4755.07	6287.81	0.73688	4633.34	121.734
74	05/10/2017	1:00:00	4455.17	6287.81	0.68943	4335	120.173
75	05/10/2017	2:00:00	4294.65	6287.81	0.6678	4199.01	95.636
76	05/10/2017	3:00:00	4224	6287.81	0.66009	4150.54	73.462
77	05/10/2017	4:00:00	4178.88	6287.81	0.65384	4111.21	67.67
78	05/10/2017	5:00:00	4238.59	6287.81	0.66963	4210.51	28.08
79	05/10/2017	6:00:00	4724.74	6287.81	0.74323	4673.29	51.446
80	05/10/2017	7:00:00	5613.88	6287.81	0.88715	5578.21	35.671
81	05/10/2017	8:00:00	6550.27	6287.81	1.01701	6394.79	155.482
82	05/10/2017	9:00:00	6830.39	6287.81	1.09319	6873.76	-43.368
83	05/10/2017	10:00:00	7539.88	6287.81	1.19527	7515.64	24.233
84	05/10/2017	11:00:00	7932.83	6287.81	1.25729	7905.6	27.229
85	05/10/2017	12:00:00	7809.13	6287.81	1.29527	8144.44	-335.308
86	05/10/2017	13:00:00	8159.75	6287.81	1.31081	8242.14	-82.392
87	05/10/2017	14:00:00	8166.44	6287.81	1.29316	8131.12	35.32
88	05/10/2017	15:00:00	8108.13	6287.81	1.2717	7996.18	111.951
89	05/10/2017	16:00:00	7645.47	6287.81	1.21208	7621.33	24.135
90	05/10/2017	17:00:00	7337.66	6287.81	1.18253	7435.53	-97.865
91	05/10/2017	18:00:00	7152.19	6287.81	1.1359	7142.32	9.868
92	05/10/2017	19:00:00	7001.85	6287.81	1.1243	7069.4	-67.549



ContinuaciónD.1

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
93	05/10/2017	20:00:00	7156.41	6287.81	1.11664	7021.22	135.188
94	05/10/2017	21:00:00	6499.97	6287.81	1.03184	6488.01	11.962
95	05/10/2017	22:00:00	5894.59	6287.81	0.93316	5867.53	27.06
96	05/10/2017	23:00:00	5202.82	6287.81	0.8218	5167.33	35.489
97	06/10/2017	0:00:00	4766.78	6287.81	0.73688	4633.34	133.444
98	06/10/2017	1:00:00	4444.61	6287.81	0.68943	4335	109.613
99	06/10/2017	2:00:00	4304.83	6287.81	0.6678	4199.01	105.816
100	06/10/2017	3:00:00	4213.25	6287.81	0.66009	4150.54	62.712
101	06/10/2017	4:00:00	4158.15	6287.81	0.65384	4111.21	46.94
102	06/10/2017	5:00:00	4239.37	6287.81	0.66963	4210.51	28.86
103	06/10/2017	6:00:00	4757.77	6287.81	0.74323	4673.29	84.476
104	06/10/2017	7:00:00	5549.95	6287.81	0.88715	5578.21	-28.259
105	06/10/2017	8:00:00	6391.49	6287.81	1.01701	6394.79	-3.298
106	06/10/2017	9:00:00	6914.68	6287.81	1.09319	6873.76	40.922
107	06/10/2017	10:00:00	7341.92	6287.81	1.19527	7515.64	-173.727
108	06/10/2017	11:00:00	7717.99	6287.81	1.25729	7905.6	-187.611
109	06/10/2017	12:00:00	8027.25	6287.81	1.29527	8144.44	-117.188
110	06/10/2017	13:00:00	7943.94	6287.81	1.31081	8242.14	-298.202
111	06/10/2017	14:00:00	7827.94	6287.81	1.29316	8131.12	-303.18
112	06/10/2017	15:00:00	7556.7	6287.81	1.2717	7996.18	-439.479
113	06/10/2017	16:00:00	7184.1	6287.81	1.21208	7621.33	-437.235
114	06/10/2017	17:00:00	6944.25	6287.81	1.18253	7435.53	-491.275
115	06/10/2017	18:00:00	6501.9	6287.81	1.1359	7142.32	-640.422
116	06/10/2017	19:00:00	6367.68	6287.81	1.1243	7069.4	-701.719
117	06/10/2017	20:00:00	6588.1	6287.81	1.11664	7021.22	-433.122
118	06/10/2017	21:00:00	6199.1	6287.81	1.03184	6488.01	-288.908
119	06/10/2017	22:00:00	5666.5	6287.81	0.93316	5867.53	-201.03
120	06/10/2017	23:00:00	5097.79	6287.81	0.8218	5167.33	-69.541
121	09/10/2017	0:00:00	4464.19	6287.81	0.73688	4633.34	-169.146
122	09/10/2017	1:00:00	4230.52	6287.81	0.68943	4335	-104.477
123	09/10/2017	2:00:00	4098.24	6287.81	0.6678	4199.01	-100.774
124	09/10/2017	3:00:00	4025.47	6287.81	0.66009	4150.54	-125.068
125	09/10/2017	4:00:00	4022.4	6287.81	0.65384	4111.21	-88.81



ContinuaciónD.1

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
126	09/10/2017	5:00:00	4099.97	6287.81	0.66963	4210.51	-110.54
127	09/10/2017	6:00:00	4522.18	6287.81	0.74323	4673.29	-151.114
128	09/10/2017	7:00:00	5423.81	6287.81	0.88715	5578.21	-154.399
129	09/10/2017	8:00:00	6123.84	6287.81	1.01701	6394.79	-270.948
130	09/10/2017	9:00:00	6857.46	6287.81	1.09319	6873.76	-16.298
131	09/10/2017	10:00:00	7485.35	6287.81	1.19527	7515.64	-30.297
132	09/10/2017	11:00:00	8042.27	6287.81	1.25729	7905.6	136.669
133	09/10/2017	12:00:00	8177	6287.81	1.29527	8144.44	32.562
134	09/10/2017	13:00:00	8432.39	6287.81	1.31081	8242.14	190.248
135	09/10/2017	14:00:00	8249	6287.81	1.29316	8131.12	117.88
136	09/10/2017	15:00:00	8262.49	6287.81	1.2717	7996.18	266.311
137	09/10/2017	16:00:00	8136.41	6287.81	1.21208	7621.33	515.075
138	09/10/2017	17:00:00	7733.95	6287.81	1.18253	7435.53	298.425
139	09/10/2017	18:00:00	7319.23	6287.81	1.1359	7142.32	176.908
140	09/10/2017	19:00:00	7001.28	6287.81	1.1243	7069.4	-68.119
141	09/10/2017	20:00:00	6942.53	6287.81	1.11664	7021.22	-78.692
142	09/10/2017	21:00:00	6527.24	6287.81	1.03184	6488.01	39.232
143	09/10/2017	22:00:00	5804.16	6287.81	0.93316	5867.53	-63.37
144	09/10/2017	23:00:00	5108.93	6287.81	0.8218	5167.33	-58.401
145	10/10/2017	0:00:00	4617.6	6287.81	0.73688	4633.34	-15.736
146	10/10/2017	1:00:00	4321.54	6287.81	0.68943	4335	-13.457
147	10/10/2017	2:00:00	4183.87	6287.81	0.6678	4199.01	-15.144
148	10/10/2017	3:00:00	4106.88	6287.81	0.66009	4150.54	-43.658
149	10/10/2017	4:00:00	4101.12	6287.81	0.65384	4111.21	-10.09
150	10/10/2017	5:00:00	4180.99	6287.81	0.66963	4210.51	-29.52
151	10/10/2017	6:00:00	4691.33	6287.81	0.74323	4673.29	18.036
152	10/10/2017	7:00:00	5539.58	6287.81	0.88715	5578.21	-38.629
153	10/10/2017	8:00:00	6404.35	6287.81	1.01701	6394.79	9.562
154	10/10/2017	9:00:00	6811.01	6287.81	1.09319	6873.76	-62.748
155	10/10/2017	10:00:00	7322.33	6287.81	1.19527	7515.64	-193.317
156	10/10/2017	11:00:00	7903.26	6287.81	1.25729	7905.6	-2.341
157	10/10/2017	12:00:00	8225.96	6287.81	1.29527	8144.44	81.522
158	10/10/2017	13:00:00	8488.65	6287.81	1.31081	8242.14	246.508



ContinuaciónD.1

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
159	10/10/2017	14:00:00	8398.57	6287.81	1.29316	8131.12	267.45
160	10/10/2017	15:00:00	8035.16	6287.81	1.2717	7996.18	38.981
161	10/10/2017	16:00:00	7715.75	6287.81	1.21208	7621.33	94.415
162	10/10/2017	17:00:00	7587.26	6287.81	1.18253	7435.53	151.735
163	10/10/2017	18:00:00	7365.89	6287.81	1.1359	7142.32	223.568
164	10/10/2017	19:00:00	7174.66	6287.81	1.1243	7069.4	105.261
165	10/10/2017	20:00:00	7082.11	6287.81	1.11664	7021.22	60.888
166	10/10/2017	21:00:00	6497.86	6287.81	1.03184	6488.01	9.852
167	10/10/2017	22:00:00	5907.26	6287.81	0.93316	5867.53	39.73
168	10/10/2017	23:00:00	5200.51	6287.81	0.8218	5167.33	33.179
169	11/10/2017	0:00:00	4618.75	6287.81	0.73688	4633.34	-14.586
170	11/10/2017	1:00:00	4382.6	6287.81	0.68943	4335	47.603
171	11/10/2017	2:00:00	4199.42	6287.81	0.6678	4199.01	0.406
172	11/10/2017	3:00:00	4160.84	6287.81	0.66009	4150.54	10.302
173	11/10/2017	4:00:00	4117.06	6287.81	0.65384	4111.21	5.85
174	11/10/2017	5:00:00	4223.04	6287.81	0.66963	4210.51	12.53
175	11/10/2017	6:00:00	4636.04	6287.81	0.74323	4673.29	-37.254
176	11/10/2017	7:00:00	5603.71	6287.81	0.88715	5578.21	25.501
177	11/10/2017	8:00:00	6260.74	6287.81	1.01701	6394.79	-134.048
178	11/10/2017	9:00:00	6823.67	6287.81	1.09319	6873.76	-50.088
179	11/10/2017	10:00:00	7707.87	6287.81	1.19527	7515.64	192.223
180	11/10/2017	11:00:00	7881.76	6287.81	1.25729	7905.6	-23.841
181	11/10/2017	12:00:00	7991.15	6287.81	1.29527	8144.44	-153.288
182	11/10/2017	13:00:00	7968.91	6287.81	1.31081	8242.14	-273.232
183	11/10/2017	14:00:00	8217.52	6287.81	1.29316	8131.12	86.4
184	11/10/2017	15:00:00	7994.84	6287.81	1.2717	7996.18	-1.339
185	11/10/2017	16:00:00	7611.49	6287.81	1.21208	7621.33	-9.845
186	11/10/2017	17:00:00	7447.1	6287.81	1.18253	7435.53	11.575
187	11/10/2017	18:00:00	6991.49	6287.81	1.1359	7142.32	-150.832
188	11/10/2017	19:00:00	6981.7	6287.81	1.1243	7069.4	-87.699
189	11/10/2017	20:00:00	7059.26	6287.81	1.11664	7021.22	38.038
190	11/10/2017	21:00:00	6517.63	6287.81	1.03184	6488.01	29.622
191	11/10/2017	22:00:00	5881.54	6287.81	0.93316	5867.53	14.01



ContinuaciónD.1

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
192	11/10/2017	23:00:00	5214.73	6287.81	0.8218	5167.33	47.399
193	12/10/2017	0:00:00	4710.72	6287.81	0.73688	4633.34	77.384
194	12/10/2017	1:00:00	4361.08	6287.81	0.68943	4335	26.083
195	12/10/2017	2:00:00	4257.02	6287.81	0.6678	4199.01	58.006
196	12/10/2017	3:00:00	4211.34	6287.81	0.66009	4150.54	60.802
197	12/10/2017	4:00:00	4118.21	6287.81	0.65384	4111.21	7
198	12/10/2017	5:00:00	4215.56	6287.81	0.66963	4210.51	5.05
199	12/10/2017	6:00:00	4733.95	6287.81	0.74323	4673.29	60.656
200	12/10/2017	7:00:00	5573.57	6287.81	0.88715	5578.21	-4.639
201	12/10/2017	8:00:00	6433.73	6287.81	1.01701	6394.79	38.942
202	12/10/2017	9:00:00	7044.86	6287.81	1.09319	6873.76	171.102
203	12/10/2017	10:00:00	7676.39	6287.81	1.19527	7515.64	160.743
204	12/10/2017	11:00:00	8154.97	6287.81	1.25729	7905.6	249.369
205	12/10/2017	12:00:00	8239.02	6287.81	1.29527	8144.44	94.582
206	12/10/2017	13:00:00	8465.99	6287.81	1.31081	8242.14	223.848
207	12/10/2017	14:00:00	8214.25	6287.81	1.29316	8131.12	83.13
208	12/10/2017	15:00:00	7864.09	6287.81	1.2717	7996.18	-132.089
209	12/10/2017	16:00:00	7694.81	6287.81	1.21208	7621.33	73.475
210	12/10/2017	17:00:00	7499.9	6287.81	1.18253	7435.53	64.375
211	12/10/2017	18:00:00	7350.91	6287.81	1.1359	7142.32	208.588
212	12/10/2017	19:00:00	7188.86	6287.81	1.1243	7069.4	119.461
213	12/10/2017	20:00:00	7021.64	6287.81	1.11664	7021.22	0.418
214	12/10/2017	21:00:00	6420.48	6287.81	1.03184	6488.01	-67.528
215	12/10/2017	22:00:00	5864.65	6287.81	0.93316	5867.53	-2.88
216	12/10/2017	23:00:00	5188.03	6287.81	0.8218	5167.33	20.699
217	13/10/2017	0:00:00	4726.08	6287.81	0.73688	4633.34	92.744
218	13/10/2017	1:00:00	4401.02	6287.81	0.68943	4335	66.023
219	13/10/2017	2:00:00	4259.14	6287.81	0.6678	4199.01	60.126
220	13/10/2017	3:00:00	4211.14	6287.81	0.66009	4150.54	60.602
221	13/10/2017	4:00:00	4233.99	6287.81	0.65384	4111.21	122.78
222	13/10/2017	5:00:00	4243.77	6287.81	0.66963	4210.51	33.26
223	13/10/2017	6:00:00	4740.48	6287.81	0.74323	4673.29	67.186



ContinuaciónD.1

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
224	13/10/2017	7:00:00	5565.7	6287.81	0.88715	5578.21	-12.509
225	13/10/2017	8:00:00	6332.93	6287.81	1.01701	6394.79	-61.858
226	13/10/2017	9:00:00	6736.13	6287.81	1.09319	6873.76	-137.628
227	13/10/2017	10:00:00	7151.46	6287.81	1.19527	7515.64	-364.187
228	13/10/2017	11:00:00	7657.12	6287.81	1.25729	7905.6	-248.481
229	13/10/2017	12:00:00	7773.99	6287.81	1.29527	8144.44	-370.448
230	13/10/2017	13:00:00	8157.64	6287.81	1.31081	8242.14	-84.502
231	13/10/2017	14:00:00	7825.07	6287.81	1.29316	8131.12	-306.05
232	13/10/2017	15:00:00	7486.24	6287.81	1.2717	7996.18	-509.939
233	13/10/2017	16:00:00	7222.12	6287.81	1.21208	7621.33	-399.215
234	13/10/2017	17:00:00	7025.08	6287.81	1.18253	7435.53	-410.445
235	13/10/2017	18:00:00	6506.68	6287.81	1.1359	7142.32	-635.642
236	13/10/2017	19:00:00	6312.19	6287.81	1.1243	7069.4	-757.209
237	13/10/2017	20:00:00	6542.98	6287.81	1.11664	7021.22	-478.242
238	13/10/2017	21:00:00	6168.19	6287.81	1.03184	6488.01	-319.818
239	13/10/2017	22:00:00	5679.36	6287.81	0.93316	5867.53	-188.17
240	13/10/2017	23:00:00	5229.89	6287.81	0.8218	5167.33	62.559
241	16/10/2017	0:00:00	4458.63	6287.81	0.73688	4633.34	-174.706
242	16/10/2017	1:00:00	4173.31	6287.81	0.68943	4335	-161.687
243	16/10/2017	2:00:00	4055.42	6287.81	0.6678	4199.01	-143.594
244	16/10/2017	3:00:00	4029.31	6287.81	0.66009	4150.54	-121.228
245	16/10/2017	4:00:00	4005.5	6287.81	0.65384	4111.21	-105.71
246	16/10/2017	5:00:00	4112.44	6287.81	0.66963	4210.51	-98.07
247	16/10/2017	6:00:00	4543.87	6287.81	0.74323	4673.29	-129.424
248	16/10/2017	7:00:00	5388.67	6287.81	0.88715	5578.21	-189.539
249	16/10/2017	8:00:00	6334.47	6287.81	1.01701	6394.79	-60.318
250	16/10/2017	9:00:00	6754.36	6287.81	1.09319	6873.76	-119.398
251	16/10/2017	10:00:00	7375.53	6287.81	1.19527	7515.64	-140.117
252	16/10/2017	11:00:00	7957.8	6287.81	1.25729	7905.6	52.199
253	16/10/2017	12:00:00	8306.41	6287.81	1.29527	8144.44	161.972
254	16/10/2017	13:00:00	8188.17	6287.81	1.31081	8242.14	-53.972
255	16/10/2017	14:00:00	7975.39	6287.81	1.29316	8131.12	-155.73
256	16/10/2017	15:00:00	7944.93	6287.81	1.2717	7996.18	-51.249



ContinuaciónD.1

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
257	16/10/2017	16:00:00	7794.28	6287.81	1.21208	7621.33	172.945
258	16/10/2017	17:00:00	7495.48	6287.81	1.18253	7435.53	59.955
259	16/10/2017	18:00:00	7209.4	6287.81	1.1359	7142.32	67.078
260	16/10/2017	19:00:00	7083.84	6287.81	1.1243	7069.4	14.441
261	16/10/2017	20:00:00	6994.75	6287.81	1.11664	7021.22	-26.472
262	16/10/2017	21:00:00	6495.94	6287.81	1.03184	6488.01	7.932
263	16/10/2017	22:00:00	5840.06	6287.81	0.93316	5867.53	-27.47
264	16/10/2017	23:00:00	5061.7	6287.81	0.8218	5167.33	-105.631
265	17/10/2017	0:00:00	4587.84	6287.81	0.73688	4633.34	-45.496
266	17/10/2017	1:00:00	4309.06	6287.81	0.68943	4335	-25.937
267	17/10/2017	2:00:00	4169.28	6287.81	0.6678	4199.01	-29.734
268	17/10/2017	3:00:00	4118.59	6287.81	0.66009	4150.54	-31.948
269	17/10/2017	4:00:00	4079.23	6287.81	0.65384	4111.21	-31.98
270	17/10/2017	5:00:00	4224.38	6287.81	0.66963	4210.51	13.87
271	17/10/2017	6:00:00	4673.85	6287.81	0.74323	4673.29	0.556
272	17/10/2017	7:00:00	5658.43	6287.81	0.88715	5578.21	80.221
273	17/10/2017	8:00:00	6266.1	6287.81	1.01701	6394.79	-128.688
274	17/10/2017	9:00:00	6840.19	6287.81	1.09319	6873.76	-33.568
275	17/10/2017	10:00:00	7492.07	6287.81	1.19527	7515.64	-23.577
276	17/10/2017	11:00:00	7900	6287.81	1.25729	7905.6	-5.601
277	17/10/2017	12:00:00	8014.95	6287.81	1.29527	8144.44	-129.488
278	17/10/2017	13:00:00	8056.45	6287.81	1.31081	8242.14	-185.692
279	17/10/2017	14:00:00	8123.63	6287.81	1.29316	8131.12	-7.49
280	17/10/2017	15:00:00	7933.79	6287.81	1.2717	7996.18	-62.389
281	17/10/2017	16:00:00	7537.39	6287.81	1.21208	7621.33	-83.945
282	17/10/2017	17:00:00	7365.89	6287.81	1.18253	7435.53	-69.635
283	17/10/2017	18:00:00	7116.29	6287.81	1.1359	7142.32	-26.032
284	17/10/2017	19:00:00	7112.64	6287.81	1.1243	7069.4	43.241
285	17/10/2017	20:00:00	7259.52	6287.81	1.11664	7021.22	238.298
286	17/10/2017	21:00:00	6610.75	6287.81	1.03184	6488.01	122.742
287	17/10/2017	22:00:00	5922.43	6287.81	0.93316	5867.53	54.9
288	17/10/2017	23:00:00	5240.06	6287.81	0.8218	5167.33	72.729
289	18/10/2017	0:00:00	4650.43	6287.81	0.73688	4633.34	17.094



ContinuaciónD.1

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
290	18/10/2017	1:00:00	4341.89	6287.81	0.68943	4335	6.893
291	18/10/2017	2:00:00	4204.22	6287.81	0.6678	4199.01	5.206
292	18/10/2017	3:00:00	4136.83	6287.81	0.66009	4150.54	-13.708
293	18/10/2017	4:00:00	4100.54	6287.81	0.65384	4111.21	-10.67
294	18/10/2017	5:00:00	4204.99	6287.81	0.66963	4210.51	-5.52
295	18/10/2017	6:00:00	4680.38	6287.81	0.74323	4673.29	7.086
296	18/10/2017	7:00:00	5575.49	6287.81	0.88715	5578.21	-2.719
297	18/10/2017	8:00:00	6461.75	6287.81	1.01701	6394.79	66.962
298	18/10/2017	9:00:00	6998.97	6287.81	1.09319	6873.76	125.212
299	18/10/2017	10:00:00	7775.27	6287.81	1.19527	7515.64	259.623
300	18/10/2017	11:00:00	7904.03	6287.81	1.25729	7905.6	-1.571
301	18/10/2017	12:00:00	7794.73	6287.81	1.29527	8144.44	-349.708
302	18/10/2017	13:00:00	8109.26	6287.81	1.31081	8242.14	-132.882
303	18/10/2017	14:00:00	8043.36	6287.81	1.29316	8131.12	-87.76
304	18/10/2017	15:00:00	7874.46	6287.81	1.2717	7996.18	-121.719
305	18/10/2017	16:00:00	7636.45	6287.81	1.21208	7621.33	15.115
306	18/10/2017	17:00:00	7522.36	6287.81	1.18253	7435.53	86.835
307	18/10/2017	18:00:00	7164.1	6287.81	1.1359	7142.32	21.778
308	18/10/2017	19:00:00	6907	6287.81	1.1243	7069.4	-162.399
309	18/10/2017	20:00:00	7373.95	6287.81	1.11664	7021.22	352.728
310	18/10/2017	21:00:00	6926.6	6287.81	1.03184	6488.01	438.592
311	18/10/2017	22:00:00	6147.84	6287.81	0.93316	5867.53	280.31
312	18/10/2017	23:00:00	5366.4	6287.81	0.8218	5167.33	199.069
313	19/10/2017	0:00:00	4877.57	6287.81	0.73688	4633.34	244.234
314	19/10/2017	1:00:00	4539.84	6287.81	0.68943	4335	204.843
315	19/10/2017	2:00:00	4293.51	6287.81	0.6678	4199.01	94.496
316	19/10/2017	3:00:00	4234.38	6287.81	0.66009	4150.54	83.842
317	19/10/2017	4:00:00	4235.71	6287.81	0.65384	4111.21	124.5
318	19/10/2017	5:00:00	4308.87	6287.81	0.66963	4210.51	98.36
319	19/10/2017	6:00:00	4796.92	6287.81	0.74323	4673.29	123.626
320	19/10/2017	7:00:00	5770.94	6287.81	0.88715	5578.21	192.731
321	19/10/2017	8:00:00	6230.78	6287.81	1.01701	6394.79	-164.008
322	19/10/2017	9:00:00	6889.53	6287.81	1.09319	6873.76	15.772





ContinuaciónD.1

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
323	19/10/2017	10:00:00	7518.94	6287.81	1.19527	7515.64	3.293
324	19/10/2017	11:00:00	7958.56	6287.81	1.25729	7905.6	52.959
325	19/10/2017	12:00:00	8158.77	6287.81	1.29527	8144.44	14.332
326	19/10/2017	13:00:00	8291.27	6287.81	1.31081	8242.14	49.128
327	19/10/2017	14:00:00	8252.45	6287.81	1.29316	8131.12	121.33
328	19/10/2017	15:00:00	8338.53	6287.81	1.2717	7996.18	342.351
329	19/10/2017	16:00:00	7918.7	6287.81	1.21208	7621.33	297.365
330	19/10/2017	17:00:00	7702.27	6287.81	1.18253	7435.53	266.745
331	19/10/2017	18:00:00	7339.77	6287.81	1.1359	7142.32	197.448
332	19/10/2017	19:00:00	7191.93	6287.81	1.1243	7069.4	122.531
333	19/10/2017	20:00:00	7149.89	6287.81	1.11664	7021.22	128.668
334	19/10/2017	21:00:00	6614.59	6287.81	1.03184	6488.01	126.582
335	19/10/2017	22:00:00	5866.75	6287.81	0.93316	5867.53	-0.78
336	19/10/2017	23:00:00	5185.72	6287.81	0.8218	5167.33	18.389
337	20/10/2017	0:00:00	4743.36	6287.81	0.73688	4633.34	110.024
338	20/10/2017	1:00:00	4366.27	6287.81	0.68943	4335	31.273
339	20/10/2017	2:00:00	4212.68	6287.81	0.6678	4199.01	13.666
340	20/10/2017	3:00:00	4199.04	6287.81	0.66009	4150.54	48.502
341	20/10/2017	4:00:00	4172.93	6287.81	0.65384	4111.21	61.72
342	20/10/2017	5:00:00	4226.31	6287.81	0.66963	4210.51	15.8
343	20/10/2017	6:00:00	4706.12	6287.81	0.74323	4673.29	32.826
344	20/10/2017	7:00:00	5655.93	6287.81	0.88715	5578.21	77.721
345	20/10/2017	8:00:00	6534.53	6287.81	1.01701	6394.79	139.742
346	20/10/2017	9:00:00	6898.93	6287.81	1.09319	6873.76	25.172
347	20/10/2017	10:00:00	7609.38	6287.81	1.19527	7515.64	93.733
348	20/10/2017	11:00:00	7954.91	6287.81	1.25729	7905.6	49.309
349	20/10/2017	12:00:00	8077.93	6287.81	1.29527	8144.44	-66.508
350	20/10/2017	13:00:00	8158.99	6287.81	1.31081	8242.14	-83.152
351	20/10/2017	14:00:00	8042.6	6287.81	1.29316	8131.12	-88.52
352	20/10/2017	15:00:00	7902.87	6287.81	1.2717	7996.18	-93.309
353	20/10/2017	16:00:00	7371.49	6287.81	1.21208	7621.33	-249.845
354	20/10/2017	17:00:00	7162.55	6287.81	1.18253	7435.53	-272.975
355	20/10/2017	18:00:00	6892.81	6287.81	1.1359	7142.32	-249.512



ContinuaciónD.1

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
356	20/10/2017	19:00:00	6997.06	6287.81	1.1243	7069.4	-72.339
357	20/10/2017	20:00:00	6792	6287.81	1.11664	7021.22	-229.222
358	20/10/2017	21:00:00	6285.89	6287.81	1.03184	6488.01	-202.118
359	20/10/2017	22:00:00	5824.7	6287.81	0.93316	5867.53	-42.83
360	20/10/2017	23:00:00	5248.32	6287.81	0.8218	5167.33	80.989
361	23/10/2017	0:00:00	4382.78	6287.81	0.73688	4633.34	-250.556
362	23/10/2017	1:00:00	4139.71	6287.81	0.68943	4335	-195.287
363	23/10/2017	2:00:00	3998.4	6287.81	0.6678	4199.01	-200.614
364	23/10/2017	3:00:00	3967.29	6287.81	0.66009	4150.54	-183.248
365	23/10/2017	4:00:00	3944.64	6287.81	0.65384	4111.21	-166.57
366	23/10/2017	5:00:00	4054.46	6287.81	0.66963	4210.51	-156.05
367	23/10/2017	6:00:00	4494.33	6287.81	0.74323	4673.29	-178.964
368	23/10/2017	7:00:00	5422.27	6287.81	0.88715	5578.21	-155.939
369	23/10/2017	8:00:00	6092.73	6287.81	1.01701	6394.79	-302.058
370	23/10/2017	9:00:00	6663.16	6287.81	1.09319	6873.76	-210.598
371	23/10/2017	10:00:00	7361.7	6287.81	1.19527	7515.64	-153.947
372	23/10/2017	11:00:00	7543.65	6287.81	1.25729	7905.6	-361.951
373	23/10/2017	12:00:00	8139.37	6287.81	1.29527	8144.44	-5.068
374	23/10/2017	13:00:00	8396.49	6287.81	1.31081	8242.14	154.348
375	23/10/2017	14:00:00	8206.96	6287.81	1.29316	8131.12	75.84
376	23/10/2017	15:00:00	8142.11	6287.81	1.2717	7996.18	145.931
377	23/10/2017	16:00:00	7805.6	6287.81	1.21208	7621.33	184.265
378	23/10/2017	17:00:00	7396.02	6287.81	1.18253	7435.53	-39.505
379	23/10/2017	18:00:00	7190.98	6287.81	1.1359	7142.32	48.658
380	23/10/2017	19:00:00	7365.12	6287.81	1.1243	7069.4	295.721
381	23/10/2017	20:00:00	7029.7	6287.81	1.11664	7021.22	8.478
382	23/10/2017	21:00:00	6545.86	6287.81	1.03184	6488.01	57.852
383	23/10/2017	22:00:00	5797.63	6287.81	0.93316	5867.53	-69.9
384	23/10/2017	23:00:00	5103.94	6287.81	0.8218	5167.33	-63.391
385	24/10/2017	0:00:00	4564.99	6287.81	0.73688	4633.34	-68.346
386	24/10/2017	1:00:00	4270.66	6287.81	0.68943	4335	-64.337
387	24/10/2017	2:00:00	4162.95	6287.81	0.6678	4199.01	-36.064
388	24/10/2017	3:00:00	4116.67	6287.81	0.66009	4150.54	-33.868



ContinuaciónD.1

Período	Día	Hora	Demanda	Tendencia	Estacional	Pronóstico	Error
389	24/10/2017	4:00:00	4106.11	6287.81	0.65384	4111.21	-5.1
390	24/10/2017	5:00:00	4186.36	6287.81	0.66963	4210.51	-24.15
391	24/10/2017	6:00:00	4672.7	6287.81	0.74323	4673.29	-0.594
392	24/10/2017	7:00:00	5695.88	6287.81	0.88715	5578.21	117.671
393	24/10/2017	8:00:00	6505.92	6287.81	1.01701	6394.79	111.132
394	24/10/2017	9:00:00	7220.16	6287.81	1.09319	6873.76	346.402
395	24/10/2017	10:00:00	7641.06	6287.81	1.19527	7515.64	125.413
396	24/10/2017	11:00:00	7914.6	6287.81	1.25729	7905.6	8.999
397	24/10/2017	12:00:00	7917.23	6287.81	1.29527	8144.44	-227.208
398	24/10/2017	13:00:00	8093.32	6287.81	1.31081	8242.14	-148.822
399	24/10/2017	14:00:00	8217.7	6287.81	1.29316	8131.12	86.58
400	24/10/2017	15:00:00	8007.52	6287.81	1.2717	7996.18	11.341
401	24/10/2017	16:00:00	7491.49	6287.81	1.21208	7621.33	-129.845
402	24/10/2017	17:00:00	7620.85	6287.81	1.18253	7435.53	185.325
403	24/10/2017	18:00:00	7145.1	6287.81	1.1359	7142.32	2.778
404	24/10/2017	19:00:00	7127.04	6287.81	1.1243	7069.4	57.641
405	24/10/2017	20:00:00	7062.34	6287.81	1.11664	7021.22	41.118
406	24/10/2017	21:00:00	6549.31	6287.81	1.03184	6488.01	61.302
407	24/10/2017	22:00:00	5929.15	6287.81	0.93316	5867.53	61.62
408	24/10/2017	23:00:00	5143.11	6287.81	0.8218	5167.33	-24.221



## APÉNDICE E. Resumen del Modelo Winters Multiplicativo

En la **Tabla E.1** se muestran los valores de nivel, tendencia, estacionalidad, ajustes y error obtenidos a través de Minitab® 18.1 para el modelo de Winters Multiplicativo para las primeras 3 semanas, y en donde la demanda no considera el efecto de la GD.

**Tabla E.1 Resumen del Modelo de Winters Multiplicativo Minitab® 18.1**

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
1	02/10/2017	00:00:00	4522.94	5056.90	161.02	0.8160	3532.11	990.83
2	02/10/2017	01:00:00	4290.63	5416.26	180.85	0.7416	3605.42	685.21
3	02/10/2017	02:00:00	4169.67	5725.62	193.70	0.6983	3740.30	429.37
4	02/10/2017	03:00:00	4107.85	5980.78	199.85	0.6733	3905.14	202.71
5	02/10/2017	04:00:00	4087.11	6191.83	200.97	0.6577	4050.40	36.71
6	02/10/2017	05:00:00	4147.20	6355.75	197.27	0.6603	4270.95	-123.75
7	02/10/2017	06:00:00	4584.77	6477.63	189.73	0.7251	4864.60	-279.83
8	02/10/2017	07:00:00	5469.89	6568.10	179.80	0.8596	5909.78	-439.89
9	02/10/2017	08:00:00	6220.22	6627.61	167.77	0.9753	6828.90	-608.68
10	02/10/2017	09:00:00	6995.91	6709.41	159.17	1.0709	7468.33	-472.42
11	02/10/2017	10:00:00	7731.68	6784.97	150.81	1.1691	8232.78	-501.11
12	02/10/2017	11:00:00	7958.76	6815.67	138.80	1.2120	8713.21	-754.45
13	02/10/2017	12:00:00	8256.49	6848.84	128.24	1.2452	8935.11	-678.62
14	02/10/2017	13:00:00	8539.72	6885.23	119.05	1.2752	9141.37	-601.65
15	02/10/2017	14:00:00	8392.81	6896.42	108.27	1.2576	9092.98	-700.16
16	02/10/2017	15:00:00	8089.32	6878.80	95.68	1.2224	8888.00	-798.68
17	02/10/2017	16:00:00	7582.50	6823.03	80.53	1.1654	8506.00	-923.51
18	02/10/2017	17:00:00	7484.92	6786.62	68.84	1.1437	8177.54	-692.62
19	02/10/2017	18:00:00	7208.06	6757.37	59.03	1.0996	7763.53	-555.47
20	02/10/2017	19:00:00	7219.00	6747.29	52.12	1.0928	7604.47	-385.47
21	02/10/2017	20:00:00	7158.33	6721.38	44.32	1.0909	7594.07	-435.74
22	02/10/2017	21:00:00	6593.86	6686.58	36.40	1.0106	7003.35	-409.49
23	02/10/2017	22:00:00	5890.36	6640.45	28.15	0.9102	6275.58	-385.22
24	02/10/2017	23:00:00	5243.52	6605.10	21.80	0.8097	5505.64	-262.12
25	03/10/2017	00:00:00	4669.45	6445.95	3.71	0.7702	5407.78	-738.33
26	03/10/2017	01:00:00	4411.77	6349.57	-6.30	0.7182	4782.88	-371.11
27	03/10/2017	02:00:00	4305.41	6307.81	-9.85	0.6904	4429.19	-123.78
28	03/10/2017	03:00:00	4225.72	6293.62	-10.28	0.6724	4240.32	-14.60
29	03/10/2017	04:00:00	4215.75	6308.62	-7.75	0.6630	4132.62	83.13



Continuación E.1

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
30	03/10/2017	5:00:00	4274.5	6335.41	-4.3	0.6675	4160.46	114.04
31	03/10/2017	6:00:00	4690.76	6358.77	-1.53	0.7314	4590.46	100.3
32	03/10/2017	7:00:00	5603.91	6389.65	1.71	0.8683	5464.6	139.31
33	03/10/2017	8:00:00	6448.13	6435.42	6.11	0.9886	6233.29	214.84
34	03/10/2017	9:00:00	7184.83	6495.1	11.47	1.0885	6898.02	286.81
35	03/10/2017	10:00:00	7589.79	6503.68	11.18	1.168	7606.65	-16.87
36	03/10/2017	11:00:00	7805.73	6499.98	9.69	1.2064	7895.97	-90.24
37	03/10/2017	12:00:00	7990.38	6491.16	7.84	1.2381	8105.62	-115.24
38	03/10/2017	13:00:00	8128.45	6474	5.34	1.2654	8287.84	-159.39
39	03/10/2017	14:00:00	8191.4	6486.19	6.03	1.2602	8148.37	43.03
40	03/10/2017	15:00:00	8183.58	6532.69	10.07	1.2376	7936.22	247.36
41	03/10/2017	16:00:00	8176.16	6637.3	19.53	1.1986	7625.25	550.9
42	03/10/2017	17:00:00	7719.54	6675.37	21.38	1.1501	7613.52	106.02
43	03/10/2017	18:00:00	7306.37	6686.34	20.34	1.0962	7363.59	-57.22
44	03/10/2017	19:00:00	7139.71	6672.07	16.88	1.0814	7328.81	-189.1
45	03/10/2017	20:00:00	7067.14	6646.77	12.66	1.0771	7297.25	-230.11
46	03/10/2017	21:00:00	6628.99	6639.39	10.66	1.0045	6730.22	-101.23
47	03/10/2017	22:00:00	5978.3	6633.6	9.01	0.9057	6053.19	-74.89
48	03/10/2017	23:00:00	5211.83	6601.38	4.89	0.7996	5378.74	-166.91
49	04/10/2017	0:00:00	4715.9	6509.58	-4.78	0.7473	5088.27	-372.37
50	04/10/2017	1:00:00	4403.9	6430.23	-12.24	0.7015	4671.7	-267.8
51	04/10/2017	2:00:00	4248.2	6365.04	-17.53	0.6789	4430.99	-182.79
52	04/10/2017	3:00:00	4217.86	6332.65	-19.02	0.6692	4267.79	-49.93
53	04/10/2017	4:00:00	4161.02	6306.15	-19.77	0.6614	4185.82	-24.8
54	04/10/2017	5:00:00	4221.12	6293.86	-19.02	0.6691	4196.16	24.96
55	04/10/2017	6:00:00	4688.84	6302.08	-16.29	0.7377	4589.26	99.58
56	04/10/2017	7:00:00	5622.53	6323.68	-12.5	0.8787	5457.99	164.54
57	04/10/2017	8:00:00	6569.28	6377.92	-5.83	1.0093	6239.36	329.92
58	04/10/2017	9:00:00	6999.35	6383.69	-4.67	1.0925	6936.2	63.15
59	04/10/2017	10:00:00	7787.94	6436.73	1.1	1.189	7450.92	337.02
60	04/10/2017	11:00:00	8083.74	6490.36	6.35	1.226	7766.85	316.9
61	04/10/2017	12:00:00	8422.95	6558.04	12.49	1.2612	8043.36	379.6
62	04/10/2017	13:00:00	8459.65	6593.49	14.78	1.2742	8314.34	145.31
63	04/10/2017	14:00:00	8412.78	6621.72	16.13	1.2654	8328.04	84.74



Continuación E.1

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
64	04/10/2017	15:00:00	7899.8	6586.94	11.04	1.2184	8214.78	-314.98
65	04/10/2017	16:00:00	7833.82	6585.49	9.79	1.1941	7908.66	-74.85
66	04/10/2017	17:00:00	7568.63	6592.43	9.5	1.1491	7585.03	-16.39
67	04/10/2017	18:00:00	7286.98	6611.1	10.42	1.0992	7236.73	50.25
68	04/10/2017	19:00:00	7078.66	6606.35	8.9	1.0765	7160.68	-82.02
69	04/10/2017	20:00:00	7104.58	6611.42	8.52	1.0758	7125.24	-20.66
70	04/10/2017	21:00:00	6566.21	6603.27	6.85	0.9995	6649.93	-83.72
71	04/10/2017	22:00:00	5885.76	6587.76	4.62	0.8996	5986.99	-101.23
72	04/10/2017	23:00:00	5206.47	6576.14	2.99	0.7957	5271.39	-64.92
73	05/10/2017	0:00:00	4755.07	6535.85	-1.34	0.7374	4916.83	-161.76
74	05/10/2017	1:00:00	4455.17	6497.73	-5.01	0.6936	4584.18	-129.01
75	05/10/2017	2:00:00	4294.65	6459.32	-8.35	0.6719	4408	-113.35
76	05/10/2017	3:00:00	4224	6423.17	-11.13	0.6634	4317.01	-93.01
77	05/10/2017	4:00:00	4178.88	6393.26	-13.01	0.6575	4240.98	-62.1
78	05/10/2017	5:00:00	4238.59	6371.18	-13.92	0.6672	4268.94	-30.35
79	05/10/2017	6:00:00	4724.74	6366.76	-12.97	0.7399	4689.72	35.02
80	05/10/2017	7:00:00	5613.88	6360.78	-12.27	0.8806	5583.17	30.71
81	05/10/2017	8:00:00	6550.27	6376.78	-9.44	1.0183	6407.63	142.64
82	05/10/2017	9:00:00	6830.39	6344.3	-11.75	1.0846	6956.22	-125.83
83	05/10/2017	10:00:00	7539.88	6334.33	-11.57	1.1896	7529.27	10.61
84	05/10/2017	11:00:00	7932.83	6352.35	-8.61	1.2374	7751.52	181.31
85	05/10/2017	12:00:00	7809.13	6313.34	-11.65	1.2491	8000.83	-191.7
86	05/10/2017	13:00:00	8159.75	6322.1	-9.61	1.2824	8029.71	130.04
87	05/10/2017	14:00:00	8166.44	6340.76	-6.78	1.2766	7987.6	178.85
88	05/10/2017	15:00:00	8108.13	6398.08	-0.37	1.2429	7717.57	390.57
89	05/10/2017	16:00:00	7645.47	6398.71	-0.27	1.1945	7639.53	5.94
90	05/10/2017	17:00:00	7337.66	6395.89	-0.53	1.1482	7352.28	-14.61
91	05/10/2017	18:00:00	7152.19	6417.64	1.7	1.1068	7029.75	122.44
92	05/10/2017	19:00:00	7001.85	6436.38	3.41	1.0822	6910.17	91.68
93	05/10/2017	20:00:00	7156.41	6482.21	7.65	1.0899	6928.2	228.21
94	05/10/2017	21:00:00	6499.97	6492.58	7.92	1.0003	6486.35	13.62
95	05/10/2017	22:00:00	5894.59	6510.92	8.96	0.9025	5847.75	46.84
96	05/10/2017	23:00:00	5202.82	6523.69	9.34	0.7966	5187.67	15.15
97	06/10/2017	0:00:00	4766.78	6519.22	7.96	0.7343	4817.69	-50.91



Continuación E.1

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
98	06/10/2017	1:00:00	4444.61	6503.37	5.58	0.6885	4527.2	-82.59
99	06/10/2017	2:00:00	4304.83	6488.55	3.54	0.6677	4373.33	-68.5
100	06/10/2017	3:00:00	4213.25	6463.85	0.72	0.6576	4306.93	-93.68
101	06/10/2017	4:00:00	4158.15	6436.45	-2.1	0.6518	4250.6	-92.45
102	06/10/2017	5:00:00	4239.37	6418.31	-3.7	0.6638	4292.88	-53.51
103	06/10/2017	6:00:00	4757.77	6417.76	-3.39	0.7406	4746.14	11.63
104	06/10/2017	7:00:00	5549.95	6391.93	-5.63	0.8745	5648.79	-98.84
105	06/10/2017	8:00:00	6391.49	6364.41	-7.82	1.0113	6502.91	-111.42
106	06/10/2017	9:00:00	6914.68	6360.4	-7.44	1.0858	6894.06	20.62
107	06/10/2017	10:00:00	7341.92	6316.67	-11.07	1.176	7557.79	-215.87
108	06/10/2017	11:00:00	7717.99	6291.95	-12.43	1.232	7802.46	-84.47
109	06/10/2017	12:00:00	8027.25	6308.93	-9.49	1.2607	7843.57	183.69
110	06/10/2017	13:00:00	7943.94	6278.42	-11.59	1.2739	8078.67	-134.73
111	06/10/2017	14:00:00	7827.94	6239.79	-14.3	1.2656	8000.53	-172.58
112	06/10/2017	15:00:00	7556.7	6196.42	-17.2	1.2312	7737.4	-180.7
113	06/10/2017	16:00:00	7184.1	6146.26	-20.5	1.1817	7380.91	-196.82
114	06/10/2017	17:00:00	6944.25	6110.24	-22.05	1.1423	7033.35	-89.1
115	06/10/2017	18:00:00	6501.9	6045.42	-26.33	1.0912	6738.56	-236.66
116	06/10/2017	19:00:00	6367.68	5992.13	-29.02	1.0724	6513.61	-145.93
117	06/10/2017	20:00:00	6588.1	5979.39	-27.4	1.0959	6499.33	88.77
118	06/10/2017	21:00:00	6199.1	6001.04	-22.49	1.0167	5953.77	245.33
119	06/10/2017	22:00:00	5666.5	6038.63	-16.48	0.9204	5395.42	271.08
120	06/10/2017	23:00:00	5097.79	6097.61	-8.94	0.8163	4797.23	300.56
121	09/10/2017	0:00:00	4464.19	6086.82	-9.12	0.7339	4470.99	-6.8
122	09/10/2017	1:00:00	4230.52	6091.04	-7.79	0.6915	4184.57	45.95
123	09/10/2017	2:00:00	4098.24	6094.22	-6.69	0.6701	4061.62	36.62
124	09/10/2017	3:00:00	4025.47	6094.29	-6.01	0.6591	4003.25	22.22
125	09/10/2017	4:00:00	4022.4	6104.91	-4.35	0.6553	3968.2	54.2
126	09/10/2017	5:00:00	4099.97	6115.66	-2.84	0.6671	4049.83	50.14
127	09/10/2017	6:00:00	4522.18	6111.44	-2.98	0.7403	4527.28	-5.1
128	09/10/2017	7:00:00	5423.81	6127.27	-1.1	0.8798	5341.61	82.2
129	09/10/2017	8:00:00	6123.84	6112.07	-2.51	1.0066	6195.13	-71.29
130	09/10/2017	9:00:00	6857.46	6150.71	1.61	1.1004	6634.06	223.4
131	09/10/2017	10:00:00	7485.35	6194.89	5.86	1.1921	7234.99	250.36



Continuación E.1

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
132	09/10/2017	11:00:00	8042.27	6266.15	12.4	1.2577	7639.43	402.84
133	09/10/2017	12:00:00	8177	6320.04	16.55	1.2773	7915.49	261.51
134	09/10/2017	13:00:00	8432.39	6393.19	22.21	1.2964	8071.93	360.46
135	09/10/2017	14:00:00	8249	6435.91	24.26	1.2736	8119.22	129.79
136	09/10/2017	15:00:00	8262.49	6510.33	29.28	1.2502	7953.71	308.78
137	09/10/2017	16:00:00	8136.41	6608.79	36.2	1.2064	7727.63	408.78
138	09/10/2017	17:00:00	7733.95	6670.06	38.7	1.1509	7590.75	143.2
139	09/10/2017	18:00:00	7319.23	6708.55	38.68	1.0911	7320.38	-1.15
140	09/10/2017	19:00:00	7001.28	6703.49	34.31	1.0584	7235.85	-234.57
141	09/10/2017	20:00:00	6942.53	6657.28	26.26	1.0694	7383.71	-441.18
142	09/10/2017	21:00:00	6527.24	6630.9	20.99	1.0005	6794.83	-267.59
143	09/10/2017	22:00:00	5804.16	6582.71	14.07	0.9011	6122.53	-318.37
144	09/10/2017	23:00:00	5108.93	6529.14	7.31	0.7994	5385.06	-276.13
145	10/10/2017	0:00:00	4617.6	6487.59	2.42	0.7228	4796.88	-179.28
146	10/10/2017	1:00:00	4321.54	6441.86	-2.39	0.6812	4488.04	-166.5
147	10/10/2017	2:00:00	4183.87	6400.35	-6.3	0.6619	4314.93	-131.06
148	10/10/2017	3:00:00	4106.88	6361.5	-9.56	0.6523	4214.14	-107.26
149	10/10/2017	4:00:00	4101.12	6333.17	-11.43	0.6514	4162.61	-61.49
150	10/10/2017	5:00:00	4180.99	6310.82	-12.53	0.6648	4217.39	-36.4
151	10/10/2017	6:00:00	4691.33	6306.08	-11.75	0.7421	4662.54	28.79
152	10/10/2017	7:00:00	5539.58	6294.71	-11.71	0.8799	5537.92	1.66
153	10/10/2017	8:00:00	6404.35	6298.88	-10.12	1.0117	6324.41	79.94
154	10/10/2017	9:00:00	6811.01	6268.94	-12.1	1.0934	6920.01	-109
155	10/10/2017	10:00:00	7322.33	6233.9	-14.4	1.1834	7459.06	-136.73
156	10/10/2017	11:00:00	7903.26	6232.35	-13.11	1.2629	7822.47	80.79
157	10/10/2017	12:00:00	8225.96	6263.45	-8.69	1.2953	7943.65	282.31
158	10/10/2017	13:00:00	8488.65	6313.36	-2.83	1.3205	8108.74	379.91
159	10/10/2017	14:00:00	8398.57	6367.25	2.84	1.2963	8037.41	361.17
160	10/10/2017	15:00:00	8035.16	6381.53	3.98	1.2546	7963.65	71.51
161	10/10/2017	16:00:00	7715.75	6387.54	4.19	1.2072	7703.52	12.22
162	10/10/2017	17:00:00	7587.26	6431.85	8.2	1.1653	7356.33	230.93
163	10/10/2017	18:00:00	7365.89	6502.22	14.42	1.112	7026.73	339.16
164	10/10/2017	19:00:00	7174.66	6569.04	19.66	1.0753	6897.34	277.32
165	10/10/2017	20:00:00	7082.11	6595.52	20.34	1.0716	7045.66	36.45





Continuación E.1

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
166	10/10/2017	21:00:00	6497.86	6591.59	17.91	0.9931	6619.22	-121.36
167	10/10/2017	22:00:00	5907.26	6598.77	16.84	0.8981	5955.65	-48.39
168	10/10/2017	23:00:00	5200.51	6593.59	14.64	0.7941	5288.51	-88
169	11/10/2017	0:00:00	4618.75	6564.58	10.27	0.7132	4776.51	-157.76
170	11/10/2017	1:00:00	4382.6	6546.62	7.45	0.6753	4478.73	-96.13
171	11/10/2017	2:00:00	4199.42	6512.19	3.26	0.6534	4338.04	-138.62
172	11/10/2017	3:00:00	4160.84	6488.05	0.52	0.6468	4250.21	-89.37
173	11/10/2017	4:00:00	4117.06	6454.83	-2.85	0.6446	4226.95	-109.89
174	11/10/2017	5:00:00	4223.04	6432.02	-4.85	0.6607	4289.39	-66.35
175	11/10/2017	6:00:00	4636.04	6391.15	-8.45	0.7337	4769.68	-133.64
176	11/10/2017	7:00:00	5603.71	6379.83	-8.74	0.8791	5616.35	-12.64
177	11/10/2017	8:00:00	6260.74	6334.58	-12.39	1	6445.43	-184.69
178	11/10/2017	9:00:00	6823.67	6305.88	-14.02	1.0878	6912.83	-89.16
179	11/10/2017	10:00:00	7707.87	6336.19	-9.59	1.1999	7445.61	262.26
180	11/10/2017	11:00:00	7881.76	6309.46	-11.3	1.2561	7989.97	-108.21
181	11/10/2017	12:00:00	7991.15	6272.4	-13.88	1.2847	8158	-166.85
182	11/10/2017	13:00:00	7968.91	6213.79	-18.35	1.3015	8264.27	-295.36
183	11/10/2017	14:00:00	8217.52	6224.15	-15.48	1.3083	8031.38	186.14
184	11/10/2017	15:00:00	7994.84	6241.38	-12.21	1.2678	7789.69	205.15
185	11/10/2017	16:00:00	7611.49	6244.38	-10.69	1.2131	7519.68	91.81
186	11/10/2017	17:00:00	7447.1	6265.12	-7.54	1.177	7263.97	183.13
187	11/10/2017	18:00:00	6991.49	6263.57	-6.95	1.1141	6958.19	33.3
188	11/10/2017	19:00:00	6981.7	6303.85	-2.22	1.0914	6727.78	253.92
189	11/10/2017	20:00:00	7059.26	6358.86	3.5	1.0909	6752.61	306.65
190	11/10/2017	21:00:00	6517.63	6402.41	7.51	1.0056	6318.74	198.89
191	11/10/2017	22:00:00	5881.54	6437.65	10.28	0.9059	5757	124.54
192	11/10/2017	23:00:00	5214.73	6471.78	12.66	0.7999	5120.04	94.69
193	12/10/2017	0:00:00	4710.72	6508.56	15.08	0.7185	4624.7	86.02
194	12/10/2017	1:00:00	4361.08	6510.47	13.76	0.6726	4405.53	-44.45
195	12/10/2017	2:00:00	4257.02	6522.48	13.58	0.653	4262.74	-5.72
196	12/10/2017	3:00:00	4211.34	6531.02	13.08	0.6458	4227.65	-16.31
197	12/10/2017	4:00:00	4118.21	6512.97	9.97	0.6385	4218.56	-100.35
198	12/10/2017	5:00:00	4215.56	6494.45	7.12	0.6549	4309.65	-94.09
199	12/10/2017	6:00:00	4733.95	6491.61	6.12	0.7315	4770.52	-36.57



Continuación E.1

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
200	12/10/2017	7:00:00	5573.57	6466.14	2.96	0.8706	5712.41	-138.84
201	12/10/2017	8:00:00	6433.73	6462.02	2.25	0.9978	6469.14	-35.41
202	12/10/2017	9:00:00	7044.86	6466.71	2.5	1.0886	7031.63	13.23
203	12/10/2017	10:00:00	7676.39	6454.84	1.06	1.1946	7762.58	-86.19
204	12/10/2017	11:00:00	8154.97	6463.23	1.79	1.2589	8108.98	45.99
205	12/10/2017	12:00:00	8239.02	6454.69	0.76	1.2805	8305.34	-66.32
206	12/10/2017	13:00:00	8465.99	6465.35	1.75	1.3055	8401.58	64.41
207	12/10/2017	14:00:00	8214.25	6429.4	-2.02	1.293	8460.92	-246.67
208	12/10/2017	15:00:00	7864.09	6382.5	-6.51	1.25	8148.59	-284.5
209	12/10/2017	16:00:00	7694.81	6369.46	-7.16	1.2106	7734.41	-39.61
210	12/10/2017	17:00:00	7499.9	6364.28	-6.96	1.1777	7488.22	11.68
211	12/10/2017	18:00:00	7350.91	6405.48	-2.15	1.1308	7082.62	268.29
212	12/10/2017	19:00:00	7188.86	6440.01	1.52	1.1038	6988.72	200.14
213	12/10/2017	20:00:00	7021.64	6440.59	1.43	1.0905	7026.78	-5.14
214	12/10/2017	21:00:00	6420.48	6430.6	0.29	1.002	6477.9	-57.42
215	12/10/2017	22:00:00	5864.65	6439.51	1.15	0.9083	5825.59	39.06
216	12/10/2017	23:00:00	5188.03	6449.67	2.05	0.8021	5151.96	36.07
217	13/10/2017	0:00:00	4726.08	6476.94	4.57	0.7241	4635.47	90.61
218	13/10/2017	1:00:00	4401.02	6493.9	5.81	0.6752	4359.38	41.64
219	13/10/2017	2:00:00	4259.14	6504.21	6.26	0.6539	4244.43	14.71
220	13/10/2017	3:00:00	4211.14	6512.5	6.46	0.6462	4204.59	6.55
221	13/10/2017	4:00:00	4233.99	6541.46	8.71	0.6429	4162.18	71.81
222	13/10/2017	5:00:00	4243.77	6536.15	7.31	0.6521	4289.68	-45.91
223	13/10/2017	6:00:00	4740.48	6530.87	6.05	0.7287	4786.51	-46.03
224	13/10/2017	7:00:00	5565.7	6508.2	3.18	0.8629	5690.73	-125.03
225	13/10/2017	8:00:00	6332.93	6478.47	-0.11	0.9877	6497.15	-164.22
226	13/10/2017	9:00:00	6736.13	6420.28	-5.92	1.0689	7052.24	-316.11
227	13/10/2017	10:00:00	7151.46	6328.8	-14.48	1.1623	7662.5	-511.04
228	13/10/2017	11:00:00	7657.12	6267.93	-19.11	1.2403	7949.12	-292
229	13/10/2017	12:00:00	7773.99	6213.22	-22.67	1.2659	8001.91	-227.92
230	13/10/2017	13:00:00	8157.64	6202.21	-21.51	1.3104	8081.47	76.17
231	13/10/2017	14:00:00	7825.07	6154.98	-24.08	1.2821	7991.37	-166.3
232	13/10/2017	15:00:00	7486.24	6102.55	-26.91	1.2384	7663.41	-177.17
233	13/10/2017	16:00:00	7222.12	6053.69	-29.11	1.2018	7354.96	-132.85



Continuación E.1

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
234	13/10/2017	17:00:00	7025.08	6012.68	-30.3	1.173	7095.16	-70.08
235	13/10/2017	18:00:00	6506.68	5936.67	-34.87	1.1134	6765.13	-258.45
236	13/10/2017	19:00:00	6312.19	5865.11	-38.54	1.09	6514.7	-202.51
237	13/10/2017	20:00:00	6542.98	5861.21	-35.08	1.1034	6354.09	188.89
238	13/10/2017	21:00:00	6168.19	5892.09	-28.48	1.0244	5837.78	330.41
239	13/10/2017	22:00:00	5679.36	5941.43	-20.7	0.9321	5325.94	353.42
240	13/10/2017	23:00:00	5229.89	6040.55	-8.72	0.834	4749.31	480.58
241	16/10/2017	0:00:00	4458.63	6056.99	-6.2	0.7301	4367.54	91.09
242	16/10/2017	1:00:00	4173.31	6076.89	-3.59	0.681	4085.2	88.11
243	16/10/2017	2:00:00	4055.42	6098.98	-1.02	0.6594	3971.48	83.94
244	16/10/2017	3:00:00	4029.31	6125.4	1.72	0.652	3940.63	88.68
245	16/10/2017	4:00:00	4005.5	6147.84	3.79	0.6472	3938.9	66.6
246	16/10/2017	5:00:00	4112.44	6182.62	6.89	0.6586	4011.4	101.04
247	16/10/2017	6:00:00	4543.87	6198.77	7.82	0.7309	4510.15	33.72
248	16/10/2017	7:00:00	5388.67	6214.29	8.59	0.865	5355.46	33.21
249	16/10/2017	8:00:00	6334.47	6261	12.4	0.9997	6146.17	188.3
250	16/10/2017	9:00:00	6754.36	6282.53	13.31	1.072	6705.59	48.78
251	16/10/2017	10:00:00	7375.53	6305.82	14.31	1.166	7317.57	57.95
252	16/10/2017	11:00:00	7957.8	6339.34	16.23	1.2478	7838.65	119.15
253	16/10/2017	12:00:00	8306.41	6396.82	20.36	1.2822	8045.36	261.05
254	16/10/2017	13:00:00	8188.17	6383.49	16.99	1.2965	8408.85	-220.68
255	16/10/2017	14:00:00	7975.39	6364.45	13.39	1.2676	8206.35	-230.96
256	16/10/2017	15:00:00	7944.93	6385.41	14.14	1.2413	7898	46.93
257	16/10/2017	16:00:00	7794.28	6416.76	15.86	1.2082	7690.91	103.36
258	16/10/2017	17:00:00	7495.48	6424.06	15.01	1.1699	7545.72	-50.24
259	16/10/2017	18:00:00	7209.4	6446.24	15.72	1.1159	7169.44	39.96
260	16/10/2017	19:00:00	7083.84	6469.31	16.46	1.0925	7043.79	40.05
261	16/10/2017	20:00:00	6994.75	6456.44	13.53	1.0934	7156.58	-161.83
262	16/10/2017	21:00:00	6495.94	6444.18	10.95	1.0162	6628.02	-132.08
263	16/10/2017	22:00:00	5840.06	6417.2	7.15	0.9211	6016.81	-176.75
264	16/10/2017	23:00:00	5061.7	6353.36	0.06	0.8153	5357.74	-296.04
265	17/10/2017	0:00:00	4587.84	6339.51	-1.34	0.7269	4638.61	-50.77
266	17/10/2017	1:00:00	4309.06	6336.14	-1.54	0.6805	4315.99	-6.93
267	17/10/2017	2:00:00	4169.28	6332.19	-1.78	0.6589	4177.22	-7.94



Continuación E.1

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
268	17/10/2017	3:00:00	4118.59	6327.68	-2.05	0.6514	4127.51	-8.92
269	17/10/2017	4:00:00	4079.23	6321.08	-2.51	0.6463	4093.92	-14.69
270	17/10/2017	5:00:00	4224.38	6337.65	-0.6	0.6626	4161.57	62.81
271	17/10/2017	6:00:00	4673.85	6348.65	0.56	0.7335	4631.44	42.41
272	17/10/2017	7:00:00	5658.43	6387.67	4.41	0.8754	5492.1	166.33
273	17/10/2017	8:00:00	6266.1	6367.25	1.92	0.9919	6390.19	-124.09
274	17/10/2017	9:00:00	6840.19	6371.5	2.16	1.0728	6827.74	12.45
275	17/10/2017	10:00:00	7492.07	6384.06	3.2	1.1698	7431.45	60.62
276	17/10/2017	11:00:00	7900	6376.04	2.08	1.2434	7969.93	-69.93
277	17/10/2017	12:00:00	8014.95	6352.68	-0.47	1.2719	8178.02	-163.07
278	17/10/2017	13:00:00	8056.45	6324.53	-3.24	1.2852	8235.89	-179.44
279	17/10/2017	14:00:00	8123.63	6338.74	-1.49	1.2746	8013.08	110.56
280	17/10/2017	15:00:00	7933.79	6348.11	-0.41	1.2455	7866.37	67.42
281	17/10/2017	16:00:00	7537.39	6325.84	-2.59	1.1999	7669.5	-132.11
282	17/10/2017	17:00:00	7365.89	6317.82	-3.14	1.1679	7397.64	-31.75
283	17/10/2017	18:00:00	7116.29	6327.17	-1.89	1.1203	7046.61	69.68
284	17/10/2017	19:00:00	7112.64	6362.3	1.81	1.1052	6910.46	202.18
285	17/10/2017	20:00:00	7259.52	6419.17	7.32	1.1122	6958.53	300.99
286	17/10/2017	21:00:00	6610.75	6442.22	8.89	1.0212	6530.79	79.96
287	17/10/2017	22:00:00	5922.43	6446.87	8.47	0.9199	5942	-19.57
288	17/10/2017	23:00:00	5240.06	6449.65	7.9	0.8139	5263.26	-23.2
289	18/10/2017	0:00:00	4650.43	6445.57	6.7	0.7242	4693.95	-43.52
290	18/10/2017	1:00:00	4341.89	6437.88	5.26	0.6775	4390.86	-48.97
291	18/10/2017	2:00:00	4204.22	6430.6	4.01	0.6564	4245.57	-41.35
292	18/10/2017	3:00:00	4136.83	6417.72	2.32	0.648	4191.82	-54.99
293	18/10/2017	4:00:00	4100.54	6405.03	0.82	0.6432	4149.06	-48.52
294	18/10/2017	5:00:00	4204.99	6393.94	-0.37	0.6601	4244.44	-39.45
295	18/10/2017	6:00:00	4680.38	6390.99	-0.63	0.7329	4689.83	-9.45
296	18/10/2017	7:00:00	5575.49	6386.07	-1.06	0.8742	5594.25	-18.76
297	18/10/2017	8:00:00	6461.75	6410.9	1.53	0.9999	6333.35	128.4
298	18/10/2017	9:00:00	6998.97	6434.78	3.76	1.0802	6879.12	119.85
299	18/10/2017	10:00:00	7775.27	6480.21	7.93	1.1848	7531.55	243.71
300	18/10/2017	11:00:00	7904.03	6461.87	5.3	1.2333	8067.36	-163.32
301	18/10/2017	12:00:00	7794.73	6399.39	-1.47	1.245	8225.81	-431.07



Continuación E.1

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
302	18/10/2017	13:00:00	8109.26	6380.29	-3.24	1.2781	8222.54	-113.28
303	18/10/2017	14:00:00	8043.36	6363.74	-4.57	1.2693	8128.24	-84.88
304	18/10/2017	15:00:00	7874.46	6351.76	-5.31	1.2426	7920.59	-46.13
305	18/10/2017	16:00:00	7636.45	6350.03	-4.95	1.2012	7614.96	21.48
306	18/10/2017	17:00:00	7522.36	6364.25	-3.03	1.1749	7410.43	111.93
307	18/10/2017	18:00:00	7164.1	6367.92	-2.36	1.1227	7126.56	37.54
308	18/10/2017	19:00:00	6907	6342.32	-4.69	1.0971	7035.37	-128.37
309	18/10/2017	20:00:00	7373.95	6396.17	1.17	1.1325	7048.45	325.5
310	18/10/2017	21:00:00	6926.6	6474.44	8.88	1.0455	6532.93	393.67
311	18/10/2017	22:00:00	6147.84	6523.33	12.88	0.9312	5963.78	184.06
312	18/10/2017	23:00:00	5366.4	6547.66	14.02	0.8167	5319.79	46.61
313	19/10/2017	0:00:00	4877.57	6596.39	17.49	0.7318	4751.93	125.64
314	19/10/2017	1:00:00	4539.84	6631.33	19.24	0.681	4480.71	59.13
315	19/10/2017	2:00:00	4293.51	6628.75	17.06	0.652	4365.14	-71.63
316	19/10/2017	3:00:00	4234.38	6623.51	14.83	0.6437	4306.62	-72.24
317	19/10/2017	4:00:00	4235.71	6627.66	13.76	0.6412	4270.02	-34.31
318	19/10/2017	5:00:00	4308.87	6618.62	11.48	0.6556	4384.14	-75.27
319	19/10/2017	6:00:00	4796.92	6613.05	9.77	0.7292	4859.41	-62.49
320	19/10/2017	7:00:00	5770.94	6618.47	9.34	0.8731	5789.97	-19.03
321	19/10/2017	8:00:00	6230.78	6548.5	1.41	0.9757	6627.28	-396.5
322	19/10/2017	9:00:00	6889.53	6515.5	-2.03	1.0688	7075.4	-185.87
323	19/10/2017	10:00:00	7518.94	6480	-5.38	1.1726	7717.18	-198.24
324	19/10/2017	11:00:00	7958.56	6470.32	-5.81	1.2317	7985.08	-26.52
325	19/10/2017	12:00:00	8158.77	6482.27	-4.03	1.2518	8048.23	110.54
326	19/10/2017	13:00:00	8291.27	6480.04	-3.85	1.2788	8279.75	11.52
327	19/10/2017	14:00:00	8252.45	6481.29	-3.34	1.2713	8220.04	32.41
328	19/10/2017	15:00:00	8338.53	6524.43	1.31	1.2603	8049.72	288.81
329	19/10/2017	16:00:00	7918.7	6539.02	2.63	1.2061	7838.91	79.78
330	19/10/2017	17:00:00	7702.27	6544.42	2.91	1.1759	7686.03	16.24
331	19/10/2017	18:00:00	7339.77	6545.42	2.72	1.122	7350.5	-10.73
332	19/10/2017	19:00:00	7191.93	6549.55	2.86	1.0976	7184.15	7.78
333	19/10/2017	20:00:00	7149.89	6504.59	-1.92	1.1159	7420.7	-270.81
334	19/10/2017	21:00:00	6614.59	6467.46	-5.44	1.0341	6798.65	-184.06
335	19/10/2017	22:00:00	5866.75	6429.72	-8.67	0.9218	6017.12	-150.37



Continuación E.1

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
336	19/10/2017	23:00:00	5185.72	6406.69	-10.11	0.8131	5244.35	-58.63
337	20/10/2017	0:00:00	4743.36	6413.6	-8.41	0.7357	4681.1	62.26
338	20/10/2017	1:00:00	4366.27	6406.4	-8.29	0.6813	4362.18	4.09
339	20/10/2017	2:00:00	4212.68	6410.66	-7.03	0.6546	4171.78	40.9
340	20/10/2017	3:00:00	4199.04	6427.64	-4.63	0.6485	4121.75	77.29
341	20/10/2017	4:00:00	4172.93	6440.08	-2.92	0.6446	4118.22	54.71
342	20/10/2017	5:00:00	4226.31	6439.07	-2.73	0.656	4220.01	6.3
343	20/10/2017	6:00:00	4706.12	6439.92	-2.37	0.73	4693.07	13.05
344	20/10/2017	7:00:00	5655.93	6445.64	-1.56	0.8753	5620.59	35.34
345	20/10/2017	8:00:00	6534.53	6494.72	3.5	0.9909	6287.5	247.03
346	20/10/2017	9:00:00	6898.93	6489.52	2.63	1.066	6945.41	-46.48
347	20/10/2017	10:00:00	7609.38	6491.62	2.58	1.1724	7612.48	-3.11
348	20/10/2017	11:00:00	7954.91	6487.11	1.87	1.229	7998.58	-43.67
349	20/10/2017	12:00:00	8077.93	6481.78	1.15	1.249	8122.95	-45.02
350	20/10/2017	13:00:00	8158.99	6462.38	-0.91	1.2707	8290.36	-131.37
351	20/10/2017	14:00:00	8042.6	6434.47	-3.61	1.2606	8214.3	-171.7
352	20/10/2017	15:00:00	7902.87	6398.77	-6.82	1.2477	8105.07	-202.2
353	20/10/2017	16:00:00	7371.49	6335.92	-12.42	1.1848	7709.41	-337.92
354	20/10/2017	17:00:00	7162.55	6277	-17.07	1.1585	7435.99	-273.44
355	20/10/2017	18:00:00	6892.81	6236.59	-19.4	1.1136	7023.74	-130.93
356	20/10/2017	19:00:00	6997.06	6248.72	-16.25	1.1087	6824.01	173.05
357	20/10/2017	20:00:00	6792	6203.33	-19.16	1.1054	6954.56	-162.56
358	20/10/2017	21:00:00	6285.89	6163.02	-21.28	1.027	6395.25	-109.36
359	20/10/2017	22:00:00	5824.7	6177.16	-17.74	0.9324	5661.44	163.26
360	20/10/2017	23:00:00	5248.32	6218.51	-11.83	0.8285	5008.12	240.2
361	23/10/2017	0:00:00	4382.78	6156.81	-16.82	0.7238	4566.22	-183.44
362	23/10/2017	1:00:00	4139.71	6127.25	-18.09	0.6785	4183.14	-43.43
363	23/10/2017	2:00:00	3998.4	6108.98	-18.11	0.6545	3998.96	-0.56
364	23/10/2017	3:00:00	3967.29	6096.29	-17.57	0.6496	3949.74	17.55
365	23/10/2017	4:00:00	3944.64	6086.95	-16.74	0.6463	3918.13	26.51
366	23/10/2017	5:00:00	4054.46	6092.35	-14.53	0.6607	3981.83	72.63
367	23/10/2017	6:00:00	4494.33	6093.64	-12.95	0.7338	4436.58	57.75
368	23/10/2017	7:00:00	5422.27	6103.53	-10.66	0.8818	5322.36	99.91
369	23/10/2017	8:00:00	6092.73	6104.01	-9.55	0.9945	6037.51	55.22



Continuación E.1

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
370	23/10/2017	9:00:00	6663.16	6125.75	-6.42	1.0768	6496.4	166.76
371	23/10/2017	10:00:00	7361.7	6151.32	-3.22	1.1846	7174.15	187.55
372	23/10/2017	11:00:00	7543.65	6146.13	-3.42	1.2282	7555.75	-12.1
373	23/10/2017	12:00:00	8139.37	6217.48	4.06	1.2791	7672.43	466.94
374	23/10/2017	13:00:00	8396.49	6298.82	11.79	1.3018	7905.5	490.99
375	23/10/2017	14:00:00	8206.96	6350.56	15.78	1.2765	7955.14	251.82
376	23/10/2017	15:00:00	8142.11	6398.21	18.97	1.2601	7943.29	198.83
377	23/10/2017	16:00:00	7805.6	6451.39	22.39	1.1973	7602.93	202.67
378	23/10/2017	17:00:00	7396.02	6455.85	20.6	1.1521	7499.9	-103.88
379	23/10/2017	18:00:00	7190.98	6472.62	20.21	1.1123	7212.29	-21.31
380	23/10/2017	19:00:00	7365.12	6522.89	23.22	1.1189	7198.48	166.64
381	23/10/2017	20:00:00	7029.7	6508.8	19.49	1.0927	7235.93	-206.23
382	23/10/2017	21:00:00	6545.86	6497.34	16.39	1.0173	6704.78	-158.92
383	23/10/2017	22:00:00	5797.63	6454.62	10.48	0.9153	6073.21	-275.58
384	23/10/2017	23:00:00	5103.94	6404.12	4.38	0.8128	5356.55	-252.61
385	24/10/2017	0:00:00	4564.99	6388.24	2.36	0.7192	4638.33	-73.34
386	24/10/2017	1:00:00	4270.66	6371.41	0.44	0.6744	4335.76	-65.1
387	24/10/2017	2:00:00	4162.95	6369.49	0.2	0.6541	4170.68	-7.73
388	24/10/2017	3:00:00	4116.67	6363.16	-0.45	0.6483	4137.88	-21.21
389	24/10/2017	4:00:00	4106.11	6360.81	-0.64	0.6459	4112.26	-6.15
390	24/10/2017	5:00:00	4186.36	6355.32	-1.12	0.6597	4202.36	-16
391	24/10/2017	6:00:00	4672.7	6357	-0.84	0.7344	4662.41	10.29
392	24/10/2017	7:00:00	5695.88	6376.75	1.21	0.8875	5605.09	90.79
393	24/10/2017	8:00:00	6505.92	6410.71	4.49	1.0047	6343.1	162.82
394	24/10/2017	9:00:00	7220.16	6473.15	10.28	1.0961	6908.15	312.01
395	24/10/2017	10:00:00	7641.06	6476.84	9.63	1.1822	7680.08	-39.03
396	24/10/2017	11:00:00	7914.6	6478.02	8.78	1.225	7966.48	-51.88
397	24/10/2017	12:00:00	7917.23	6427.4	2.84	1.2554	8297.07	-379.84
398	24/10/2017	13:00:00	8093.32	6387.56	-1.43	1.2844	8371.19	-277.87
399	24/10/2017	14:00:00	8217.7	6396.48	-0.39	1.2806	8151.64	66.06
400	24/10/2017	15:00:00	8007.52	6387.77	-1.22	1.2569	8059.9	-52.38
401	24/10/2017	16:00:00	7491.49	6360.59	-3.82	1.1876	7646.89	-155.4
402	24/10/2017	17:00:00	7620.85	6408.4	1.34	1.1706	7323.43	297.42
403	24/10/2017	18:00:00	7145.1	6412.54	1.62	1.1133	7129.57	15.53



Continuación E.1

Período	Día	Hora	Demanda	Nivel	Tendencia	Estacionalidad	Ajustes	Residuos
404	24/10/2017	19:00:00	7127.04	6405.26	0.73	1.1158	7176.81	-49.77
405	24/10/2017	20:00:00	7062.34	6417.43	1.88	1.0966	6999.86	62.48
406	24/10/2017	21:00:00	6549.31	6423.1	2.26	1.0185	6530.05	19.26
407	24/10/2017	22:00:00	5929.15	6435.86	3.31	0.9183	5881.07	48.08
408	24/10/2017	23:00:00	5143.11	6416.93	1.08	0.8071	5233.46	-90.35





## APÉNDICE F. Resumen de resultados al modificar los coeficientes de suavización del Modelo Winters Multiplicativo

En las siguientes tablas se muestran los valores de pronóstico con sus respectivos valores de MAPE, MAE y MSE al ir modificando los coeficientes de suavización (Estudio de Sensibilidad).

**Tabla F.1 Valores Pronóstico para Nivel= 0.9 Tendencia= 0.1 y Estacionalidad= 0.2**

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4611.828	4611.83	4652.17	40.342	0.867	40.342	1627.482
2	25/10/2017	01:00:00	4304.807	4304.81	4320.39	15.583	0.361	15.583	242.838
3	25/10/2017	02:00:00	4153.340	4153.34	4206.71	53.370	1.269	53.370	2848.374
4	25/10/2017	03:00:00	4094.315	4094.32	4113.98	19.665	0.478	19.665	386.709
5	25/10/2017	04:00:00	4061.459	4061.46	4099.77	38.311	0.934	38.311	1467.716
6	25/10/2017	05:00:00	4135.862	4135.86	4202.11	66.248	1.577	66.248	4388.823
7	25/10/2017	06:00:00	4589.955	4589.95	4719.74	129.785	2.750	129.785	16844.155
8	25/10/2017	07:00:00	5474.889	5474.89	5662.08	187.191	3.306	187.191	35040.411
9	25/10/2017	08:00:00	6240.515	6240.52	6745.54	505.025	7.487	505.025	255050.011
10	25/10/2017	09:00:00	6772.599	6590.59	6612.48	21.892	0.331	21.892	479.258
11	25/10/2017	10:00:00	7377.419	7031.21	7047.55	16.337	0.232	16.337	266.890
12	25/10/2017	11:00:00	7723.001	7246.49	7478.78	232.290	3.106	232.290	53958.636
13	25/10/2017	12:00:00	7888.764	7328.59	7496.25	167.658	2.237	167.658	28109.194
14	25/10/2017	13:00:00	8035.476	7446.48	7516.02	69.544	0.925	69.544	4836.366
15	25/10/2017	14:00:00	7952.459	7392.29	7306.95	-85.337	1.168	85.337	7282.417
16	25/10/2017	15:00:00	7764.194	7287.68	7249.92	-37.763	0.521	37.763	1426.020
17	25/10/2017	16:00:00	7449.656	7103.45	7073.67	-29.781	0.421	29.781	886.901
18	25/10/2017	17:00:00	7232.427	7050.42	7172.35	121.934	1.700	121.934	14867.921
19	25/10/2017	18:00:00	6902.756	6902.76	7116.67	213.914	3.006	213.914	45759.019
20	25/10/2017	19:00:00	6793.981	6793.98	7077.12	283.139	4.001	283.139	80167.800
21	25/10/2017	20:00:00	6790.197	6790.20	7114.94	324.743	4.564	324.743	105458.312
22	25/10/2017	21:00:00	6288.267	6288.27	6699.08	410.813	6.132	410.813	168767.614
23	25/10/2017	22:00:00	5663.284	5663.28	6009.41	346.126	5.760	346.126	119803.470
24	25/10/2017	23:00:00	5002.499	5002.50	5308.04	305.541	5.756	305.541	93355.311
25	26/10/2017	00:00:00	4478.300	4478.30	4734.92	256.620	5.420	256.620	65853.835
26	26/10/2017	01:00:00	4180.018	4180.02	4418.88	238.862	5.405	238.862	57055.277
27	26/10/2017	02:00:00	4032.796	4032.80	4263.55	230.754	5.412	230.754	53247.492
28	26/10/2017	03:00:00	3975.340	3975.34	4183.49	208.150	4.976	208.150	43326.304
29	26/10/2017	04:00:00	3943.296	3943.30	4177.35	234.054	5.603	234.054	54781.235



Continuación F.1

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
30	26/10/2017	5:00:00	4015.388	4015.39	4272.97	257.582	6.028	257.582	66348.495
31	26/10/2017	6:00:00	4456.091	4456.09	4758.91	302.819	6.363	302.819	91699.129
32	26/10/2017	7:00:00	5315.023	5315.02	5737.92	422.897	7.37	422.897	178842.17
33	26/10/2017	8:00:00	6058.071	6058.07	6607.3	549.229	8.312	549.229	301653.037
34	26/10/2017	9:00:00	6574.357	6392.35	6852.47	460.124	6.715	460.124	211714.025
35	26/10/2017	10:00:00	7161.209	6815	7059.65	244.646	3.465	244.646	59851.778
36	26/10/2017	11:00:00	7496.387	7019.88	7411.59	391.714	5.285	391.714	153439.943
37	26/10/2017	12:00:00	7657.003	7096.83	7467.46	370.629	4.963	370.629	137366.154
38	26/10/2017	13:00:00	7799.115	7210.12	7682.69	472.575	6.151	472.575	223327.078
39	26/10/2017	14:00:00	7718.253	7158.08	7519.68	361.599	4.809	361.599	130753.851
40	26/10/2017	15:00:00	7535.251	7058.74	7407.35	348.61	4.706	348.61	121528.787
41	26/10/2017	16:00:00	7229.718	6883.51	7396.62	513.107	6.937	513.107	263278.846
42	26/10/2017	17:00:00	7018.639	6836.63	7380.3	543.672	7.367	543.672	295578.914
43	26/10/2017	18:00:00	6698.462	6698.46	7146.05	447.588	6.263	447.588	200334.913
44	26/10/2017	19:00:00	6592.658	6592.66	7108.98	516.322	7.263	516.322	266588.851
45	26/10/2017	20:00:00	6588.737	6588.74	7161.02	572.283	7.992	572.283	327508.175
46	26/10/2017	21:00:00	6101.468	6101.47	6676.99	575.522	8.619	575.522	331225.867
47	26/10/2017	22:00:00	5494.842	5494.84	6118.46	623.618	10.192	623.618	388899.479
48	26/10/2017	23:00:00	4853.526	4853.53	5351.43	497.904	9.304	497.904	247908.145
49	27/10/2017	0:00:00	4344.772	4344.77	4852.23	507.458	10.458	507.458	257513.593
50	27/10/2017	1:00:00	4055.228	4055.23	4484.35	429.122	9.569	429.122	184145.402
51	27/10/2017	2:00:00	3912.252	3912.25	4376.45	464.198	10.607	464.198	215479.973
52	27/10/2017	3:00:00	3856.365	3856.37	4268.74	412.375	9.66	412.375	170052.742
53	27/10/2017	4:00:00	3825.133	3825.13	4248	422.867	9.954	422.867	178816.535
54	27/10/2017	5:00:00	3894.914	3894.91	4332.86	437.946	10.108	437.946	191796.556
55	27/10/2017	6:00:00	4322.228	4322.23	4783.87	461.642	9.65	461.642	213113.564
56	27/10/2017	7:00:00	5155.156	5155.16	5685.31	530.154	9.325	530.154	281063.118
57	27/10/2017	8:00:00	5875.626	5875.63	6442.95	567.324	8.805	567.324	321856.776
58	27/10/2017	9:00:00	6376.115	6194.1	6752.06	557.956	8.263	557.956	311314.777
59	27/10/2017	10:00:00	6945	6598.79	7186.56	587.766	8.179	587.766	345468.494
60	27/10/2017	11:00:00	7269.773	6793.26	7297.53	504.268	6.91	504.268	254286.454
61	27/10/2017	12:00:00	7425.241	6865.07	7494.72	629.651	8.401	629.651	396460.175
62	27/10/2017	13:00:00	7562.754	6973.75	7552.71	578.956	7.666	578.956	335189.94
63	27/10/2017	14:00:00	7484.047	6923.87	7304.63	380.755	5.213	380.755	144974.46



Continuación F.1

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
64	27/10/2017	15:00:00	7306.309	6829.8	7143.55	313.752	4.392	313.752	98440.48
65	27/10/2017	16:00:00	7009.781	6663.58	6848.26	184.685	2.697	184.685	34108.546
66	27/10/2017	17:00:00	6804.852	6622.84	6800.07	177.229	2.606	177.229	31410.227
67	27/10/2017	18:00:00	6494.168	6494.17	6653.56	159.392	2.396	159.392	25405.869
68	27/10/2017	19:00:00	6391.334	6391.33	6556.42	165.086	2.518	165.086	27253.278
69	27/10/2017	20:00:00	6387.277	6387.28	6732.67	345.393	5.13	345.393	119296.423
70	27/10/2017	21:00:00	5914.669	5914.67	6419.14	504.471	7.859	504.471	254491.145
71	27/10/2017	22:00:00	5326.4	5326.4	5889.98	563.58	9.568	563.58	317622.113
72	27/10/2017	23:00:00	4704.554	4704.55	5343.36	638.806	11.955	638.806	408073.73
73	30/10/2017	0:00:00	4211.244	4211.24	4397.95	186.706	4.245	186.706	34859.102
74	30/10/2017	1:00:00	3930.439	3930.44	4174.65	244.211	5.85	244.211	59638.945
75	30/10/2017	2:00:00	3791.708	3791.71	4156.22	364.512	8.77	364.512	132869.164
76	30/10/2017	3:00:00	3737.391	3737.39	4096.51	359.119	8.766	359.119	128966.685
77	30/10/2017	4:00:00	3706.97	3706.97	4060.99	354.02	8.718	354.02	125330.28
78	30/10/2017	5:00:00	3774.44	3774.44	4178.11	403.67	9.662	403.67	162949.193
79	30/10/2017	6:00:00	4188.364	4188.36	4661.57	473.206	10.151	473.206	223923.779
80	30/10/2017	7:00:00	4995.29	4995.29	5146.95	151.66	2.947	151.66	23000.869
81	30/10/2017	8:00:00	5693.181	5693.18	6086.79	393.609	6.467	393.609	154928.01
82	30/10/2017	9:00:00	6177.873	5995.86	6657.79	661.928	9.942	661.928	438148.49
83	30/10/2017	10:00:00	6728.79	6382.58	7284.87	902.285	12.386	902.285	814118.455
84	30/10/2017	11:00:00	7043.159	6566.65	7687.68	1121.032	14.582	1121.032	1256713.56
85	30/10/2017	12:00:00	7193.48	6633.31	7642.37	1009.062	13.204	1009.062	1018206.664
86	30/10/2017	13:00:00	7326.393	6737.39	8179.39	1441.997	17.63	1441.997	2079354.961
87	30/10/2017	14:00:00	7249.841	6689.67	7800.19	1110.521	14.237	1110.521	1233257.372
88	30/10/2017	15:00:00	7077.366	6600.86	7764.48	1163.625	14.987	1163.625	1354022.503
89	30/10/2017	16:00:00	6789.843	6443.64	7844.35	1400.713	17.856	1400.713	1961996.714
90	30/10/2017	17:00:00	6591.064	6409.05	7956.67	1547.617	19.451	1547.617	2395118.125
91	30/10/2017	18:00:00	6289.874	6289.87	7987	1697.126	21.249	1697.126	2880238.319
92	30/10/2017	19:00:00	6190.011	6190.01	7762.37	1572.359	20.256	1572.359	2472312.542
93	30/10/2017	20:00:00	6185.817	6185.82	7165.44	979.623	13.671	979.623	959661.197
94	30/10/2017	21:00:00	5727.87	5727.87	6522.43	794.56	12.182	794.56	631325.677
95	30/10/2017	22:00:00	5157.959	5157.96	5817.03	659.071	11.33	659.071	434375.119
96	30/10/2017	23:00:00	4555.581	4555.58	5116.03	560.449	10.955	560.449	314103.335
97	31/10/2017	0:00:00	4077.716	4077.72	4658.12	580.404	12.46	580.404	336868.657



Continuación F.1

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
98	31/10/2017	1:00:00	3805.65	3805.65	4370.49	564.84	12.924	564.84	319044.293
99	31/10/2017	2:00:00	3671.164	3671.16	4243.39	572.226	13.485	572.226	327442.882
100	31/10/2017	3:00:00	3618.416	3618.42	4178.5	560.084	13.404	560.084	313694.222
101	31/10/2017	4:00:00	3588.807	3588.81	4196.74	607.933	14.486	607.933	369582.891
102	31/10/2017	5:00:00	3653.967	3653.97	4267.01	613.043	14.367	613.043	375822.308
103	31/10/2017	6:00:00	4054.501	4054.5	4768.7	714.199	14.977	714.199	510080.867
104	31/10/2017	7:00:00	4835.423	4835.42	5365.63	530.207	9.882	530.207	281119.34
105	31/10/2017	8:00:00	5510.736	5510.74	6345.22	834.484	13.151	834.484	696363.022
106	31/10/2017	9:00:00	5979.631	5797.62	6856.9	1059.28	15.448	1059.28	1122073.751
107	31/10/2017	10:00:00	6512.581	6166.38	7188.67	1022.295	14.221	1022.295	1045086.206
108	31/10/2017	11:00:00	6816.545	6340.03	7426.38	1086.346	14.628	1086.346	1180148.697
109	31/10/2017	12:00:00	6961.719	6401.55	7819.39	1417.844	18.132	1417.844	2010280.767
110	31/10/2017	13:00:00	7090.032	6501.03	8017.73	1516.698	18.917	1516.698	2300372.298
111	31/10/2017	14:00:00	7015.635	6455.46	7989.7	1534.237	19.203	1534.237	2353884.138
112	31/10/2017	15:00:00	6848.424	6371.91	7854.72	1482.807	18.878	1482.807	2198717.171
113	31/10/2017	16:00:00	6569.905	6223.7	7548.68	1324.981	17.552	1324.981	1755574.307
114	31/10/2017	17:00:00	6377.276	6195.27	7653.7	1458.435	19.055	1458.435	2127031.275
115	31/10/2017	18:00:00	6085.579	6085.58	7660.99	1575.411	20.564	1575.411	2481919.164
116	31/10/2017	19:00:00	5988.688	5988.69	7836.67	1847.982	23.581	1847.982	3415038.03
117	31/10/2017	20:00:00	5984.357	5984.36	7042.17	1057.813	15.021	1057.813	1118967.985
118	31/10/2017	21:00:00	5541.071	5541.07	6609.59	1068.519	16.166	1068.519	1141732.749
119	31/10/2017	22:00:00	4989.517	4989.52	5979.07	989.553	16.55	989.553	979215.304
120	31/10/2017	23:00:00	4406.608	4406.61	5256	849.392	16.16	849.392	721466.708
<b>Suma</b>							1068.406	68309.742	61204013.89
<b>Valor</b>							<b>8.903</b>	<b>569.25</b>	<b>510033.45</b>

**Tabla F.2 Valores Pronóstico para Nivel= 0.5 Tendencia= 0.1 y Estacionalidad= 0.2**

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4652.484401	4652.48	4652.17	-0.314	0.007	0.314	0.099
2	25/10/2017	01:00:00	4366.612682	4366.61	4320.39	-46.223	1.070	46.223	2136.536
3	25/10/2017	02:00:00	4226.678685	4226.68	4206.71	-19.969	0.475	19.969	398.748



Continuación F.2

Periodo	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
4	25/10/2017	3:00:00	4175.554142	4175.55	4113.98	-61.574	1.497	61.574	3791.375
5	25/10/2017	4:00:00	4140.101616	4140.1	4099.77	-40.332	0.984	40.332	1626.639
6	25/10/2017	5:00:00	4210.867631	4210.87	4202.11	-8.758	0.208	8.758	76.696
7	25/10/2017	6:00:00	4664.52671	4664.53	4719.74	55.213	1.17	55.213	3048.507
8	25/10/2017	7:00:00	5565.198229	5565.2	5662.08	96.882	1.711	96.882	9386.078
9	25/10/2017	8:00:00	6306.642591	6306.64	6745.54	438.897	6.506	438.897	192630.935
10	25/10/2017	9:00:00	6844.946542	6662.94	6612.48	-50.456	0.763	50.456	2545.761
11	25/10/2017	10:00:00	7456.174352	7109.97	7047.55	-62.419	0.886	62.419	3896.111
12	25/10/2017	11:00:00	7806.444406	7329.93	7478.78	148.847	1.99	148.847	22155.312
13	25/10/2017	12:00:00	7994.040701	7433.87	7496.25	62.382	0.832	62.382	3891.462
14	25/10/2017	13:00:00	8155.660297	7566.66	7516.02	-50.64	0.674	50.64	2564.44
15	25/10/2017	14:00:00	8082.761856	7522.59	7306.95	-215.64	2.951	215.64	46500.423
16	25/10/2017	15:00:00	7913.264499	7436.75	7249.92	-186.833	2.577	186.833	34906.753
17	25/10/2017	16:00:00	7563.512246	7217.31	7073.67	-143.637	2.031	143.637	20631.511
18	25/10/2017	17:00:00	7380.358113	7198.35	7172.35	-25.997	0.362	25.997	675.849
19	25/10/2017	18:00:00	7045.651262	7045.65	7116.67	71.019	0.998	71.019	5043.661
20	25/10/2017	19:00:00	6964.043084	6964.04	7077.12	113.077	1.598	113.077	12786.389
21	25/10/2017	20:00:00	6931.014651	6931.01	7114.94	183.925	2.585	183.925	33828.534
22	25/10/2017	21:00:00	6430.513944	6430.51	6699.08	268.566	4.009	268.566	72127.726
23	25/10/2017	22:00:00	5797.985147	5797.99	6009.41	211.425	3.518	211.425	44700.469
24	25/10/2017	23:00:00	5124.827373	5124.83	5308.04	183.213	3.452	183.213	33566.867
25	26/10/2017	0:00:00	4596.557967	4596.56	4734.92	138.362	2.922	138.362	19144.052
26	26/10/2017	1:00:00	4314.096342	4314.1	4418.88	104.784	2.371	104.784	10979.615
27	26/10/2017	2:00:00	4175.819816	4175.82	4263.55	87.73	2.058	87.73	7696.585
28	26/10/2017	3:00:00	4125.285242	4125.29	4183.49	58.205	1.391	58.205	3387.794
29	26/10/2017	4:00:00	4090.23451	4090.23	4177.35	87.115	2.085	87.115	7589.109
30	26/10/2017	5:00:00	4160.122688	4160.12	4272.97	112.847	2.641	112.847	12734.516
31	26/10/2017	6:00:00	4608.286506	4608.29	4758.91	150.623	3.165	150.623	22687.437
32	26/10/2017	7:00:00	5498.064901	5498.06	5737.92	239.855	4.18	239.855	57530.468
33	26/10/2017	8:00:00	6230.526917	6230.53	6607.3	376.773	5.702	376.773	141957.956
34	26/10/2017	9:00:00	6762.292443	6580.28	6852.47	272.189	3.972	272.189	74086.616
35	26/10/2017	10:00:00	7366.094233	7019.89	7059.65	39.761	0.563	39.761	1580.959
36	26/10/2017	11:00:00	7712.085077	7235.57	7411.59	176.016	2.375	176.016	30981.609
37	26/10/2017	12:00:00	7897.365138	7337.19	7467.46	130.267	1.744	130.267	16969.53



Continuación F.2

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
38	26/10/2017	13:00:00	8056.980471	7467.98	7682.69	214.71	2.795	214.71	46100.182
39	26/10/2017	14:00:00	7984.914739	7424.74	7519.68	94.938	1.263	94.938	9013.138
40	26/10/2017	15:00:00	7817.420914	7340.91	7407.35	66.44	0.897	66.44	4414.286
41	26/10/2017	16:00:00	7471.858524	7125.65	7396.62	270.967	3.663	270.967	73423.109
42	26/10/2017	17:00:00	7290.878652	7108.87	7380.3	271.432	3.678	271.432	73675.525
43	26/10/2017	18:00:00	6960.186612	6960.19	7146.05	185.863	2.601	185.863	34545.199
44	26/10/2017	19:00:00	6879.525635	6879.53	7108.98	229.454	3.228	229.454	52649.305
45	26/10/2017	20:00:00	6846.855486	6846.86	7161.02	314.165	4.387	314.165	98699.342
46	26/10/2017	21:00:00	6352.392536	6352.39	6676.99	324.597	4.861	324.597	105363.514
47	26/10/2017	22:00:00	5727.512372	5727.51	6118.46	390.948	6.39	390.948	152840.048
48	26/10/2017	23:00:00	5062.505068	5062.51	5351.43	288.925	5.399	288.925	83477.617
49	27/10/2017	0:00:00	4540.631534	4540.63	4852.23	311.598	6.422	311.598	97093.604
50	27/10/2017	1:00:00	4261.580002	4261.58	4484.35	222.77	4.968	222.77	49626.472
51	27/10/2017	2:00:00	4124.960947	4124.96	4376.45	251.489	5.746	251.489	63246.744
52	27/10/2017	3:00:00	4075.016342	4075.02	4268.74	193.724	4.538	193.724	37528.856
53	27/10/2017	4:00:00	4040.367404	4040.37	4248	207.633	4.888	207.633	43111.295
54	27/10/2017	5:00:00	4109.377744	4109.38	4332.86	223.482	5.158	223.482	49944.319
55	27/10/2017	6:00:00	4552.046302	4552.05	4783.87	231.824	4.846	231.824	53742.227
56	27/10/2017	7:00:00	5430.931573	5430.93	5685.31	254.378	4.474	254.378	64708.384
57	27/10/2017	8:00:00	6154.411242	6154.41	6442.95	288.539	4.478	288.539	83254.615
58	27/10/2017	9:00:00	6679.638344	6497.63	6752.06	254.433	3.768	254.433	64735.981
59	27/10/2017	10:00:00	7276.014113	6929.81	7186.56	256.751	3.573	256.751	65921.282
60	27/10/2017	11:00:00	7617.725748	7141.21	7297.53	156.315	2.142	156.315	24434.461
61	27/10/2017	12:00:00	7800.689575	7240.52	7494.72	254.203	3.392	254.203	64619.019
62	27/10/2017	13:00:00	7958.300645	7369.3	7552.71	183.409	2.428	183.409	33638.992
63	27/10/2017	14:00:00	7887.067622	7326.9	7304.63	-22.265	0.305	22.265	495.745
64	27/10/2017	15:00:00	7721.577329	7245.07	7143.55	-101.516	1.421	101.516	10305.563
65	27/10/2017	16:00:00	7380.204802	7034	6848.26	-185.739	2.712	185.739	34499.083
66	27/10/2017	17:00:00	7201.39919	7019.39	6800.07	-219.318	3.225	219.318	48100.464
67	27/10/2017	18:00:00	6874.721962	6874.72	6653.56	-221.162	3.324	221.162	48912.614
68	27/10/2017	19:00:00	6795.008186	6795.01	6556.42	-238.588	3.639	238.588	56924.323
69	27/10/2017	20:00:00	6762.696321	6762.7	6732.67	-30.026	0.446	30.026	901.58
70	27/10/2017	21:00:00	6274.271128	6274.27	6419.14	144.869	2.257	144.869	20986.99
71	27/10/2017	22:00:00	5657.039598	5657.04	5889.98	232.94	3.955	232.94	54261.231



Continuación F.2

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
72	27/10/2017	23:00:00	5000.182762	5000.18	5343.36	343.177	6.422	343.177	117770.617
73	30/10/2017	0:00:00	4484.7051	4484.71	4397.95	-86.755	1.973	86.755	7526.447
74	30/10/2017	1:00:00	4209.063662	4209.06	4174.65	-34.414	0.824	34.414	1184.3
75	30/10/2017	2:00:00	4074.102077	4074.1	4156.22	82.118	1.976	82.118	6743.353
76	30/10/2017	3:00:00	4024.747442	4024.75	4096.51	71.763	1.752	71.763	5149.865
77	30/10/2017	4:00:00	3990.500297	3990.5	4060.99	70.49	1.736	70.49	4968.798
78	30/10/2017	5:00:00	4058.632801	4058.63	4178.11	119.477	2.86	119.477	14274.801
79	30/10/2017	6:00:00	4495.806098	4495.81	4661.57	165.764	3.556	165.764	27477.671
80	30/10/2017	7:00:00	5363.798245	5363.8	5146.95	-216.848	4.213	216.848	47023.161
81	30/10/2017	8:00:00	6078.295567	6078.3	6086.79	8.494	0.14	8.494	72.155
82	30/10/2017	9:00:00	6596.984245	6414.97	6657.79	242.817	3.647	242.817	58959.981
83	30/10/2017	10:00:00	7185.933994	6839.73	7284.87	445.142	6.11	445.142	198150.973
84	30/10/2017	11:00:00	7523.36642	7046.86	7687.68	640.825	8.336	640.825	410656.155
85	30/10/2017	12:00:00	7704.014012	7143.84	7642.37	498.528	6.523	498.528	248530.442
86	30/10/2017	13:00:00	7859.620818	7270.62	8179.39	908.769	11.11	908.769	825861.426
87	30/10/2017	14:00:00	7789.220504	7229.05	7800.19	571.142	7.322	571.142	326202.937
88	30/10/2017	15:00:00	7625.733745	7149.22	7764.48	615.257	7.924	615.257	378541.502
89	30/10/2017	16:00:00	7288.55108	6942.35	7844.35	902.004	11.499	902.004	813611.997
90	30/10/2017	17:00:00	7111.919728	6929.91	7956.67	1026.761	12.904	1026.761	1054238.729
91	30/10/2017	18:00:00	6789.257313	6789.26	7987	1197.743	14.996	1197.743	1434587.545
92	30/10/2017	19:00:00	6710.490737	6710.49	7762.37	1051.879	13.551	1051.879	1106449.983
93	30/10/2017	20:00:00	6678.537157	6678.54	7165.44	486.903	6.795	486.903	237074.379
94	30/10/2017	21:00:00	6196.149719	6196.15	6522.43	326.28	5.002	326.28	106458.821
95	30/10/2017	22:00:00	5586.566824	5586.57	5817.03	230.463	3.962	230.463	53113.276
96	30/10/2017	23:00:00	4937.860456	4937.86	5116.03	178.17	3.483	178.17	31744.386
97	31/10/2017	0:00:00	4428.778666	4428.78	4658.12	229.341	4.923	229.341	52597.448
98	31/10/2017	1:00:00	4156.547322	4156.55	4370.49	213.943	4.895	213.943	45771.47
99	31/10/2017	2:00:00	4023.243208	4023.24	4243.39	220.147	5.188	220.147	48464.61
100	31/10/2017	3:00:00	3974.478542	3974.48	4178.5	204.021	4.883	204.021	41624.755
101	31/10/2017	4:00:00	3940.633191	3940.63	4196.74	256.107	6.103	256.107	65590.698
102	31/10/2017	5:00:00	4007.887858	4007.89	4267.01	259.122	6.073	259.122	67144.284
103	31/10/2017	6:00:00	4439.565893	4439.57	4768.7	329.134	6.902	329.134	108329.26
104	31/10/2017	7:00:00	5296.664917	5296.66	5365.63	68.965	1.285	68.965	4756.183

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
105	31/10/2017	8:00:00	6002.179892	6002.18	6345.22	343.04	5.406	343.04	117676.515
106	31/10/2017	9:00:00	6514.330146	6332.32	6856.9	524.581	7.65	524.581	275185.082
107	31/10/2017	10:00:00	7095.853874	6749.65	7188.67	439.022	6.107	439.022	192740
108	31/10/2017	11:00:00	7429.007091	6952.5	7426.38	473.884	6.381	473.884	224565.969
109	31/10/2017	12:00:00	7607.338449	7047.17	7819.39	772.224	9.876	772.224	596329.657
110	31/10/2017	13:00:00	7760.940992	7171.94	8017.73	845.789	10.549	845.789	715359.046
111	31/10/2017	14:00:00	7691.373387	7131.2	7989.7	858.499	10.745	858.499	737020.363
112	31/10/2017	15:00:00	7529.89016	7053.38	7854.72	801.341	10.202	801.341	642147.157
113	31/10/2017	16:00:00	7196.897359	6850.69	7548.68	697.988	9.246	697.988	487187.465
114	31/10/2017	17:00:00	7022.440267	6840.43	7653.7	813.271	10.626	813.271	661409.301
115	31/10/2017	18:00:00	6703.792663	6703.79	7660.99	957.197	12.494	957.197	916226.742
116	31/10/2017	19:00:00	6625.973288	6625.97	7836.67	1210.697	15.449	1210.697	1465786.527
117	31/10/2017	20:00:00	6594.377992	6594.38	7042.17	447.792	6.359	447.792	200517.682
118	31/10/2017	21:00:00	6118.028311	6118.03	6609.59	491.562	7.437	491.562	241632.894
119	31/10/2017	22:00:00	5516.09405	5516.09	5979.07	462.976	7.743	462.976	214346.731
120	31/10/2017	23:00:00	4875.53815	4875.54	5256	380.462	7.239	380.462	144751.219
<b>Suma</b>							531.670	34883.263	18548972.996
<b>Valor</b>							<b>4.431</b>	<b>290.69</b>	<b>154574.77</b>

**Tabla F.3 Valores Pronóstico para Nivel= 0.2 Tendencia= 0.1 y Estacionalidad= 0.2**

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4636.595753	4636.60	4652.17	15.574	0.335	15.574	242.557
2	25/10/2017	01:00:00	4345.133153	4345.13	4320.39	-24.743	0.573	24.743	612.224
3	25/10/2017	02:00:00	4209.719186	4209.72	4206.71	-3.009	0.072	3.009	9.055
4	25/10/2017	03:00:00	4173.255077	4173.26	4113.98	-59.275	1.441	59.275	3513.535
5	25/10/2017	04:00:00	4157.28496	4157.28	4099.77	-57.515	1.403	57.515	3307.971
6	25/10/2017	05:00:00	4249.803289	4249.80	4202.11	-47.693	1.135	47.693	2274.650
7	25/10/2017	06:00:00	4730.3017	4730.30	4719.74	-10.562	0.224	10.562	111.550
8	25/10/2017	07:00:00	5679.178653	5679.18	5662.08	-17.099	0.302	17.099	292.364
9	25/10/2017	08:00:00	6447.84092	6447.84	6745.54	297.699	4.413	297.699	88624.742
10	25/10/2017	09:00:00	7009.788948	6827.78	6612.48	-215.298	3.256	215.298	46353.202





Continuación F.3

Periodo	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
11	25/10/2017	10:00:00	7632.644242	7286.44	7047.55	-238.889	3.39	238.889	57067.825
12	25/10/2017	11:00:00	7973.23759	7496.73	7478.78	-17.947	0.24	17.947	322.08
13	25/10/2017	12:00:00	8164.046605	7603.87	7496.25	-107.624	1.436	107.624	11582.994
14	25/10/2017	13:00:00	8331.536648	7742.54	7516.02	-226.517	3.014	226.517	51309.792
15	25/10/2017	14:00:00	8263.121024	7702.95	7306.95	-395.999	5.419	395.999	156814.999
16	25/10/2017	15:00:00	8104.352716	7627.84	7249.92	-377.922	5.213	377.922	142824.816
17	25/10/2017	16:00:00	7724.844294	7378.64	7073.67	-304.969	4.311	304.969	93005.957
18	25/10/2017	17:00:00	7543.667829	7361.66	7172.35	-189.307	2.639	189.307	35837.072
19	25/10/2017	18:00:00	7200.574115	7200.57	7116.67	-83.904	1.179	83.904	7039.9
20	25/10/2017	19:00:00	7141.547725	7141.55	7077.12	-64.428	0.91	64.428	4150.932
21	25/10/2017	20:00:00	7092.549075	7092.55	7114.94	22.391	0.315	22.391	501.354
22	25/10/2017	21:00:00	6574.252927	6574.25	6699.08	124.827	1.863	124.827	15581.798
23	25/10/2017	22:00:00	5921.979104	5921.98	6009.41	87.431	1.455	87.431	7644.162
24	25/10/2017	23:00:00	5226.855233	5226.86	5308.04	81.185	1.529	81.185	6590.966
25	26/10/2017	0:00:00	4669.498274	4669.5	4734.92	65.422	1.382	65.422	4280.002
26	26/10/2017	1:00:00	4375.958263	4375.96	4418.88	42.922	0.971	42.922	1842.276
27	26/10/2017	2:00:00	4239.574822	4239.57	4263.55	23.975	0.562	23.975	574.809
28	26/10/2017	3:00:00	4202.843362	4202.84	4183.49	-19.353	0.463	19.353	374.553
29	26/10/2017	4:00:00	4186.751313	4186.75	4177.35	-9.401	0.225	9.401	88.385
30	26/10/2017	5:00:00	4279.916508	4279.92	4272.97	-6.947	0.163	6.947	48.254
31	26/10/2017	6:00:00	4763.809738	4763.81	4758.91	-4.9	0.103	4.9	24.007
32	26/10/2017	7:00:00	5719.39638	5719.4	5737.92	18.524	0.323	18.524	343.125
33	26/10/2017	8:00:00	6493.488544	6493.49	6607.3	113.811	1.723	113.811	12953.048
34	26/10/2017	9:00:00	7059.40026	6877.39	6852.47	-24.919	0.364	24.919	620.969
35	26/10/2017	10:00:00	7686.647845	7340.44	7059.65	-280.792	3.977	280.792	78844.334
36	26/10/2017	11:00:00	8029.634383	7553.12	7411.59	-141.533	1.91	141.533	20031.696
37	26/10/2017	12:00:00	8221.776026	7661.6	7467.46	-194.144	2.6	194.144	37691.791
38	26/10/2017	13:00:00	8390.433068	7801.43	7682.69	-118.743	1.546	118.743	14099.916
39	26/10/2017	14:00:00	8321.516607	7761.34	7519.68	-241.664	3.214	241.664	58401.643
40	26/10/2017	15:00:00	8161.609422	7685.1	7407.35	-277.748	3.75	277.748	77144.181
41	26/10/2017	16:00:00	7779.403738	7433.2	7396.62	-36.578	0.495	36.578	1337.966
42	26/10/2017	17:00:00	7596.931975	7414.92	7380.3	-34.621	0.469	34.621	1198.611
43	26/10/2017	18:00:00	7251.4008	7251.4	7146.05	-105.351	1.474	105.351	11098.791
44	26/10/2017	19:00:00	7191.942939	7191.94	7108.98	-82.963	1.167	82.963	6882.849



Continuación F.3

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
45	26/10/2017	20:00:00	7142.583812	7142.58	7161.02	18.436	0.257	18.436	339.893
46	26/10/2017	21:00:00	6620.61769	6620.62	6676.99	56.372	0.844	56.372	3177.837
47	26/10/2017	22:00:00	5963.731452	5963.73	6118.46	154.729	2.529	154.729	23940.924
48	26/10/2017	23:00:00	5263.695854	5263.7	5351.43	87.734	1.639	87.734	7697.28
49	27/10/2017	0:00:00	4702.400794	4702.4	4852.23	149.829	3.088	149.829	22448.791
50	27/10/2017	1:00:00	4406.783373	4406.78	4484.35	77.567	1.73	77.567	6016.582
51	27/10/2017	2:00:00	4269.430457	4269.43	4376.45	107.02	2.445	107.02	11453.183
52	27/10/2017	3:00:00	4232.431648	4232.43	4268.74	36.308	0.851	36.308	1318.296
53	27/10/2017	4:00:00	4216.217666	4216.22	4248	31.782	0.748	31.782	1010.117
54	27/10/2017	5:00:00	4310.029727	4310.03	4332.86	22.83	0.527	22.83	521.221
55	27/10/2017	6:00:00	4797.317775	4797.32	4783.87	-13.448	0.281	13.448	180.843
56	27/10/2017	7:00:00	5759.614106	5759.61	5685.31	-74.304	1.307	74.304	5521.1
57	27/10/2017	8:00:00	6539.136167	6539.14	6442.95	-96.186	1.493	96.186	9251.779
58	27/10/2017	9:00:00	7109.011572	6927	6752.06	-174.941	2.591	174.941	30604.2
59	27/10/2017	10:00:00	7740.651449	7394.45	7186.56	-207.886	2.893	207.886	43216.562
60	27/10/2017	11:00:00	8086.031176	7609.52	7297.53	-311.99	4.275	311.99	97337.864
61	27/10/2017	12:00:00	8279.505447	7719.33	7494.72	-224.613	2.997	224.613	50451.071
62	27/10/2017	13:00:00	8449.329488	7860.33	7552.71	-307.619	4.073	307.619	94629.75
63	27/10/2017	14:00:00	8379.912191	7819.74	7304.63	-515.11	7.052	515.11	265338.212
64	27/10/2017	15:00:00	8218.866128	7742.36	7143.55	-598.805	8.382	598.805	358567.57
65	27/10/2017	16:00:00	7833.963181	7487.76	6848.26	-639.498	9.338	639.498	408957.267
66	27/10/2017	17:00:00	7650.196121	7468.19	6800.07	-668.115	9.825	668.115	446377.802
67	27/10/2017	18:00:00	7302.227485	7302.23	6653.56	-648.667	9.749	648.667	420769.506
68	27/10/2017	19:00:00	7242.338152	7242.34	6556.42	-685.918	10.462	685.918	470483.712
69	27/10/2017	20:00:00	7192.618549	7192.62	6732.67	-459.949	6.832	459.949	211552.668
70	27/10/2017	21:00:00	6666.982453	6666.98	6419.14	-247.842	3.861	247.842	61425.882
71	27/10/2017	22:00:00	6005.4838	6005.48	5889.98	-115.504	1.961	115.504	13341.128
72	27/10/2017	23:00:00	5300.536475	5300.54	5343.36	42.824	0.801	42.824	1833.854
73	30/10/2017	0:00:00	4735.303315	4735.3	4397.95	-337.353	7.671	337.353	113807.259
74	30/10/2017	1:00:00	4437.608483	4437.61	4174.65	-262.958	6.299	262.958	69147.164
75	30/10/2017	2:00:00	4299.286092	4299.29	4156.22	-143.066	3.442	143.066	20467.907
76	30/10/2017	3:00:00	4262.019934	4262.02	4096.51	-165.51	4.04	165.51	27393.538
77	30/10/2017	4:00:00	4245.684019	4245.68	4060.99	-184.694	4.548	184.694	34111.881
78	30/10/2017	5:00:00	4340.142946	4340.14	4178.11	-162.033	3.878	162.033	26254.676



Continuación F.3

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
79	30/10/2017	6:00:00	4830.825812	4830.83	4661.57	-169.256	3.631	169.256	28647.53
80	30/10/2017	7:00:00	5799.831832	5799.83	5146.95	-652.882	12.685	652.882	426254.687
81	30/10/2017	8:00:00	6584.783791	6584.78	6086.79	-497.994	8.182	497.994	247997.816
82	30/10/2017	9:00:00	7158.622884	6976.61	6657.79	-318.822	4.789	318.822	101647.387
83	30/10/2017	10:00:00	7794.655052	7448.45	7284.87	-163.58	2.245	163.58	26758.265
84	30/10/2017	11:00:00	8142.427969	7665.92	7687.68	21.763	0.283	21.763	473.63
85	30/10/2017	12:00:00	8337.234868	7777.06	7642.37	-134.693	1.762	134.693	18142.091
86	30/10/2017	13:00:00	8508.225908	7919.23	8179.39	260.164	3.181	260.164	67685.355
87	30/10/2017	14:00:00	8438.307774	7878.14	7800.19	-77.945	0.999	77.945	6075.499
88	30/10/2017	15:00:00	8276.122834	7799.61	7764.48	-35.132	0.452	35.132	1234.245
89	30/10/2017	16:00:00	7888.522625	7542.32	7844.35	302.033	3.85	302.033	91223.866
90	30/10/2017	17:00:00	7703.460267	7521.45	7956.67	435.221	5.47	435.221	189417.094
91	30/10/2017	18:00:00	7353.05417	7353.05	7987	633.946	7.937	633.946	401887.315
92	30/10/2017	19:00:00	7292.733366	7292.73	7762.37	469.637	6.05	469.637	220558.568
93	30/10/2017	20:00:00	7242.653287	7242.65	7165.44	-77.213	1.078	77.213	5961.892
94	30/10/2017	21:00:00	6713.347216	6713.35	6522.43	-190.917	2.927	190.917	36449.384
95	30/10/2017	22:00:00	6047.236149	6047.24	5817.03	-230.206	3.957	230.206	52994.871
96	30/10/2017	23:00:00	5337.377096	5337.38	5116.03	-221.347	4.327	221.347	48994.537
97	31/10/2017	0:00:00	4768.205835	4768.21	4658.12	-110.086	2.363	110.086	12118.891
98	31/10/2017	1:00:00	4468.433592	4468.43	4370.49	-97.944	2.241	97.944	9592.947
99	31/10/2017	2:00:00	4329.141727	4329.14	4243.39	-85.752	2.021	85.752	7353.359
100	31/10/2017	3:00:00	4291.608219	4291.61	4178.5	-113.108	2.707	113.108	12793.469
101	31/10/2017	4:00:00	4275.150372	4275.15	4196.74	-78.41	1.868	78.41	6148.186
102	31/10/2017	5:00:00	4370.256165	4370.26	4267.01	-103.246	2.42	103.246	10659.771
103	31/10/2017	6:00:00	4864.33385	4864.33	4768.7	-95.634	2.005	95.634	9145.833
104	31/10/2017	7:00:00	5840.049559	5840.05	5365.63	-474.42	8.842	474.42	225073.918
105	31/10/2017	8:00:00	6630.431414	6630.43	6345.22	-285.211	4.495	285.211	81345.551
106	31/10/2017	9:00:00	7208.234196	7026.22	6856.9	-169.323	2.469	169.323	28670.341
107	31/10/2017	10:00:00	7848.658655	7502.45	7188.67	-313.783	4.365	313.783	98459.86
108	31/10/2017	11:00:00	8198.824762	7722.31	7426.38	-295.934	3.985	295.934	87576.786
109	31/10/2017	12:00:00	8394.964289	7834.79	7819.39	-15.402	0.197	15.402	237.222
110	31/10/2017	13:00:00	8567.122328	7978.12	8017.73	39.608	0.494	39.608	1568.768
111	31/10/2017	14:00:00	8496.703358	7936.53	7989.7	53.169	0.665	53.169	2826.935
112	31/10/2017	15:00:00	8333.37954	7856.87	7854.72	-2.149	0.027	2.149	4.616



Continuación F.3

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
113	31/10/2017	16:00:00	7943.082069	7596.88	7548.68	-48.197	0.638	48.197	2322.908
114	31/10/2017	17:00:00	7756.724413	7574.71	7653.7	78.987	1.032	78.987	6238.882
115	31/10/2017	18:00:00	7403.880855	7403.88	7660.99	257.109	3.356	257.109	66105.112
116	31/10/2017	19:00:00	7343.12858	7343.13	7836.67	493.541	6.298	493.541	243583.133
117	31/10/2017	20:00:00	7292.688024	7292.69	7042.17	-250.518	3.557	250.518	62759.28
118	31/10/2017	21:00:00	6759.711979	6759.71	6609.59	-150.122	2.271	150.122	22536.609
119	31/10/2017	22:00:00	6088.988497	6088.99	5979.07	-109.918	1.838	109.918	12082.076
120	31/10/2017	23:00:00	5374.217718	5374.22	5256	-118.218	2.249	118.218	13975.429
<b>Suma</b>							341.867	21680.096	7418028.931
<b>Valor</b>							<b>2.849</b>	<b>180.67</b>	<b>61816.91</b>

**Tabla F.4 Valores Pronóstico para Nivel= 0.5 Tendencia= 0.1 y Estacionalidad= 0.5**

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4626.84731	4626.85	4652.17	25.323	0.544	25.32	641.24
2	25/10/2017	01:00:00	4355.811075	4355.81	4320.39	-35.421	0.820	35.42	1254.65
3	25/10/2017	02:00:00	4238.759912	4238.76	4206.71	-32.050	0.762	32.05	1027.20
4	25/10/2017	03:00:00	4219.335866	4219.34	4113.98	-105.356	2.561	105.36	11099.86
5	25/10/2017	04:00:00	4217.630821	4217.63	4099.77	-117.861	2.875	117.86	13891.17
6	25/10/2017	05:00:00	4317.593588	4317.59	4202.11	-115.484	2.748	115.48	13336.46
7	25/10/2017	06:00:00	4806.432704	4806.43	4719.74	-86.693	1.837	86.69	7515.62
8	25/10/2017	07:00:00	5776.269986	5776.27	5662.08	-114.190	2.017	114.19	13039.35
9	25/10/2017	08:00:00	6502.719337	6502.72	6745.54	242.821	3.600	242.82	58961.87
10	25/10/2017	09:00:00	7041.973856	6859.96	6612.48	-247.483	3.743	247.48	61247.76
11	25/10/2017	10:00:00	7599.875654	7253.67	7047.55	-206.120	2.925	206.12	42485.51
12	25/10/2017	11:00:00	7897.113697	7420.60	7478.78	58.177	0.778	58.18	3384.60
13	25/10/2017	12:00:00	8095.950595	7535.78	7496.25	-39.528	0.527	39.53	1562.49
14	25/10/2017	13:00:00	8261.326225	7672.33	7516.02	-156.306	2.080	156.31	24431.64
15	25/10/2017	14:00:00	8190.220393	7630.05	7306.95	-323.098	4.422	323.10	104392.39
16	25/10/2017	15:00:00	8015.824457	7539.31	7249.92	-289.393	3.992	289.39	83748.57
17	25/10/2017	16:00:00	7590.851393	7244.65	7073.67	-170.976	2.417	170.98	29232.75



Continuación F.4

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
18	25/10/2017	17:00:00	7454.454067	7272.44	7172.35	-100.093	1.396	100.09	10018.62
19	25/10/2017	18:00:00	7102.218957	7102.22	7116.67	14.451	0.203	14.45	208.83
20	25/10/2017	19:00:00	7087.608367	7087.61	7077.12	-10.488	0.148	10.49	110.01
21	25/10/2017	20:00:00	6983.291761	6983.29	7114.94	131.648	1.85	131.65	17331.26
22	25/10/2017	21:00:00	6496.758342	6496.76	6699.08	202.322	3.02	202.32	40934.05
23	25/10/2017	22:00:00	5862.508987	5862.51	6009.41	146.901	2.445	146.9	21579.91
24	25/10/2017	23:00:00	5174.076639	5174.08	5308.04	133.963	2.524	133.96	17946.18
25	26/10/2017	0:00:00	4626.260069	4626.26	4734.92	108.66	2.295	108.66	11806.98
26	26/10/2017	1:00:00	4355.258231	4355.26	4418.88	63.622	1.44	63.62	4047.73
27	26/10/2017	2:00:00	4238.221921	4238.22	4263.55	25.328	0.594	25.33	641.51
28	26/10/2017	3:00:00	4218.800338	4218.8	4183.49	-35.31	0.844	35.31	1246.82
29	26/10/2017	4:00:00	4217.095506	4217.1	4177.35	-39.746	0.951	39.75	1579.71
30	26/10/2017	5:00:00	4317.045583	4317.05	4272.97	-44.076	1.031	44.08	1942.66
31	26/10/2017	6:00:00	4805.82265	4805.82	4758.91	-46.913	0.986	46.91	2200.8
32	26/10/2017	7:00:00	5775.536832	5775.54	5737.92	-37.617	0.656	37.62	1415.03
33	26/10/2017	8:00:00	6501.893975	6501.89	6607.3	105.406	1.595	105.41	11110.43
34	26/10/2017	9:00:00	7041.080044	6859.07	6852.47	-6.599	0.096	6.6	43.55
35	26/10/2017	10:00:00	7598.911024	7252.71	7059.65	-193.056	2.735	193.06	37270.43
36	26/10/2017	11:00:00	7896.111334	7419.6	7411.59	-8.01	0.108	8.01	64.17
37	26/10/2017	12:00:00	8094.922989	7534.75	7467.46	-67.291	0.901	67.29	4528.04
38	26/10/2017	13:00:00	8260.277622	7671.28	7682.69	11.412	0.149	11.41	130.24
39	26/10/2017	14:00:00	8189.180811	7629.01	7519.68	-109.329	1.454	109.33	11952.73
40	26/10/2017	15:00:00	8014.807005	7538.3	7407.35	-130.946	1.768	130.95	17146.85
41	26/10/2017	16:00:00	7589.887877	7243.68	7396.62	152.938	2.068	152.94	23389.92
42	26/10/2017	17:00:00	7453.50786	7271.5	7380.3	108.803	1.474	108.8	11838.13
43	26/10/2017	18:00:00	7101.317455	7101.32	7146.05	44.733	0.626	44.73	2001
44	26/10/2017	19:00:00	7086.708715	7086.71	7108.98	22.271	0.313	22.27	496.01
45	26/10/2017	20:00:00	6982.405345	6982.41	7161.02	178.615	2.494	178.61	31903.2
46	26/10/2017	21:00:00	6495.93368	6495.93	6676.99	181.056	2.712	181.06	32781.39
47	26/10/2017	22:00:00	5861.764829	5861.76	6118.46	256.695	4.195	256.7	65892.41
48	26/10/2017	23:00:00	5173.419863	5173.42	5351.43	178.01	3.326	178.01	31687.61
49	27/10/2017	0:00:00	4625.672827	4625.67	4852.23	226.557	4.669	226.56	51328.15
50	27/10/2017	1:00:00	4354.705387	4354.71	4484.35	129.645	2.891	129.64	16807.73
51	27/10/2017	2:00:00	4237.68393	4237.68	4376.45	138.766	3.171	138.77	19256.02



Continuación F.4

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
52	27/10/2017	3:00:00	4218.26481	4218.26	4268.74	50.475	1.182	50.48	2547.74
53	27/10/2017	4:00:00	4216.560191	4216.56	4248	31.44	0.74	31.44	988.46
54	27/10/2017	5:00:00	4316.497578	4316.5	4332.86	16.362	0.378	16.36	267.73
55	27/10/2017	6:00:00	4805.212597	4805.21	4783.87	-21.343	0.446	21.34	455.51
56	27/10/2017	7:00:00	5774.803679	5774.8	5685.31	-89.494	1.574	89.49	8009.12
57	27/10/2017	8:00:00	6501.068612	6501.07	6442.95	-58.119	0.902	58.12	3377.77
58	27/10/2017	9:00:00	7040.186231	6858.18	6752.06	-106.115	1.572	106.12	11260.44
59	27/10/2017	10:00:00	7597.946393	7251.74	7186.56	-65.181	0.907	65.18	4248.55
60	27/10/2017	11:00:00	7895.108971	7418.6	7297.53	-121.068	1.659	121.07	14657.45
61	27/10/2017	12:00:00	8093.895383	7533.72	7494.72	-39.003	0.52	39	1521.24
62	27/10/2017	13:00:00	8259.229019	7670.23	7552.71	-117.519	1.556	117.52	13810.72
63	27/10/2017	14:00:00	8188.141228	7627.97	7304.63	-323.339	4.426	323.34	104548.07
64	27/10/2017	15:00:00	8013.789553	7537.28	7143.55	-393.729	5.512	393.73	155022.17
65	27/10/2017	16:00:00	7588.924362	7242.72	6848.26	-394.459	5.76	394.46	155597.78
66	27/10/2017	17:00:00	7452.561653	7270.55	6800.07	-470.481	6.919	470.48	221352.04
67	27/10/2017	18:00:00	7100.415953	7100.42	6653.56	-446.856	6.716	446.86	199680.24
68	27/10/2017	19:00:00	7085.809063	7085.81	6556.42	-529.389	8.074	529.39	280252.78
69	27/10/2017	20:00:00	6981.518929	6981.52	6732.67	-248.849	3.696	248.85	61925.79
70	27/10/2017	21:00:00	6495.109017	6495.11	6419.14	-75.969	1.183	75.97	5771.29
71	27/10/2017	22:00:00	5861.02067	5861.02	5889.98	28.959	0.492	28.96	838.64
72	27/10/2017	23:00:00	5172.763088	5172.76	5343.36	170.597	3.193	170.6	29103.31
73	30/10/2017	0:00:00	4625.085586	4625.09	4397.95	-227.136	5.165	227.14	51590.57
74	30/10/2017	1:00:00	4354.152543	4354.15	4174.65	-179.503	4.3	179.5	32221.16
75	30/10/2017	2:00:00	4237.14594	4237.15	4156.22	-80.926	1.947	80.93	6549.01
76	30/10/2017	3:00:00	4217.729282	4217.73	4096.51	-121.219	2.959	121.22	14694.11
77	30/10/2017	4:00:00	4216.024877	4216.02	4060.99	-155.035	3.818	155.03	24035.81
78	30/10/2017	5:00:00	4315.949573	4315.95	4178.11	-137.84	3.299	137.84	18999.75
79	30/10/2017	6:00:00	4804.602543	4804.6	4661.57	-143.033	3.068	143.03	20458.31
80	30/10/2017	7:00:00	5774.070525	5774.07	5146.95	-627.121	12.184	627.12	393280.15
81	30/10/2017	8:00:00	6500.24325	6500.24	6086.79	-413.453	6.793	413.45	170943.59
82	30/10/2017	9:00:00	7039.292419	6857.28	6657.79	-199.491	2.996	199.49	39796.82
83	30/10/2017	10:00:00	7596.981763	7250.78	7284.87	34.094	0.468	34.09	1162.38
84	30/10/2017	11:00:00	7894.106608	7417.6	7687.68	270.084	3.513	270.08	72945.58
85	30/10/2017	12:00:00	8092.867776	7532.7	7642.37	109.675	1.435	109.67	12028.5



Continuación F.4

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
86	30/10/2017	13:00:00	8258.180417	7669.18	8179.39	510.21	6.238	510.21	260313.82
87	30/10/2017	14:00:00	8187.101645	7626.93	7800.19	173.261	2.221	173.26	30019.25
88	30/10/2017	15:00:00	8012.772101	7536.26	7764.48	228.219	2.939	228.22	52083.87
89	30/10/2017	16:00:00	7587.960847	7241.76	7844.35	602.595	7.682	602.59	363120.33
90	30/10/2017	17:00:00	7451.615446	7269.6	7956.67	687.066	8.635	687.07	472059.09
91	30/10/2017	18:00:00	7099.514451	7099.51	7987	887.486	11.112	887.49	787630.6
92	30/10/2017	19:00:00	7084.90941	7084.91	7762.37	677.461	8.727	677.46	458952.85
93	30/10/2017	20:00:00	6980.632513	6980.63	7165.44	184.807	2.579	184.81	34153.81
94	30/10/2017	21:00:00	6494.284355	6494.28	6522.43	28.146	0.432	28.15	792.18
95	30/10/2017	22:00:00	5860.276512	5860.28	5817.03	-43.247	0.743	43.25	1870.26
96	30/10/2017	23:00:00	5172.106312	5172.11	5116.03	-56.076	1.096	56.08	3144.55
97	31/10/2017	0:00:00	4624.498345	4624.5	4658.12	33.622	0.722	33.62	1130.42
98	31/10/2017	1:00:00	4353.599699	4353.6	4370.49	16.89	0.386	16.89	285.28
99	31/10/2017	2:00:00	4236.607949	4236.61	4243.39	6.782	0.16	6.78	46
100	31/10/2017	3:00:00	4217.193754	4217.19	4178.5	-38.694	0.926	38.69	1497.21
101	31/10/2017	4:00:00	4215.489562	4215.49	4196.74	-18.75	0.447	18.75	351.55
102	31/10/2017	5:00:00	4315.401568	4315.4	4267.01	-48.392	1.134	48.39	2341.74
103	31/10/2017	6:00:00	4803.99249	4803.99	4768.7	-35.292	0.74	35.29	1245.56
104	31/10/2017	7:00:00	5773.337372	5773.34	5365.63	-407.707	7.598	407.71	166225.3
105	31/10/2017	8:00:00	6499.417887	6499.42	6345.22	-154.198	2.43	154.2	23776.99
106	31/10/2017	9:00:00	7038.398606	6856.39	6856.9	0.512	0.007	0.51	0.26
107	31/10/2017	10:00:00	7596.017133	7249.81	7188.67	-61.142	0.851	61.14	3738.3
108	31/10/2017	11:00:00	7893.104245	7416.59	7426.38	9.787	0.132	9.79	95.78
109	31/10/2017	12:00:00	8091.84017	7531.67	7819.39	287.722	3.68	287.72	82784.02
110	31/10/2017	13:00:00	8257.131814	7668.13	8017.73	349.598	4.36	349.6	122218.89
111	31/10/2017	14:00:00	8186.062062	7625.89	7989.7	363.81	4.553	363.81	132357.88
112	31/10/2017	15:00:00	8011.754649	7535.24	7854.72	319.476	4.067	319.48	102065.15
113	31/10/2017	16:00:00	7586.997332	7240.79	7548.68	307.888	4.079	307.89	94795.13
114	31/10/2017	17:00:00	7450.669239	7268.66	7653.7	385.042	5.031	385.04	148257.17
115	31/10/2017	18:00:00	7098.612949	7098.61	7660.99	562.377	7.341	562.38	316267.95
116	31/10/2017	19:00:00	7084.009758	7084.01	7836.67	752.66	9.604	752.66	566497.44
117	31/10/2017	20:00:00	6979.746097	6979.75	7042.17	62.424	0.886	62.42	3896.74
118	31/10/2017	21:00:00	6493.459692	6493.46	6609.59	116.13	1.757	116.13	13486.25
119	31/10/2017	22:00:00	5859.532354	5859.53	5979.07	119.538	1.999	119.54	14289.25



Continuación F.4

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
120	31/10/2017	23:00:00	5171.449537	5171.45	5256	84.55	1.609	84.55	7148.78
<b>Suma</b>							322.032	20876.46	7376773.45
<b>Valor</b>							<b>2.684</b>	<b>173.97</b>	<b>61473.11</b>

**Tabla F.5 Valores Pronóstico para Nivel= 0.2 Tendencia= 0.1 y Estacionalidad= 0.7**

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4597.963018	4597.96	4652.17	54.207	1.165	54.207	2938.397
2	25/10/2017	01:00:00	4319.947166	4319.95	4320.39	0.443	0.010	0.443	0.196
3	25/10/2017	02:00:00	4204.829789	4204.83	4206.71	1.880	0.045	1.880	3.535
4	25/10/2017	03:00:00	4172.543638	4172.54	4113.98	-58.564	1.424	58.564	3429.700
5	25/10/2017	04:00:00	4166.537321	4166.54	4099.77	-66.767	1.629	66.767	4457.875
6	25/10/2017	05:00:00	4262.926503	4262.93	4202.11	-60.817	1.447	60.817	3698.647
7	25/10/2017	06:00:00	4757.6806	4757.68	4719.74	-37.941	0.804	37.941	1439.489
8	25/10/2017	07:00:00	5777.413361	5777.41	5662.08	-115.333	2.037	115.333	13301.784
9	25/10/2017	08:00:00	6562.182651	6562.18	6745.54	183.357	2.718	183.357	33619.918
10	25/10/2017	09:00:00	7197.457936	7015.45	6612.48	-402.967	6.094	402.967	162382.344
11	25/10/2017	10:00:00	7719.691685	7373.49	7047.55	-325.936	4.625	325.936	106234.388
12	25/10/2017	11:00:00	7996.896234	7520.39	7478.78	-41.605	0.556	41.605	1730.995
13	25/10/2017	12:00:00	8186.892195	7626.72	7496.25	-130.470	1.740	130.470	17022.397
14	25/10/2017	13:00:00	8409.600031	7820.60	7516.02	-304.580	4.052	304.580	92768.995
15	25/10/2017	14:00:00	8437.154125	7876.98	7306.95	-570.032	7.801	570.032	324936.295
16	25/10/2017	15:00:00	8266.427353	7789.92	7249.92	-539.996	7.448	539.996	291596.051
17	25/10/2017	16:00:00	7791.603718	7445.40	7073.67	-371.728	5.255	371.728	138181.858
18	25/10/2017	17:00:00	7733.406079	7551.40	7172.35	-379.045	5.285	379.045	143675.164
19	25/10/2017	18:00:00	7312.070718	7312.07	7116.67	-195.401	2.746	195.401	38181.441
20	25/10/2017	19:00:00	7336.254817	7336.25	7077.12	-259.135	3.662	259.135	67150.853
21	25/10/2017	20:00:00	7194.198599	7194.20	7114.94	-79.259	1.114	79.259	6281.926
22	25/10/2017	21:00:00	6670.456945	6670.46	6699.08	28.623	0.427	28.623	819.279
23	25/10/2017	22:00:00	6011.62326	6011.62	6009.41	-2.213	0.037	2.213	4.899
24	25/10/2017	23:00:00	5261.600966	5261.60	5308.04	46.439	0.875	46.439	2156.584
25	26/10/2017	00:00:00	4691.090086	4691.09	4734.92	43.830	0.926	43.830	1921.061
26	26/10/2017	01:00:00	4407.369528	4407.37	4418.88	11.510	0.260	11.510	132.491





Continuación F.5

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
27	26/10/2017	2:00:00	4289.850842	4289.85	4263.55	-26.301	0.617	26.301	691.734
28	26/10/2017	3:00:00	4256.840849	4256.84	4183.49	-73.351	1.753	73.351	5380.347
29	26/10/2017	4:00:00	4250.64239	4250.64	4177.35	-73.292	1.755	73.292	5371.774
30	26/10/2017	5:00:00	4348.904954	4348.9	4272.97	-75.935	1.777	75.935	5766.117
31	26/10/2017	6:00:00	4853.557115	4853.56	4758.91	-94.647	1.989	94.647	8958.076
32	26/10/2017	7:00:00	5893.741797	5893.74	5737.92	-155.822	2.716	155.822	24280.432
33	26/10/2017	8:00:00	6694.201687	6694.2	6607.3	-86.902	1.315	86.902	7551.903
34	26/10/2017	9:00:00	7342.136264	7160.13	6852.47	-307.655	4.49	307.655	94651.756
35	26/10/2017	10:00:00	7874.737736	7528.53	7059.65	-468.882	6.642	468.882	219850.538
36	26/10/2017	11:00:00	8157.375498	7680.86	7411.59	-269.274	3.633	269.274	72508.75
37	26/10/2017	12:00:00	8351.046982	7790.87	7467.46	-323.415	4.331	323.415	104597.064
38	26/10/2017	13:00:00	8578.079559	7989.08	7682.69	-306.39	3.988	306.39	93874.562
39	26/10/2017	14:00:00	8606.044695	8045.87	7519.68	-526.192	6.998	526.192	276878.449
40	26/10/2017	15:00:00	8431.762503	7955.25	7407.35	-547.901	7.397	547.901	300196.047
41	26/10/2017	16:00:00	7947.312254	7601.11	7396.62	-204.487	2.765	204.487	41814.827
42	26/10/2017	17:00:00	7887.823006	7705.81	7380.3	-325.512	4.411	325.512	105958.059
43	26/10/2017	18:00:00	7457.953252	7457.95	7146.05	-311.903	4.365	311.903	97283.639
44	26/10/2017	19:00:00	7482.498276	7482.5	7108.98	-373.518	5.254	373.518	139515.902
45	26/10/2017	20:00:00	7337.491241	7337.49	7161.02	-176.471	2.464	176.471	31142.099
46	26/10/2017	21:00:00	6803.207632	6803.21	6676.99	-126.218	1.89	126.218	15930.891
47	26/10/2017	22:00:00	6131.163183	6131.16	6118.46	-12.703	0.208	12.703	161.371
48	26/10/2017	23:00:00	5366.140231	5366.14	5351.43	-14.71	0.275	14.71	216.391
49	27/10/2017	0:00:00	4784.217154	4784.22	4852.23	68.013	1.402	68.013	4625.747
50	27/10/2017	1:00:00	4494.791891	4494.79	4484.35	-10.442	0.233	10.442	109.033
51	27/10/2017	2:00:00	4374.871894	4374.87	4376.45	1.578	0.036	1.578	2.49
52	27/10/2017	3:00:00	4341.138061	4341.14	4268.74	-72.398	1.696	72.398	5241.479
53	27/10/2017	4:00:00	4334.747458	4334.75	4248	-86.747	2.042	86.747	7525.122
54	27/10/2017	5:00:00	4434.883405	4434.88	4332.86	-102.023	2.355	102.023	10408.775
55	27/10/2017	6:00:00	4949.43363	4949.43	4783.87	-165.564	3.461	165.564	27411.316
56	27/10/2017	7:00:00	6010.070233	6010.07	5685.31	-324.76	5.712	324.76	105469.209
57	27/10/2017	8:00:00	6826.220724	6826.22	6442.95	-383.271	5.949	383.271	146896.448
58	27/10/2017	9:00:00	7486.814593	7304.8	6752.06	-552.744	8.186	552.744	305525.469
59	27/10/2017	10:00:00	8029.783787	7683.58	7186.56	-497.018	6.916	497.018	247027.164
60	27/10/2017	11:00:00	8317.854763	7841.34	7297.53	-543.814	7.452	543.814	295733.398



Continuación F.5

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
61	27/10/2017	12:00:00	8515.201769	7955.03	7494.72	-460.309	6.142	460.309	211884.818
62	27/10/2017	13:00:00	8746.559088	8157.56	7552.71	-604.849	8.008	604.849	365842.419
63	27/10/2017	14:00:00	8774.935264	8214.76	7304.63	-910.133	12.46	910.133	828342.035
64	27/10/2017	15:00:00	8597.097653	8120.59	7143.55	-977.037	13.677	977.037	954600.603
65	27/10/2017	16:00:00	8103.02079	7756.82	6848.26	-908.555	13.267	908.555	825472.69
66	27/10/2017	17:00:00	8042.239933	7860.23	6800.07	-1060.159	15.59	1060.159	1123936.942
67	27/10/2017	18:00:00	7603.835786	7603.84	6653.56	-950.276	14.282	950.276	903024.07
68	27/10/2017	19:00:00	7628.741734	7628.74	6556.42	-1072.322	16.355	1072.322	1149873.902
69	27/10/2017	20:00:00	7480.783883	7480.78	6732.67	-748.114	11.112	748.114	559674.382
70	27/10/2017	21:00:00	6935.958319	6935.96	6419.14	-516.818	8.051	516.818	267101.175
71	27/10/2017	22:00:00	6250.703107	6250.7	5889.98	-360.723	6.124	360.723	130121.16
72	27/10/2017	23:00:00	5470.679497	5470.68	5343.36	-127.319	2.383	127.319	16210.254
73	30/10/2017	0:00:00	4877.344222	4877.34	4397.95	-479.394	10.9	479.394	229818.82
74	30/10/2017	1:00:00	4582.214253	4582.21	4174.65	-407.564	9.763	407.564	166108.62
75	30/10/2017	2:00:00	4459.892947	4459.89	4156.22	-303.673	7.306	303.673	92217.259
76	30/10/2017	3:00:00	4425.435273	4425.44	4096.51	-328.925	8.029	328.925	108191.835
77	30/10/2017	4:00:00	4418.852527	4418.85	4060.99	-357.863	8.812	357.863	128065.588
78	30/10/2017	5:00:00	4520.861856	4520.86	4178.11	-342.752	8.204	342.752	117478.835
79	30/10/2017	6:00:00	5045.310145	5045.31	4661.57	-383.74	8.232	383.74	147256.499
80	30/10/2017	7:00:00	6126.398669	6126.4	5146.95	-979.449	19.03	979.449	959319.695
81	30/10/2017	8:00:00	6958.239761	6958.24	6086.79	-871.45	14.317	871.45	759424.685
82	30/10/2017	9:00:00	7631.492921	7449.48	6657.79	-791.692	11.891	791.692	626776.083
83	30/10/2017	10:00:00	8184.829838	7838.62	7284.87	-553.754	7.601	553.754	306643.852
84	30/10/2017	11:00:00	8478.334028	8001.82	7687.68	-314.143	4.086	314.143	98685.836
85	30/10/2017	12:00:00	8679.356556	8119.18	7642.37	-476.814	6.239	476.814	227351.846
86	30/10/2017	13:00:00	8915.038616	8326.04	8179.39	-146.649	1.793	146.649	21505.817
87	30/10/2017	14:00:00	8943.825834	8383.65	7800.19	-583.464	7.48	583.464	340429.71
88	30/10/2017	15:00:00	8762.432804	8285.92	7764.48	-521.442	6.716	521.442	271901.544
89	30/10/2017	16:00:00	8258.729326	7912.52	7844.35	-68.174	0.869	68.174	4647.669
90	30/10/2017	17:00:00	8196.65686	8014.65	7956.67	-57.976	0.729	57.976	3361.199
91	30/10/2017	18:00:00	7749.718321	7749.72	7987	237.282	2.971	237.282	56302.595
92	30/10/2017	19:00:00	7774.985193	7774.99	7762.37	-12.615	0.163	12.615	159.143
93	30/10/2017	20:00:00	7624.076525	7624.08	7165.44	-458.637	6.401	458.637	210347.462
94	30/10/2017	21:00:00	7068.709006	7068.71	6522.43	-546.279	8.375	546.279	298420.753



Continuación F.5

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
95	30/10/2017	22:00:00	6370.24303	6370.24	5817.03	-553.213	9.51	553.213	306044.656
96	30/10/2017	23:00:00	5575.218763	5575.22	5116.03	-459.189	8.975	459.189	210854.32
97	31/10/2017	0:00:00	4970.47129	4970.47	4658.12	-312.351	6.706	312.351	97563.328
98	31/10/2017	1:00:00	4669.636615	4669.64	4370.49	-299.147	6.845	299.147	89488.697
99	31/10/2017	2:00:00	4544.914	4544.91	4243.39	-301.524	7.106	301.524	90916.723
100	31/10/2017	3:00:00	4509.732484	4509.73	4178.5	-331.232	7.927	331.232	109714.959
101	31/10/2017	4:00:00	4502.957596	4502.96	4196.74	-306.218	7.297	306.218	93769.216
102	31/10/2017	5:00:00	4606.840307	4606.84	4267.01	-339.83	7.964	339.83	115484.638
103	31/10/2017	6:00:00	5141.18666	5141.19	4768.7	-372.487	7.811	372.487	138746.312
104	31/10/2017	7:00:00	6242.727105	6242.73	5365.63	-877.097	16.347	877.097	769299.331
105	31/10/2017	8:00:00	7090.258797	7090.26	6345.22	-745.039	11.742	745.039	555082.809
106	31/10/2017	9:00:00	7776.17125	7594.16	6856.9	-737.26	10.752	737.26	543552.662
107	31/10/2017	10:00:00	8339.875889	7993.67	7188.67	-805	11.198	805	648025.604
108	31/10/2017	11:00:00	8638.813293	8162.3	7426.38	-735.922	9.91	735.922	541581.607
109	31/10/2017	12:00:00	8843.511343	8283.34	7819.39	-463.949	5.933	463.949	215248.725
110	31/10/2017	13:00:00	9083.518145	8494.52	8017.73	-476.788	5.947	476.788	227326.935
111	31/10/2017	14:00:00	9112.716404	8552.54	7989.7	-562.844	7.045	562.844	316793.499
112	31/10/2017	15:00:00	8927.767954	8451.26	7854.72	-596.537	7.595	596.537	355856.326
113	31/10/2017	16:00:00	8414.437862	8068.23	7548.68	-519.552	6.883	519.552	269934.642
114	31/10/2017	17:00:00	8351.073787	8169.06	7653.7	-515.363	6.734	515.363	265598.792
115	31/10/2017	18:00:00	7895.600855	7895.6	7660.99	-234.611	3.062	234.611	55042.253
116	31/10/2017	19:00:00	7921.228652	7921.23	7836.67	-84.559	1.079	84.559	7150.166
117	31/10/2017	20:00:00	7767.369168	7767.37	7042.17	-725.199	10.298	725.199	525913.833
118	31/10/2017	21:00:00	7201.459694	7201.46	6609.59	-591.87	8.955	591.87	350309.734
119	31/10/2017	22:00:00	6489.782953	6489.78	5979.07	-510.713	8.542	510.713	260827.72
120	31/10/2017	23:00:00	5679.758029	5679.76	5256	-423.758	8.062	423.758	179570.867
<b>Suma</b>							678.234	42803.529	24116821.089
<b>Valor</b>							<b><u>5.652</u></b>	<b><u>356.70</u></b>	<b><u>200973.51</u></b>



**Tabla F.6 Valores Pronóstico para Nivel= 0.2 Tendencia= 0.1 y Estacionalidad= 0.4**

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4605.18891	4605.19	4652.17	46.981	1.010	46.981	2207.223
2	25/10/2017	1:00:00	4311.966838	4311.97	4320.39	8.423	0.195	8.423	70.95
3	25/10/2017	2:00:00	4175.413527	4175.41	4206.71	31.296	0.744	31.296	979.469
4	25/10/2017	3:00:00	4136.725853	4136.73	4113.98	-22.746	0.553	22.746	517.374
5	25/10/2017	4:00:00	4119.331121	4119.33	4099.77	-19.561	0.477	19.561	382.637
6	25/10/2017	5:00:00	4207.297937	4207.3	4202.11	-5.188	0.123	5.188	26.915
7	25/10/2017	6:00:00	4682.388904	4682.39	4719.74	37.351	0.791	37.351	1395.104
8	25/10/2017	7:00:00	5648.932135	5648.93	5662.08	13.148	0.232	13.148	172.866
9	25/10/2017	8:00:00	6395.485003	6395.49	6745.54	350.055	5.189	350.055	122538.501
10	25/10/2017	9:00:00	6969.724742	6787.71	6612.48	-175.234	2.65	175.234	30706.861
11	25/10/2017	10:00:00	7546.49671	7200.29	7047.55	-152.741	2.167	152.741	23329.873
12	25/10/2017	11:00:00	7839.103853	7362.59	7478.78	116.187	1.554	116.187	13499.455
13	25/10/2017	12:00:00	8040.332242	7480.16	7496.25	16.09	0.215	16.09	258.89
14	25/10/2017	13:00:00	8222.594306	7633.59	7516.02	-117.574	1.564	117.574	13823.717
15	25/10/2017	14:00:00	8185.597267	7625.42	7306.95	-318.475	4.359	318.475	101426.312
16	25/10/2017	15:00:00	8042.816514	7566.31	7249.92	-316.386	4.364	316.386	100099.787
17	25/10/2017	16:00:00	7618.249135	7272.04	7073.67	-198.374	2.804	198.374	39352.094
18	25/10/2017	17:00:00	7488.958273	7306.95	7172.35	-134.597	1.877	134.597	18116.423
19	25/10/2017	18:00:00	7136.705913	7136.71	7116.67	-20.036	0.282	20.036	401.438
20	25/10/2017	19:00:00	7136.335156	7136.34	7077.12	-59.215	0.837	59.215	3506.435
21	25/10/2017	20:00:00	7030.20899	7030.21	7114.94	84.731	1.191	84.731	7179.344
22	25/10/2017	21:00:00	6525.46442	6525.46	6699.08	173.616	2.592	173.616	30142.37
23	25/10/2017	22:00:00	5878.396865	5878.4	6009.41	131.013	2.18	131.013	17164.442
24	25/10/2017	23:00:00	5171.400435	5171.4	5308.04	136.64	2.574	136.64	18670.371
25	26/10/2017	0:00:00	4597.896488	4597.9	4734.92	137.024	2.894	137.024	18775.443
26	26/10/2017	1:00:00	4305.138289	4305.14	4418.88	113.742	2.574	113.742	12937.177
27	26/10/2017	2:00:00	4168.800791	4168.8	4263.55	94.749	2.222	94.749	8977.413
28	26/10/2017	3:00:00	4130.173955	4130.17	4183.49	53.316	1.274	53.316	2842.601
29	26/10/2017	4:00:00	4112.806343	4112.81	4177.35	64.544	1.545	64.544	4165.884
30	26/10/2017	5:00:00	4200.633385	4200.63	4272.97	72.337	1.693	72.337	5232.586
31	26/10/2017	6:00:00	4674.971297	4674.97	4758.91	83.939	1.764	83.939	7045.706
32	26/10/2017	7:00:00	5639.982788	5639.98	5737.92	97.937	1.707	97.937	9591.698
33	26/10/2017	8:00:00	6385.352256	6385.35	6607.3	221.948	3.359	221.948	49260.801
34	26/10/2017	9:00:00	6958.681465	6776.67	6852.47	75.8	1.106	75.8	5745.571



Continuación  
F.6

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
35	26/10/2017	10:00:00	7534.538769	7188.33	7059.65	-128.683	1.823	128.683	16559.38
36	26/10/2017	11:00:00	7826.681436	7350.17	7411.59	61.42	0.829	61.42	3772.364
37	26/10/2017	12:00:00	8027.590103	7467.42	7467.46	0.042	0.001	0.042	0.002
38	26/10/2017	13:00:00	8209.562461	7620.56	7682.69	62.128	0.809	62.128	3859.831
39	26/10/2017	14:00:00	8172.623201	7612.45	7519.68	-92.771	1.234	92.771	8606.442
40	26/10/2017	15:00:00	8030.067912	7553.56	7407.35	-146.207	1.974	146.207	21376.458
41	26/10/2017	16:00:00	7606.172713	7259.97	7396.62	136.653	1.848	136.653	18673.988
42	26/10/2017	17:00:00	7477.086018	7295.08	7380.3	85.225	1.155	85.225	7263.299
43	26/10/2017	18:00:00	7125.391338	7125.39	7146.05	20.659	0.289	20.659	426.78
44	26/10/2017	19:00:00	7125.020421	7125.02	7108.98	-16.04	0.226	16.04	257.295
45	26/10/2017	20:00:00	7019.061782	7019.06	7161.02	141.958	1.982	141.958	20152.136
46	26/10/2017	21:00:00	6515.11686	6515.12	6676.99	161.873	2.424	161.873	26202.913
47	26/10/2017	22:00:00	5869.074756	5869.07	6118.46	249.385	4.076	249.385	62193
48	26/10/2017	23:00:00	5163.198957	5163.2	5351.43	188.231	3.517	188.231	35430.925
49	27/10/2017	0:00:00	4590.604065	4590.6	4852.23	261.626	5.392	261.626	68448.13
50	27/10/2017	1:00:00	4298.30974	4298.31	4484.35	186.04	4.149	186.04	34610.978
51	27/10/2017	2:00:00	4162.188055	4162.19	4376.45	214.262	4.896	214.262	45908.181
52	27/10/2017	3:00:00	4123.622058	4123.62	4268.74	145.118	3.4	145.118	21059.217
53	27/10/2017	4:00:00	4106.281566	4106.28	4248	141.718	3.336	141.718	20084.115
54	27/10/2017	5:00:00	4193.968833	4193.97	4332.86	138.891	3.206	138.891	19290.756
55	27/10/2017	6:00:00	4667.55369	4667.55	4783.87	116.316	2.431	116.316	13529.484
56	27/10/2017	7:00:00	5631.03344	5631.03	5685.31	54.277	0.955	54.277	2945.945
57	27/10/2017	8:00:00	6375.21951	6375.22	6442.95	67.73	1.051	67.73	4587.419
58	27/10/2017	9:00:00	6947.638188	6765.63	6752.06	-13.567	0.201	13.567	184.068
59	27/10/2017	10:00:00	7522.580828	7176.38	7186.56	10.185	0.142	10.185	103.728
60	27/10/2017	11:00:00	7814.259018	7337.75	7297.53	-40.218	0.551	40.218	1617.488
61	27/10/2017	12:00:00	8014.847963	7454.68	7494.72	40.044	0.534	40.044	1603.548
62	27/10/2017	13:00:00	8196.530616	7607.53	7552.71	-54.821	0.726	54.821	3005.3
63	27/10/2017	14:00:00	8159.649135	7599.48	7304.63	-294.847	4.036	294.847	86934.663
64	27/10/2017	15:00:00	8017.31931	7540.81	7143.55	-397.258	5.561	397.258	157814.157
65	27/10/2017	16:00:00	7594.096292	7247.89	6848.26	-399.631	5.836	399.631	159704.759
66	27/10/2017	17:00:00	7465.213764	7283.2	6800.07	-483.133	7.105	483.133	233417.258
67	27/10/2017	18:00:00	7114.076762	7114.08	6653.56	-460.517	6.921	460.517	212075.688



Continuación  
F.6

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
68	27/10/2017	19:00:00	7113.705686	7113.71	6556.42	-557.286	8.5	557.286	310567.335
69	27/10/2017	20:00:00	7007.914575	7007.91	6732.67	-275.245	4.088	275.245	75759.576
70	27/10/2017	21:00:00	6504.7693	6504.77	6419.14	-85.629	1.334	85.629	7332.377
71	27/10/2017	22:00:00	5859.752648	5859.75	5889.98	30.227	0.513	30.227	913.693
72	27/10/2017	23:00:00	5154.99748	5155	5343.36	188.363	3.525	188.363	35480.439
73	30/10/2017	0:00:00	4583.311642	4583.31	4397.95	-185.362	4.215	185.362	34358.938
74	30/10/2017	1:00:00	4291.48119	4291.48	4174.65	-116.831	2.799	116.831	13649.527
75	30/10/2017	2:00:00	4155.575319	4155.58	4156.22	0.645	0.016	0.645	0.416
76	30/10/2017	3:00:00	4117.07016	4117.07	4096.51	-20.56	0.502	20.56	422.72
77	30/10/2017	4:00:00	4099.756788	4099.76	4060.99	-38.767	0.955	38.767	1502.864
78	30/10/2017	5:00:00	4187.304282	4187.3	4178.11	-9.194	0.22	9.194	84.535
79	30/10/2017	6:00:00	4660.136083	4660.14	4661.57	1.434	0.031	1.434	2.056
80	30/10/2017	7:00:00	5622.084093	5622.08	5146.95	-475.134	9.231	475.134	225752.406
81	30/10/2017	8:00:00	6365.086764	6365.09	6086.79	-278.297	4.572	278.297	77449.089
82	30/10/2017	9:00:00	6936.594911	6754.58	6657.79	-96.794	1.454	96.794	9369.059
83	30/10/2017	10:00:00	7510.622887	7164.42	7284.87	120.453	1.653	120.453	14508.835
84	30/10/2017	11:00:00	7801.836601	7325.33	7687.68	362.354	4.713	362.354	131300.717
85	30/10/2017	12:00:00	8002.105823	7441.93	7642.37	200.436	2.623	200.436	40174.777
86	30/10/2017	13:00:00	8183.49877	7594.5	8179.39	584.891	7.151	584.891	342097.75
87	30/10/2017	14:00:00	8146.675069	7586.5	7800.19	213.687	2.74	213.687	45662.228
88	30/10/2017	15:00:00	8004.570707	7528.06	7764.48	236.42	3.045	236.42	55894.559
89	30/10/2017	16:00:00	7582.01987	7235.81	7844.35	608.536	7.758	608.536	370315.629
90	30/10/2017	17:00:00	7453.34151	7271.33	7956.67	685.34	8.613	685.34	469690.23
91	30/10/2017	18:00:00	7102.762186	7102.76	7987	884.238	11.071	884.238	781876.511
92	30/10/2017	19:00:00	7102.39095	7102.39	7762.37	659.979	8.502	659.979	435572.346
93	30/10/2017	20:00:00	6996.767367	6996.77	7165.44	168.673	2.354	168.673	28450.457
94	30/10/2017	21:00:00	6494.421739	6494.42	6522.43	28.008	0.429	28.008	784.463
95	30/10/2017	22:00:00	5850.43054	5850.43	5817.03	-33.401	0.574	33.401	1115.596
96	30/10/2017	23:00:00	5146.796002	5146.8	5116.03	-30.766	0.601	30.766	946.547
97	31/10/2017	0:00:00	4576.01922	4576.02	4658.12	82.101	1.763	82.101	6740.538
98	31/10/2017	1:00:00	4284.652641	4284.65	4370.49	85.837	1.964	85.837	7368.052
99	31/10/2017	2:00:00	4148.962583	4148.96	4243.39	94.427	2.225	94.427	8916.537
100	31/10/2017	3:00:00	4110.518263	4110.52	4178.5	67.982	1.627	67.982	4621.517
101	31/10/2017	4:00:00	4093.232011	4093.23	4196.74	103.508	2.466	103.508	10713.904



Continuación  
F.6

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
102	31/10/2017	5:00:00	4180.63973	4180.64	4267.01	86.37	2.024	86.37	7459.824
103	31/10/2017	6:00:00	4652.718476	4652.72	4768.7	115.982	2.432	115.982	13451.714
104	31/10/2017	7:00:00	5613.134746	5613.13	5365.63	-247.505	4.613	247.505	61258.599
105	31/10/2017	8:00:00	6354.954018	6354.95	6345.22	-9.734	0.153	9.734	94.751
106	31/10/2017	9:00:00	6925.551633	6743.54	6856.9	113.359	1.653	113.359	12850.348
107	31/10/2017	10:00:00	7498.664946	7152.46	7188.67	36.211	0.504	36.211	1311.205
108	31/10/2017	11:00:00	7789.414184	7312.9	7426.38	113.477	1.528	113.477	12876.99
109	31/10/2017	12:00:00	7989.363683	7429.19	7819.39	390.199	4.99	390.199	152254.951
110	31/10/2017	13:00:00	8170.466925	7581.47	8017.73	436.263	5.441	436.263	190325.47
111	31/10/2017	14:00:00	8133.701003	7573.53	7989.7	416.171	5.209	416.171	173198.539
112	31/10/2017	15:00:00	7991.822105	7515.31	7854.72	339.409	4.321	339.409	115198.405
113	31/10/2017	16:00:00	7569.943449	7223.74	7548.68	324.942	4.305	324.942	105587.346
114	31/10/2017	17:00:00	7441.469255	7259.46	7653.7	394.242	5.151	394.242	155426.561
115	31/10/2017	18:00:00	7091.447611	7091.45	7660.99	569.542	7.434	569.542	324378.533
116	31/10/2017	19:00:00	7091.076215	7091.08	7836.67	745.594	9.514	745.594	555910.092
117	31/10/2017	20:00:00	6985.62016	6985.62	7042.17	56.55	0.803	56.55	3197.884
118	31/10/2017	21:00:00	6484.074179	6484.07	6609.59	125.516	1.899	125.516	15754.221
119	31/10/2017	22:00:00	5841.108431	5841.11	5979.07	137.962	2.307	137.962	19033.394
120	31/10/2017	23:00:00	5138.594524	5138.59	5256	117.405	2.234	117.405	13784.046
<b>Suma</b>							323.619	21099.702	7464992.524
<b>Valor</b>							<b><u>2.697</u></b>	<b><u>175.83</u></b>	<b><u>62208.27</u></b>



## APÉNDICE G. Resumen de resultados al modificar los parámetros (p,d,q) (P,D,Q) del Modelo ARIMA

En las siguientes tablas se muestran los valores de pronóstico con sus respectivos valores de MAPE, MAE y MSE al ir modificando los parámetros de (p,d,q) (P,D,Q) para el método ARIMA.

**Tabla G.1 Valores Pronóstico para ARIMA (1,1,1) (1,1,1)**

Periodo	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4595.50	4595.50	4652.17	56.673	1.218	56.673	3211.788
2	25/10/2017	01:00:00	4317.99	4317.99	4320.39	2.399	0.056	2.399	5.755
3	25/10/2017	02:00:00	4177.33	4177.33	4206.71	29.381	0.698	29.381	863.225
4	25/10/2017	03:00:00	4135.83	4135.83	4113.98	-21.852	0.531	21.852	477.493
5	25/10/2017	04:00:00	4112.28	4112.28	4099.77	-12.514	0.305	12.514	156.588
6	25/10/2017	05:00:00	4200.30	4200.30	4202.11	1.810	0.043	1.810	3.277
7	25/10/2017	06:00:00	4665.90	4665.90	4719.74	53.841	1.141	53.841	2898.864
8	25/10/2017	07:00:00	5561.48	5561.48	5662.08	100.601	1.777	100.601	10120.543
9	25/10/2017	08:00:00	6326.42	6326.42	6745.54	419.116	6.213	419.116	175658.158
10	25/10/2017	09:00:00	6836.49	6654.48	6612.48	-42.001	0.635	42.001	1764.067
11	25/10/2017	10:00:00	7511.82	7165.62	7047.55	-118.066	1.675	118.066	13939.640
12	25/10/2017	11:00:00	7878.39	7401.88	7478.78	76.899	1.028	76.899	5913.465
13	25/10/2017	12:00:00	8111.23	7551.05	7496.25	-54.804	0.731	54.804	3003.501
14	25/10/2017	13:00:00	8270.28	7681.28	7516.02	-165.264	2.199	165.264	27312.236
15	25/10/2017	14:00:00	8148.27	7588.10	7306.95	-281.145	3.848	281.145	79042.552
16	25/10/2017	15:00:00	7997.07	7520.55	7249.92	-270.635	3.733	270.635	73243.090
17	25/10/2017	16:00:00	7705.58	7359.37	7073.67	-285.700	4.039	285.700	81624.361
18	25/10/2017	17:00:00	7417.80	7235.78	7172.35	-63.434	0.884	63.434	4023.923
19	25/10/2017	18:00:00	7127.94	7127.94	7116.67	-11.271	0.158	11.271	127.031
20	25/10/2017	19:00:00	7041.11	7041.11	7077.12	36.006	0.509	36.006	1296.442
21	25/10/2017	20:00:00	7035.41	7035.41	7114.94	79.529	1.118	79.529	6324.869
22	25/10/2017	21:00:00	6525.66	6525.66	6699.08	173.420	2.589	173.420	30074.481
23	25/10/2017	22:00:00	5877.51	5877.51	6009.41	131.898	2.195	131.898	17397.013
24	25/10/2017	23:00:00	5221.92	5221.92	5308.04	86.116	1.622	86.116	7416.032
25	26/10/2017	00:00:00	4648.35	4648.35	4734.92	86.566	1.828	86.566	7493.701
26	26/10/2017	01:00:00	4349.46	4349.46	4418.88	69.420	1.571	69.420	4819.152
27	26/10/2017	02:00:00	4204.99	4204.99	4263.55	58.561	1.374	58.561	3429.387
28	26/10/2017	03:00:00	4155.38	4155.38	4183.49	28.112	0.672	28.112	790.299
29	26/10/2017	04:00:00	4130.27	4130.27	4177.35	47.076	1.127	47.076	2216.182





Continuación G.1

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
30	26/10/2017	05:00:00	4213.75	4213.75	4272.97	59.217	1.386	59.217	3506.691
31	26/10/2017	06:00:00	4682.21	4682.21	4758.91	76.702	1.612	76.702	5883.262
32	26/10/2017	07:00:00	5605.12	5605.12	5737.92	132.805	2.315	132.805	17637.071
33	26/10/2017	08:00:00	6379.42	6379.42	6607.30	227.882	3.449	227.882	51930.042
34	26/10/2017	09:00:00	6934.56	6752.55	6852.47	99.923	1.458	99.923	9984.544
35	26/10/2017	10:00:00	7552.93	7206.72	7059.65	-147.071	2.083	147.071	21629.849
36	26/10/2017	11:00:00	7898.61	7422.10	7411.59	-10.510	0.142	10.510	110.453
37	26/10/2017	12:00:00	8080.06	7519.88	7467.46	-52.424	0.702	52.424	2748.236
38	26/10/2017	13:00:00	8242.86	7653.86	7682.69	28.828	0.375	28.828	831.028
39	26/10/2017	14:00:00	8175.74	7615.56	7519.68	-95.884	1.275	95.884	9193.723
40	26/10/2017	15:00:00	8011.39	7534.88	7407.35	-127.527	1.722	127.527	16263.207
41	26/10/2017	16:00:00	7669.87	7323.66	7396.62	72.959	0.986	72.959	5323.057
42	26/10/2017	17:00:00	7475.06	7293.05	7380.30	87.249	1.182	87.249	7612.370
43	26/10/2017	18:00:00	7143.80	7143.80	7146.05	2.250	0.031	2.250	5.064
44	26/10/2017	19:00:00	7072.32	7072.32	7108.98	36.661	0.516	36.661	1343.997
45	26/10/2017	20:00:00	7053.49	7053.49	7161.02	107.527	1.502	107.527	11562.124
46	26/10/2017	21:00:00	6543.04	6543.04	6676.99	133.954	2.006	133.954	17943.736
47	26/10/2017	22:00:00	5901.15	5901.15	6118.46	217.310	3.552	217.310	47223.419
48	26/10/2017	23:00:00	5216.52	5216.52	5351.43	134.913	2.521	134.913	18201.615
49	27/10/2017	00:00:00	4648.76	4648.76	4852.23	203.472	4.193	203.472	41401.037
50	27/10/2017	01:00:00	4354.66	4354.66	4484.35	129.694	2.892	129.694	16820.495
51	27/10/2017	02:00:00	4211.06	4211.06	4376.45	165.389	3.779	165.389	27353.655
52	27/10/2017	03:00:00	4163.28	4163.28	4268.74	105.456	2.470	105.456	11120.986
53	27/10/2017	04:00:00	4138.55	4138.55	4248.00	109.447	2.576	109.447	11978.618
54	27/10/2017	05:00:00	4223.07	4223.07	4332.86	109.790	2.534	109.790	12053.878
55	27/10/2017	06:00:00	4690.91	4690.91	4783.87	92.955	1.943	92.955	8640.647
56	27/10/2017	07:00:00	5607.76	5607.76	5685.31	77.551	1.364	77.551	6014.103
57	27/10/2017	08:00:00	6380.00	6380.00	6442.95	62.946	0.977	62.946	3962.259
58	27/10/2017	09:00:00	6925.13	6743.11	6752.06	8.945	0.132	8.945	80.018
59	27/10/2017	10:00:00	7556.21	7210.01	7186.56	-23.449	0.326	23.449	549.851
60	27/10/2017	11:00:00	7906.58	7430.07	7297.53	-132.539	1.816	132.539	17566.512
61	27/10/2017	12:00:00	8099.50	7539.33	7494.72	-44.611	0.595	44.611	1990.175
62	27/10/2017	13:00:00	8261.50	7672.50	7552.71	-119.791	1.586	119.791	14349.976
63	27/10/2017	14:00:00	8182.17	7622.00	7304.63	-317.367	4.345	317.367	100721.882
64	27/10/2017	15:00:00	8020.78	7544.27	7143.55	-400.717	5.609	400.717	160573.895
65	27/10/2017	16:00:00	7690.43	7344.23	6848.26	-495.966	7.242	495.966	245982.624
66	27/10/2017	17:00:00	7474.93	7292.92	6800.07	-492.854	7.248	492.854	242904.781



Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
67	27/10/2017	18:00:00	7152.93	7152.93	6653.56	-499.367	7.505	499.367	249367.071
68	27/10/2017	19:00:00	7078.05	7078.05	6556.42	-521.633	7.956	521.633	272100.986
69	27/10/2017	20:00:00	7062.18	7062.18	6732.67	-329.508	4.894	329.508	108575.207
70	27/10/2017	21:00:00	6551.90	6551.90	6419.14	-132.765	2.068	132.765	17626.428
71	27/10/2017	22:00:00	5908.65	5908.65	5889.98	-18.670	0.317	18.670	348.580
72	27/10/2017	23:00:00	5230.52	5230.52	5343.36	112.844	2.112	112.844	12733.815
73	30/10/2017	00:00:00	4661.49	4661.49	4397.95	-263.538	5.992	263.538	69452.493
74	30/10/2017	01:00:00	4366.35	4366.35	4174.65	-191.696	4.592	191.696	36747.206
75	30/10/2017	02:00:00	4222.58	4222.58	4156.22	-66.362	1.597	66.362	4403.864
76	30/10/2017	03:00:00	4174.42	4174.42	4096.51	-77.913	1.902	77.913	6070.390
77	30/10/2017	04:00:00	4149.64	4149.64	4060.99	-88.645	2.183	88.645	7857.998
78	30/10/2017	05:00:00	4233.95	4233.95	4178.11	-55.837	1.336	55.837	3117.820
79	30/10/2017	06:00:00	4701.96	4701.96	4661.57	-40.385	0.866	40.385	1630.951
80	30/10/2017	07:00:00	5620.18	5620.18	5146.95	-473.227	9.194	473.227	223944.080
81	30/10/2017	08:00:00	6392.91	6392.91	6086.79	-306.117	5.029	306.117	93707.557
82	30/10/2017	09:00:00	6940.29	6758.28	6657.79	-100.487	1.509	100.487	10097.675
83	30/10/2017	10:00:00	7568.57	7222.36	7284.87	62.507	0.858	62.507	3907.102
84	30/10/2017	11:00:00	7917.92	7441.41	7687.68	246.274	3.203	246.274	60650.657
85	30/10/2017	12:00:00	8108.31	7548.14	7642.37	94.232	1.233	94.232	8879.725
86	30/10/2017	13:00:00	8270.51	7681.51	8179.39	497.875	6.087	497.875	247879.935
87	30/10/2017	14:00:00	8193.93	7633.76	7800.19	166.433	2.134	166.433	27699.955
88	30/10/2017	15:00:00	8031.91	7555.39	7764.48	209.086	2.693	209.086	43716.785
89	30/10/2017	16:00:00	7699.10	7352.89	7844.35	491.460	6.265	491.460	241532.893
90	30/10/2017	17:00:00	7488.24	7306.23	7956.67	650.445	8.175	650.445	423078.104
91	30/10/2017	18:00:00	7164.19	7164.19	7987.00	822.807	10.302	822.807	677011.846
92	30/10/2017	19:00:00	7090.10	7090.10	7762.37	672.268	8.661	672.268	451944.441
93	30/10/2017	20:00:00	7073.60	7073.60	7165.44	91.845	1.282	91.845	8435.445
94	30/10/2017	21:00:00	6563.31	6563.31	6522.43	-40.878	0.627	40.878	1671.009
95	30/10/2017	22:00:00	5920.39	5920.39	5817.03	-103.355	1.777	103.355	10682.345
96	30/10/2017	23:00:00	5240.83	5240.83	5116.03	-124.799	2.439	124.799	15574.829
97	31/10/2017	00:00:00	4672.11	4672.11	4658.12	-13.991	0.300	13.991	195.749
98	31/10/2017	01:00:00	4377.23	4377.23	4370.49	-6.737	0.154	6.737	45.386
99	31/10/2017	02:00:00	4233.53	4233.53	4243.39	9.863	0.232	9.863	97.277
100	31/10/2017	03:00:00	4185.48	4185.48	4178.50	-6.980	0.167	6.980	48.720
101	31/10/2017	04:00:00	4160.73	4160.73	4196.74	36.008	0.858	36.008	1296.587
102	31/10/2017	05:00:00	4245.12	4245.12	4267.01	21.894	0.513	21.894	479.340
103	31/10/2017	06:00:00	4713.11	4713.11	4768.70	55.586	1.166	55.586	3089.787



Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
104	31/10/2017	07:00:00	5631.06	5631.06	5365.63	-265.426	4.947	265.426	70450.956
105	31/10/2017	08:00:00	6403.70	6403.70	6345.22	-58.484	0.922	58.484	3420.382
106	31/10/2017	09:00:00	6950.61	6768.60	6856.90	88.302	1.288	88.302	7797.331
107	31/10/2017	10:00:00	7579.54	7233.34	7188.67	-44.666	0.621	44.666	1995.044
108	31/10/2017	11:00:00	7929.14	7452.63	7426.38	-26.252	0.354	26.252	689.186
109	31/10/2017	12:00:00	8120.13	7559.95	7819.39	259.436	3.318	259.436	67306.860
110	31/10/2017	13:00:00	8282.31	7693.31	8017.73	324.418	4.046	324.418	105247.212
111	31/10/2017	14:00:00	8205.14	7644.97	7989.70	344.731	4.315	344.731	118839.707
112	31/10/2017	15:00:00	8043.28	7566.77	7854.72	287.946	3.666	287.946	82913.138
113	31/10/2017	16:00:00	7711.05	7364.84	7548.68	183.835	2.435	183.835	33795.330
114	31/10/2017	17:00:00	7499.18	7317.17	7653.70	336.527	4.397	336.527	113250.163
115	31/10/2017	18:00:00	7175.62	7175.62	7660.99	485.369	6.336	485.369	235583.155
116	31/10/2017	19:00:00	7101.38	7101.38	7836.67	735.288	9.383	735.288	540648.093
117	31/10/2017	20:00:00	7085.04	7085.04	7042.17	-42.873	0.609	42.873	1838.089
118	31/10/2017	21:00:00	6574.79	6574.79	6609.59	34.805	0.527	34.805	1211.358
119	31/10/2017	22:00:00	5931.82	5931.82	5979.07	47.254	0.790	47.254	2232.981
120	31/10/2017	23:00:00	5252.60	5252.60	5256.00	3.397	0.065	3.397	11.541
<b>Suma</b>							292.158	19081.972	6470576.560
<b>Valor</b>							<b>2.435</b>	<b>159.02</b>	<b>53921.47</b>

**Tabla G.2 Valores Pronóstico para ARIMA (2,1,2) (1,1,1)**

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4595.32	4595.32	4652.17	56.853	1.222	56.853	3232.269
2	25/10/2017	01:00:00	4324.22	4324.22	4320.39	-3.835	0.089	3.835	14.707
3	25/10/2017	02:00:00	4179.82	4179.82	4206.71	26.890	0.639	26.890	723.072
4	25/10/2017	03:00:00	4142.38	4142.38	4113.98	-28.398	0.690	28.398	806.445
5	25/10/2017	04:00:00	4115.47	4115.47	4099.77	-15.702	0.383	15.702	246.550
6	25/10/2017	05:00:00	4206.33	4206.33	4202.11	-4.222	0.100	4.222	17.823
7	25/10/2017	06:00:00	4669.21	4669.21	4719.74	50.527	1.071	50.527	2552.973
8	25/10/2017	07:00:00	5566.56	5566.56	5662.08	95.516	1.687	95.516	9123.287
9	25/10/2017	08:00:00	6328.69	6328.69	6745.54	416.852	6.180	416.852	173765.575
10	25/10/2017	09:00:00	6838.80	6656.79	6612.48	-44.312	0.670	44.312	1963.588
11	25/10/2017	10:00:00	7514.49	7168.28	7047.55	-120.734	1.713	120.734	14576.792
12	25/10/2017	11:00:00	7882.42	7405.91	7478.78	72.873	0.974	72.873	5310.456
13	25/10/2017	12:00:00	8115.29	7555.11	7496.25	-58.864	0.785	58.864	3464.977



Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
14	25/10/2017	13:00:00	8274.43	7685.43	7516.02	-169.410	2.254	169.410	28699.747
15	25/10/2017	14:00:00	8150.94	7590.77	7306.95	-283.818	3.884	283.818	80552.387
16	25/10/2017	15:00:00	8000.82	7524.31	7249.92	-274.385	3.785	274.385	75287.238
17	25/10/2017	16:00:00	7710.03	7363.82	7073.67	-290.150	4.102	290.150	84186.920
18	25/10/2017	17:00:00	7419.99	7237.98	7172.35	-65.630	0.915	65.630	4307.290
19	25/10/2017	18:00:00	7132.32	7132.32	7116.67	-15.651	0.220	15.651	244.938
20	25/10/2017	19:00:00	7044.85	7044.85	7077.12	32.270	0.456	32.270	1041.326
21	25/10/2017	20:00:00	7041.40	7041.40	7114.94	73.543	1.034	73.543	5408.557
22	25/10/2017	21:00:00	6530.68	6530.68	6699.08	168.396	2.514	168.396	28357.046
23	25/10/2017	22:00:00	5886.15	5886.15	6009.41	123.255	2.051	123.255	15191.873
24	25/10/2017	23:00:00	5231.35	5231.35	5308.04	76.686	1.445	76.686	5880.711
25	26/10/2017	00:00:00	4657.85	4657.85	4734.92	77.075	1.628	77.075	5940.499
26	26/10/2017	01:00:00	4357.95	4357.95	4418.88	60.930	1.379	60.930	3712.509
27	26/10/2017	02:00:00	4213.78	4213.78	4263.55	49.771	1.167	49.771	2477.144
28	26/10/2017	03:00:00	4163.81	4163.81	4183.49	19.676	0.470	19.676	387.147
29	26/10/2017	04:00:00	4139.33	4139.33	4177.35	38.020	0.910	38.020	1445.552
30	26/10/2017	05:00:00	4222.35	4222.35	4272.97	50.619	1.185	50.619	2562.268
31	26/10/2017	06:00:00	4691.57	4691.57	4758.91	67.344	1.415	67.344	4535.155
32	26/10/2017	07:00:00	5614.72	5614.72	5737.92	123.197	2.147	123.197	15177.440
33	26/10/2017	08:00:00	6389.44	6389.44	6607.30	217.863	3.297	217.863	47464.178
34	26/10/2017	09:00:00	6944.44	6762.43	6852.47	90.041	1.314	90.041	8107.302
35	26/10/2017	10:00:00	7562.85	7216.64	7059.65	-156.990	2.224	156.990	24646.010
36	26/10/2017	11:00:00	7907.28	7430.76	7411.59	-19.174	0.259	19.174	367.656
37	26/10/2017	12:00:00	8088.38	7528.21	7467.46	-60.752	0.814	60.752	3690.747
38	26/10/2017	13:00:00	8250.09	7661.09	7682.69	21.604	0.281	21.604	466.730
39	26/10/2017	14:00:00	8185.05	7624.88	7519.68	-105.202	1.399	105.202	11067.460
40	26/10/2017	15:00:00	8019.96	7543.45	7407.35	-136.099	1.837	136.099	18522.817
41	26/10/2017	16:00:00	7678.19	7331.98	7396.62	64.636	0.874	64.636	4177.764
42	26/10/2017	17:00:00	7484.10	7302.09	7380.30	78.212	1.060	78.212	6117.093
43	26/10/2017	18:00:00	7153.87	7153.87	7146.05	-7.821	0.109	7.821	61.167
44	26/10/2017	19:00:00	7081.68	7081.68	7108.98	27.299	0.384	27.299	745.245
45	26/10/2017	20:00:00	7064.82	7064.82	7161.02	96.199	1.343	96.199	9254.206
46	26/10/2017	21:00:00	6552.95	6552.95	6676.99	124.035	1.858	124.035	15384.765
47	26/10/2017	22:00:00	5914.67	5914.67	6118.46	203.787	3.331	203.787	41528.971
48	26/10/2017	23:00:00	5229.06	5229.06	5351.43	122.375	2.287	122.375	14975.594
49	27/10/2017	00:00:00	4662.01	4662.01	4852.23	190.222	3.920	190.222	36184.294
50	27/10/2017	01:00:00	4368.34	4368.34	4484.35	116.008	2.587	116.008	13457.741



Continuación G.2

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
51	27/10/2017	02:00:00	4224.56	4224.56	4376.45	151.890	3.471	151.890	23070.625
52	27/10/2017	03:00:00	4177.14	4177.14	4268.74	91.600	2.146	91.600	8390.624
53	27/10/2017	04:00:00	4152.47	4152.47	4248.00	95.530	2.249	95.530	9125.984
54	27/10/2017	05:00:00	4237.02	4237.02	4332.86	95.843	2.212	95.843	9185.889
55	27/10/2017	06:00:00	4705.09	4705.09	4783.87	78.783	1.647	78.783	6206.821
56	27/10/2017	07:00:00	5622.05	5622.05	5685.31	63.258	1.113	63.258	4001.632
57	27/10/2017	08:00:00	6394.13	6394.13	6442.95	48.822	0.758	48.822	2383.612
58	27/10/2017	09:00:00	6938.58	6756.56	6752.06	-4.505	0.067	4.505	20.294
59	27/10/2017	10:00:00	7570.44	7224.23	7186.56	-37.674	0.524	37.674	1419.296
60	27/10/2017	11:00:00	7920.14	7443.63	7297.53	-146.101	2.002	146.101	21345.453
61	27/10/2017	12:00:00	8113.40	7553.23	7494.72	-58.508	0.781	58.508	3423.131
62	27/10/2017	13:00:00	8274.39	7685.39	7552.71	-132.678	1.757	132.678	17603.551
63	27/10/2017	14:00:00	8196.03	7635.85	7304.63	-331.224	4.534	331.224	109709.353
64	27/10/2017	15:00:00	8034.29	7557.78	7143.55	-414.230	5.799	414.230	171586.638
65	27/10/2017	16:00:00	7704.44	7358.23	6848.26	-509.975	7.447	509.975	260074.008
66	27/10/2017	17:00:00	7488.12	7306.11	6800.07	-506.036	7.442	506.036	256072.309
67	27/10/2017	18:00:00	7167.84	7167.84	6653.56	-514.283	7.729	514.283	264487.345
68	27/10/2017	19:00:00	7092.07	7092.07	6556.42	-535.646	8.170	535.646	286916.289
69	27/10/2017	20:00:00	7078.41	7078.41	6732.67	-345.743	5.135	345.743	119538.109
70	27/10/2017	21:00:00	6566.77	6566.77	6419.14	-147.628	2.300	147.628	21794.158
71	27/10/2017	22:00:00	5927.14	5927.14	5889.98	-37.162	0.631	37.162	1380.995
72	27/10/2017	23:00:00	5248.61	5248.61	5343.36	94.752	1.773	94.752	8977.929
73	30/10/2017	00:00:00	4680.16	4680.16	4397.95	-282.205	6.417	282.205	79639.809
74	30/10/2017	01:00:00	4385.03	4385.03	4174.65	-210.379	5.039	210.379	44259.310
75	30/10/2017	02:00:00	4241.23	4241.23	4156.22	-85.014	2.045	85.014	7227.328
76	30/10/2017	03:00:00	4193.21	4193.21	4096.51	-96.703	2.361	96.703	9351.377
77	30/10/2017	04:00:00	4168.65	4168.65	4060.99	-107.665	2.651	107.665	11591.712
78	30/10/2017	05:00:00	4252.84	4252.84	4178.11	-74.733	1.789	74.733	5585.074
79	30/10/2017	06:00:00	4721.24	4721.24	4661.57	-59.670	1.280	59.670	3560.537
80	30/10/2017	07:00:00	5639.63	5639.63	5146.95	-492.685	9.572	492.685	242738.302
81	30/10/2017	08:00:00	6412.38	6412.38	6086.79	-325.587	5.349	325.587	106007.133
82	30/10/2017	09:00:00	6959.27	6777.26	6657.79	-119.467	1.794	119.467	14272.287
83	30/10/2017	10:00:00	7588.08	7241.87	7284.87	43.000	0.590	43.000	1848.974
84	30/10/2017	11:00:00	7936.57	7460.06	7687.68	227.621	2.961	227.621	51811.458
85	30/10/2017	12:00:00	8127.07	7566.90	7642.37	75.471	0.988	75.471	5695.922
86	30/10/2017	13:00:00	8288.24	7699.24	8179.39	480.153	5.870	480.153	230547.235
87	30/10/2017	14:00:00	8213.00	7652.83	7800.19	147.364	1.889	147.364	21716.042



Continuación G.2

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
88	30/10/2017	15:00:00	8050.50	7573.99	7764.48	190.488	2.453	190.488	36285.711
89	30/10/2017	16:00:00	7717.94	7371.74	7844.35	472.613	6.025	472.613	223362.975
90	30/10/2017	17:00:00	7506.77	7324.76	7956.67	631.910	7.942	631.910	399310.121
91	30/10/2017	18:00:00	7184.24	7184.24	7987.00	802.760	10.051	802.760	644424.123
92	30/10/2017	19:00:00	7109.31	7109.31	7762.37	653.060	8.413	653.060	426487.213
93	30/10/2017	20:00:00	7094.96	7094.96	7165.44	70.484	0.984	70.484	4968.018
94	30/10/2017	21:00:00	6583.28	6583.28	6522.43	-60.851	0.933	60.851	3702.899
95	30/10/2017	22:00:00	5944.00	5944.00	5817.03	-126.973	2.183	126.973	16122.142
96	30/10/2017	23:00:00	5263.86	5263.86	5116.03	-147.826	2.889	147.826	21852.535
97	31/10/2017	00:00:00	4695.76	4695.76	4658.12	-37.644	0.808	37.644	1417.082
98	31/10/2017	01:00:00	4401.00	4401.00	4370.49	-30.509	0.698	30.509	930.799
99	31/10/2017	02:00:00	4257.24	4257.24	4243.39	-13.852	0.326	13.852	191.873
100	31/10/2017	03:00:00	4209.38	4209.38	4178.50	-30.884	0.739	30.884	953.841
101	31/10/2017	04:00:00	4184.84	4184.84	4196.74	11.905	0.284	11.905	141.728
102	31/10/2017	05:00:00	4269.13	4269.13	4267.01	-2.122	0.050	2.122	4.503
103	31/10/2017	06:00:00	4737.49	4737.49	4768.70	31.213	0.655	31.213	974.256
104	31/10/2017	07:00:00	5655.58	5655.58	5365.63	-289.948	5.404	289.948	84069.665
105	31/10/2017	08:00:00	6428.20	6428.20	6345.22	-82.979	1.308	82.979	6885.568
106	31/10/2017	09:00:00	6974.55	6792.54	6856.90	64.358	0.939	64.358	4142.003
107	31/10/2017	10:00:00	7604.10	7257.89	7188.67	-69.223	0.963	69.223	4791.841
108	31/10/2017	11:00:00	7952.90	7476.39	7426.38	-50.008	0.673	50.008	2500.809
109	31/10/2017	12:00:00	8144.07	7583.90	7819.39	235.493	3.012	235.493	55457.122
110	31/10/2017	13:00:00	8305.22	7716.22	8017.73	301.508	3.761	301.508	90907.365
111	31/10/2017	14:00:00	8229.29	7669.12	7989.70	320.579	4.012	320.579	102770.626
112	31/10/2017	15:00:00	8067.00	7590.49	7854.72	264.229	3.364	264.229	69817.101
113	31/10/2017	16:00:00	7735.10	7388.89	7548.68	159.787	2.117	159.787	25531.935
114	31/10/2017	17:00:00	7522.77	7340.75	7653.70	312.945	4.089	312.945	97934.811
115	31/10/2017	18:00:00	7200.79	7200.79	7660.99	460.203	6.007	460.203	211787.104
116	31/10/2017	19:00:00	7125.69	7125.69	7836.67	710.980	9.072	710.980	505492.718
117	31/10/2017	20:00:00	7111.53	7111.53	7042.17	-69.358	0.985	69.358	4810.594
118	31/10/2017	21:00:00	6599.89	6599.89	6609.59	9.700	0.147	9.700	94.094
119	31/10/2017	22:00:00	5960.56	5960.56	5979.07	18.508	0.310	18.508	342.560
120	31/10/2017	23:00:00	5280.82	5280.82	5256.00	-24.816	0.472	24.816	615.843
<b>Suma</b>							290.689	18923.027	6329062.121
<b>Valor</b>							<b>2.422</b>	<b>157.69</b>	<b>52742.18</b>



**Tabla G.3 Valores Pronóstico para ARIMA (1,1,1) (2,1,2)**

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4589.61	4589.61	4652.17	62.563	1.345	62.563	3914.184
2	25/10/2017	01:00:00	4315.02	4315.02	4320.39	5.367	0.124	5.367	28.799
3	25/10/2017	02:00:00	4172.33	4172.33	4206.71	34.379	0.817	34.379	1181.906
4	25/10/2017	03:00:00	4129.15	4129.15	4113.98	-15.171	0.369	15.171	230.164
5	25/10/2017	04:00:00	4106.82	4106.82	4099.77	-7.054	0.172	7.054	49.766
6	25/10/2017	05:00:00	4194.12	4194.12	4202.11	7.986	0.190	7.986	63.774
7	25/10/2017	06:00:00	4656.96	4656.96	4719.74	62.778	1.330	62.778	3941.015
8	25/10/2017	07:00:00	5555.67	5555.67	5662.08	106.412	1.879	106.412	11323.453
9	25/10/2017	08:00:00	6307.69	6307.69	6745.54	437.854	6.491	437.854	191715.780
10	25/10/2017	09:00:00	6826.40	6644.39	6612.48	-31.912	0.483	31.912	1018.366
11	25/10/2017	10:00:00	7496.34	7150.14	7047.55	-102.587	1.456	102.587	10524.063
12	25/10/2017	11:00:00	7859.79	7383.28	7478.78	95.501	1.277	95.501	9120.390
13	25/10/2017	12:00:00	8096.67	7536.50	7496.25	-40.248	0.537	40.248	1619.862
14	25/10/2017	13:00:00	8262.13	7673.13	7516.02	-157.109	2.090	157.109	24683.235
15	25/10/2017	14:00:00	8148.11	7587.94	7306.95	-280.988	3.845	280.988	78954.331
16	25/10/2017	15:00:00	8004.18	7527.66	7249.92	-277.745	3.831	277.745	77142.072
17	25/10/2017	16:00:00	7713.36	7367.16	7073.67	-293.489	4.149	293.489	86135.697
18	25/10/2017	17:00:00	7416.45	7234.43	7172.35	-62.085	0.866	62.085	3854.533
19	25/10/2017	18:00:00	7120.56	7120.56	7116.67	-3.892	0.055	3.892	15.150
20	25/10/2017	19:00:00	7035.46	7035.46	7077.12	41.665	0.589	41.665	1735.963
21	25/10/2017	20:00:00	7023.94	7023.94	7114.94	91.002	1.279	91.002	8281.316
22	25/10/2017	21:00:00	6512.96	6512.96	6699.08	186.119	2.778	186.119	34640.440
23	25/10/2017	22:00:00	5859.15	5859.15	6009.41	150.261	2.500	150.261	22578.490
24	25/10/2017	23:00:00	5201.57	5201.57	5308.04	106.470	2.006	106.470	11335.798
25	26/10/2017	00:00:00	4645.34	4645.34	4734.92	89.580	1.892	89.580	8024.499
26	26/10/2017	01:00:00	4340.80	4340.80	4418.88	78.084	1.767	78.084	6097.140
27	26/10/2017	02:00:00	4199.10	4199.10	4263.55	64.445	1.512	64.445	4153.168
28	26/10/2017	03:00:00	4149.93	4149.93	4183.49	33.556	0.802	33.556	1126.005
29	26/10/2017	04:00:00	4122.26	4122.26	4177.35	55.087	1.319	55.087	3034.631
30	26/10/2017	05:00:00	4203.00	4203.00	4272.97	69.974	1.638	69.974	4896.322
31	26/10/2017	06:00:00	4673.92	4673.92	4758.91	84.986	1.786	84.986	7222.586
32	26/10/2017	07:00:00	5590.45	5590.45	5737.92	147.465	2.570	147.465	21745.988
33	26/10/2017	08:00:00	6391.43	6391.43	6607.30	215.866	3.267	215.866	46598.340
34	26/10/2017	09:00:00	6933.64	6751.63	6852.47	100.842	1.472	100.842	10169.152
35	26/10/2017	10:00:00	7556.45	7210.25	7059.65	-150.598	2.133	150.598	22679.638
36	26/10/2017	11:00:00	7907.56	7431.05	7411.59	-19.458	0.263	19.458	378.629



Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
37	26/10/2017	12:00:00	8078.53	7518.36	7467.46	-50.903	0.682	50.903	2591.075
38	26/10/2017	13:00:00	8231.89	7642.89	7682.69	39.802	0.518	39.802	1584.174
39	26/10/2017	14:00:00	8157.68	7597.51	7519.68	-77.831	1.035	77.831	6057.591
40	26/10/2017	15:00:00	7974.49	7497.98	7407.35	-90.632	1.224	90.632	8214.248
41	26/10/2017	16:00:00	7631.03	7284.83	7396.62	111.794	1.511	111.794	12497.968
42	26/10/2017	17:00:00	7444.49	7262.48	7380.30	117.817	1.596	117.817	13880.793
43	26/10/2017	18:00:00	7118.16	7118.16	7146.05	27.889	0.390	27.889	777.803
44	26/10/2017	19:00:00	7040.92	7040.92	7108.98	68.061	0.957	68.061	4632.310
45	26/10/2017	20:00:00	7024.75	7024.75	7161.02	136.269	1.903	136.269	18569.252
46	26/10/2017	21:00:00	6512.62	6512.62	6676.99	164.374	2.462	164.374	27018.926
47	26/10/2017	22:00:00	5882.39	5882.39	6118.46	236.071	3.858	236.071	55729.506
48	26/10/2017	23:00:00	5197.89	5197.89	5351.43	153.537	2.869	153.537	23573.466
49	27/10/2017	00:00:00	4624.27	4624.27	4852.23	227.963	4.698	227.963	51967.148
50	27/10/2017	01:00:00	4334.94	4334.94	4484.35	149.409	3.332	149.409	22322.947
51	27/10/2017	02:00:00	4188.37	4188.37	4376.45	188.084	4.298	188.084	35375.683
52	27/10/2017	03:00:00	4139.16	4139.16	4268.74	129.579	3.036	129.579	16790.595
53	27/10/2017	04:00:00	4115.37	4115.37	4248.00	132.630	3.122	132.630	17590.614
54	27/10/2017	05:00:00	4199.65	4199.65	4332.86	133.212	3.074	133.212	17745.389
55	27/10/2017	06:00:00	4663.81	4663.81	4783.87	120.056	2.510	120.056	14413.522
56	27/10/2017	07:00:00	5580.01	5580.01	5685.31	105.297	1.852	105.297	11087.362
57	27/10/2017	08:00:00	6335.56	6335.56	6442.95	107.386	1.667	107.386	11531.706
58	27/10/2017	09:00:00	6883.49	6701.48	6752.06	50.578	0.749	50.578	2558.156
59	27/10/2017	10:00:00	7517.24	7171.04	7186.56	15.523	0.216	15.523	240.950
60	27/10/2017	11:00:00	7867.04	7390.53	7297.53	-92.997	1.274	92.997	8648.367
61	27/10/2017	12:00:00	8072.38	7512.21	7494.72	-17.490	0.233	17.490	305.887
62	27/10/2017	13:00:00	8240.84	7651.84	7552.71	-99.127	1.312	99.127	9826.200
63	27/10/2017	14:00:00	8161.72	7601.54	7304.63	-296.915	4.065	296.915	88158.445
64	27/10/2017	15:00:00	8011.12	7534.60	7143.55	-391.054	5.474	391.054	152923.454
65	27/10/2017	16:00:00	7688.91	7342.71	6848.26	-494.447	7.220	494.447	244477.618
66	27/10/2017	17:00:00	7450.20	7268.19	6800.07	-468.118	6.884	468.118	219134.599
67	27/10/2017	18:00:00	7127.99	7127.99	6653.56	-474.431	7.130	474.431	225084.714
68	27/10/2017	19:00:00	7053.07	7053.07	6556.42	-496.653	7.575	496.653	246664.549
69	27/10/2017	20:00:00	7033.30	7033.30	6732.67	-300.631	4.465	300.631	90378.811
70	27/10/2017	21:00:00	6522.11	6522.11	6419.14	-102.973	1.604	102.973	10603.454
71	27/10/2017	22:00:00	5871.28	5871.28	5889.98	18.701	0.318	18.701	349.720
72	27/10/2017	23:00:00	5195.47	5195.47	5343.36	147.890	2.768	147.890	21871.521
73	30/10/2017	00:00:00	4641.59	4641.59	4397.95	-243.639	5.540	243.639	59359.791





Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
74	30/10/2017	01:00:00	4340.33	4340.33	4174.65	-165.677	3.969	165.677	27448.804
75	30/10/2017	02:00:00	4199.01	4199.01	4156.22	-42.787	1.029	42.787	1830.762
76	30/10/2017	03:00:00	4150.83	4150.83	4096.51	-54.322	1.326	54.322	2950.840
77	30/10/2017	04:00:00	4123.62	4123.62	4060.99	-62.632	1.542	62.632	3922.823
78	30/10/2017	05:00:00	4205.06	4205.06	4178.11	-26.946	0.645	26.946	726.109
79	30/10/2017	06:00:00	4675.39	4675.39	4661.57	-13.823	0.297	13.823	191.066
80	30/10/2017	07:00:00	5589.03	5589.03	5146.95	-442.077	8.589	442.077	195431.785
81	30/10/2017	08:00:00	6386.89	6386.89	6086.79	-300.102	4.930	300.102	90061.386
82	30/10/2017	09:00:00	6924.61	6742.60	6657.79	-84.807	1.274	84.807	7192.227
83	30/10/2017	10:00:00	7554.00	7207.79	7284.87	77.075	1.058	77.075	5940.569
84	30/10/2017	11:00:00	7907.29	7430.78	7687.68	256.903	3.342	256.903	65999.271
85	30/10/2017	12:00:00	8085.38	7525.21	7642.37	117.160	1.533	117.160	13726.451
86	30/10/2017	13:00:00	8239.09	7650.09	8179.39	529.301	6.471	529.301	280159.025
87	30/10/2017	14:00:00	8158.86	7598.69	7800.19	201.499	2.583	201.499	40601.681
88	30/10/2017	15:00:00	7978.60	7502.09	7764.48	262.395	3.379	262.395	68850.974
89	30/10/2017	16:00:00	7641.50	7295.29	7844.35	549.058	6.999	549.058	301464.406
90	30/10/2017	17:00:00	7442.46	7260.45	7956.67	696.219	8.750	696.219	484720.601
91	30/10/2017	18:00:00	7120.70	7120.70	7987.00	866.299	10.846	866.299	750473.327
92	30/10/2017	19:00:00	7041.91	7041.91	7762.37	720.455	9.281	720.455	519055.942
93	30/10/2017	20:00:00	7026.91	7026.91	7165.44	138.530	1.933	138.530	19190.459
94	30/10/2017	21:00:00	6514.87	6514.87	6522.43	7.563	0.116	7.563	57.198
95	30/10/2017	22:00:00	5883.00	5883.00	5817.03	-65.974	1.134	65.974	4352.578
96	30/10/2017	23:00:00	5202.00	5202.00	5116.03	-85.972	1.680	85.972	7391.174
97	31/10/2017	00:00:00	4629.09	4629.09	4658.12	29.025	0.623	29.025	842.451
98	31/10/2017	01:00:00	4338.57	4338.57	4370.49	31.923	0.730	31.923	1019.093
99	31/10/2017	02:00:00	4192.23	4192.23	4243.39	51.162	1.206	51.162	2617.566
100	31/10/2017	03:00:00	4142.92	4142.92	4178.50	35.578	0.851	35.578	1265.829
101	31/10/2017	04:00:00	4118.87	4118.87	4196.74	77.872	1.856	77.872	6064.048
102	31/10/2017	05:00:00	4202.88	4202.88	4267.01	64.134	1.503	64.134	4113.143
103	31/10/2017	06:00:00	4667.49	4667.49	4768.70	101.212	2.122	101.212	10243.842
104	31/10/2017	07:00:00	5584.03	5584.03	5365.63	-218.397	4.070	218.397	47697.045
105	31/10/2017	08:00:00	6342.46	6342.46	6345.22	2.763	0.044	2.763	7.637
106	31/10/2017	09:00:00	6890.56	6708.55	6856.90	148.352	2.164	148.352	22008.200
107	31/10/2017	10:00:00	7522.99	7176.78	7188.67	11.889	0.165	11.889	141.339
108	31/10/2017	11:00:00	7872.62	7396.11	7426.38	30.269	0.408	30.269	916.234
109	31/10/2017	12:00:00	8075.28	7515.10	7819.39	304.286	3.891	304.286	92589.842
110	31/10/2017	13:00:00	8242.85	7653.85	8017.73	363.875	4.538	363.875	132405.104



Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
111	31/10/2017	14:00:00	8164.67	7604.50	7989.70	385.203	4.821	385.203	148381.056
112	31/10/2017	15:00:00	8011.94	7535.42	7854.72	319.296	4.065	319.296	101949.870
113	31/10/2017	16:00:00	7687.86	7341.65	7548.68	207.029	2.743	207.029	42860.949
114	31/10/2017	17:00:00	7453.42	7271.41	7653.70	382.289	4.995	382.289	146144.825
115	31/10/2017	18:00:00	7130.49	7130.49	7660.99	530.500	6.925	530.500	281430.347
116	31/10/2017	19:00:00	7055.62	7055.62	7836.67	781.055	9.967	781.055	610046.232
117	31/10/2017	20:00:00	7035.92	7035.92	7042.17	6.248	0.089	6.248	39.041
118	31/10/2017	21:00:00	6524.68	6524.68	6609.59	84.914	1.285	84.914	7210.443
119	31/10/2017	22:00:00	5875.17	5875.17	5979.07	103.895	1.738	103.895	10794.213
120	31/10/2017	23:00:00	5198.50	5198.50	5256.00	57.496	1.094	57.496	3305.741
<b>Suma</b>							308.900	20146.573	7040586.505
<b>Valor</b>							<b>2.574</b>	<b>167.89</b>	<b>58671.55</b>

**Tabla G.4 Valores Pronóstico para ARIMA (1,1,1) (0,1,1)**

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
1	25/10/2017	00:00:00	4591.68	4591.68	4652.17	60.487	1.300	60.487	3658.647
2	25/10/2017	01:00:00	4310.68	4310.68	4320.39	9.706	0.225	9.706	94.197
3	25/10/2017	02:00:00	4176.80	4176.80	4206.71	29.908	0.711	29.908	894.463
4	25/10/2017	03:00:00	4134.97	4134.97	4113.98	-20.991	0.510	20.991	440.638
5	25/10/2017	04:00:00	4114.76	4114.76	4099.77	-14.992	0.366	14.992	224.767
6	25/10/2017	05:00:00	4202.00	4202.00	4202.11	0.106	0.003	0.106	0.011
7	25/10/2017	06:00:00	4671.97	4671.97	4719.74	47.768	1.012	47.768	2281.800
8	25/10/2017	07:00:00	5592.65	5592.65	5662.08	69.425	1.226	69.425	4819.868
9	25/10/2017	08:00:00	6366.32	6366.32	6745.54	379.215	5.622	379.215	143804.074
10	25/10/2017	09:00:00	6918.24	6736.23	6612.48	-123.746	1.871	123.746	15312.958
11	25/10/2017	10:00:00	7545.44	7199.24	7047.55	-151.687	2.152	151.687	23008.852
12	25/10/2017	11:00:00	7892.65	7416.14	7478.78	62.641	0.838	62.641	3923.853
13	25/10/2017	12:00:00	8083.81	7523.63	7496.25	-27.383	0.365	27.383	749.844
14	25/10/2017	13:00:00	8247.76	7658.76	7516.02	-142.737	1.899	142.737	20373.731
15	25/10/2017	14:00:00	8172.80	7612.63	7306.95	-305.680	4.183	305.680	93440.073
16	25/10/2017	15:00:00	8009.61	7533.10	7249.92	-283.178	3.906	283.178	80189.992
17	25/10/2017	16:00:00	7673.70	7327.50	7073.67	-253.829	3.588	253.829	64429.256
18	25/10/2017	17:00:00	7467.00	7284.99	7172.35	-112.642	1.570	112.642	12688.121
19	25/10/2017	18:00:00	7142.17	7142.17	7116.67	-25.502	0.358	25.502	650.354
20	25/10/2017	19:00:00	7070.65	7070.65	7077.12	6.474	0.091	6.474	41.917



Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
21	25/10/2017	20:00:00	7052.05	7052.05	7114.94	62.894	0.884	62.894	3955.618
22	25/10/2017	21:00:00	6541.81	6541.81	6699.08	157.272	2.348	157.272	24734.540
23	25/10/2017	22:00:00	5898.58	5898.58	6009.41	110.835	1.844	110.835	12284.311
24	25/10/2017	23:00:00	5218.03	5218.03	5308.04	90.012	1.696	90.012	8102.076
25	26/10/2017	00:00:00	4647.23	4647.23	4734.92	87.689	1.852	87.689	7689.381
26	26/10/2017	01:00:00	4353.01	4353.01	4418.88	65.870	1.491	65.870	4338.810
27	26/10/2017	02:00:00	4210.11	4210.11	4263.55	53.443	1.253	53.443	2856.133
28	26/10/2017	03:00:00	4162.12	4162.12	4183.49	21.365	0.511	21.365	456.473
29	26/10/2017	04:00:00	4137.72	4137.72	4177.35	39.625	0.949	39.625	1570.168
30	26/10/2017	05:00:00	4222.11	4222.11	4272.97	50.856	1.190	50.856	2586.314
31	26/10/2017	06:00:00	4690.15	4690.15	4758.91	68.764	1.445	68.764	4728.536
32	26/10/2017	07:00:00	5609.52	5609.52	5737.92	128.403	2.238	128.403	16487.399
33	26/10/2017	08:00:00	6382.30	6382.30	6607.30	224.998	3.405	224.998	50624.071
34	26/10/2017	09:00:00	6933.62	6751.61	6852.47	100.861	1.472	100.861	10172.841
35	26/10/2017	10:00:00	7560.43	7214.23	7059.65	-154.577	2.190	154.577	23893.967
36	26/10/2017	11:00:00	7907.38	7430.87	7411.59	-19.282	0.260	19.282	371.779
37	26/10/2017	12:00:00	8098.37	7538.20	7467.46	-70.741	0.947	70.741	5004.249
38	26/10/2017	13:00:00	8262.22	7673.22	7682.69	9.467	0.123	9.467	89.629
39	26/10/2017	14:00:00	8187.21	7627.04	7519.68	-107.358	1.428	107.358	11525.737
40	26/10/2017	15:00:00	8023.99	7547.48	7407.35	-140.128	1.892	140.128	19635.979
41	26/10/2017	16:00:00	7688.08	7341.87	7396.62	54.749	0.740	54.749	2997.423
42	26/10/2017	17:00:00	7481.38	7299.37	7380.30	80.930	1.097	80.930	6549.744
43	26/10/2017	18:00:00	7156.57	7156.57	7146.05	-10.515	0.147	10.515	110.572
44	26/10/2017	19:00:00	7085.06	7085.06	7108.98	23.919	0.336	23.919	572.134
45	26/10/2017	20:00:00	7066.49	7066.49	7161.02	94.532	1.320	94.532	8936.392
46	26/10/2017	21:00:00	6556.28	6556.28	6676.99	120.712	1.808	120.712	14571.335
47	26/10/2017	22:00:00	5913.08	5913.08	6118.46	205.383	3.357	205.383	42182.159
48	26/10/2017	23:00:00	5232.56	5232.56	5351.43	118.867	2.221	118.867	14129.415
49	27/10/2017	00:00:00	4661.80	4661.80	4852.23	190.431	3.925	190.431	36264.035
50	27/10/2017	01:00:00	4367.61	4367.61	4484.35	116.737	2.603	116.737	13627.629
51	27/10/2017	02:00:00	4224.74	4224.74	4376.45	151.706	3.466	151.706	23014.670
52	27/10/2017	03:00:00	4176.80	4176.80	4268.74	91.943	2.154	91.943	8453.566
53	27/10/2017	04:00:00	4152.43	4152.43	4248.00	95.568	2.250	95.568	9133.270
54	27/10/2017	05:00:00	4236.86	4236.86	4332.86	96.003	2.216	96.003	9216.621
55	27/10/2017	06:00:00	4704.92	4704.92	4783.87	78.946	1.650	78.946	6232.516
56	27/10/2017	07:00:00	5624.33	5624.33	5685.31	60.980	1.073	60.980	3718.518
57	27/10/2017	08:00:00	6397.15	6397.15	6442.95	45.799	0.711	45.799	2097.524



Continuación G.4

Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
58	27/10/2017	09:00:00	6948.51	6766.49	6752.06	-14.434	0.214	14.434	208.350
59	27/10/2017	10:00:00	7575.35	7229.15	7186.56	-42.587	0.593	42.587	1813.670
60	27/10/2017	11:00:00	7922.34	7445.83	7297.53	-148.298	2.032	148.298	21992.211
61	27/10/2017	12:00:00	8113.36	7553.19	7494.72	-58.473	0.780	58.473	3419.035
62	27/10/2017	13:00:00	8277.25	7688.25	7552.71	-135.540	1.795	135.540	18371.153
63	27/10/2017	14:00:00	8202.27	7642.10	7304.63	-337.471	4.620	337.471	113886.771
64	27/10/2017	15:00:00	8039.09	7562.58	7143.55	-419.027	5.866	419.027	175583.861
65	27/10/2017	16:00:00	7703.21	7357.01	6848.26	-508.746	7.429	508.746	258822.290
66	27/10/2017	17:00:00	7496.55	7314.54	6800.07	-514.470	7.566	514.470	264679.097
67	27/10/2017	18:00:00	7171.77	7171.77	6653.56	-518.211	7.788	518.211	268542.854
68	27/10/2017	19:00:00	7100.30	7100.30	6556.42	-543.882	8.295	543.882	295807.930
69	27/10/2017	20:00:00	7081.76	7081.76	6732.67	-349.095	5.185	349.095	121867.173
70	27/10/2017	21:00:00	6571.59	6571.59	6419.14	-152.451	2.375	152.451	23241.365
71	27/10/2017	22:00:00	5928.43	5928.43	5889.98	-38.446	0.653	38.446	1478.072
72	27/10/2017	23:00:00	5247.95	5247.95	5343.36	95.413	1.786	95.413	9103.615
73	30/10/2017	00:00:00	4677.22	4677.22	4397.95	-279.269	6.350	279.269	77991.097
74	30/10/2017	01:00:00	4383.07	4383.07	4174.65	-208.418	4.992	208.418	43438.187
75	30/10/2017	02:00:00	4240.24	4240.24	4156.22	-84.016	2.021	84.016	7058.614
76	30/10/2017	03:00:00	4192.32	4192.32	4096.51	-95.814	2.339	95.814	9180.292
77	30/10/2017	04:00:00	4167.99	4167.99	4060.99	-107.005	2.635	107.005	11449.998
78	30/10/2017	05:00:00	4252.46	4252.46	4178.11	-74.345	1.779	74.345	5527.218
79	30/10/2017	06:00:00	4720.56	4720.56	4661.57	-58.988	1.265	58.988	3479.572
80	30/10/2017	07:00:00	5640.00	5640.00	5146.95	-493.050	9.579	493.050	243098.523
81	30/10/2017	08:00:00	6412.86	6412.86	6086.79	-326.067	5.357	326.067	106319.583
82	30/10/2017	09:00:00	6964.25	6782.24	6657.79	-124.446	1.869	124.446	15486.704
83	30/10/2017	10:00:00	7591.13	7244.92	7284.87	39.946	0.548	39.946	1595.670
84	30/10/2017	11:00:00	7938.15	7461.64	7687.68	226.040	2.940	226.040	51093.922
85	30/10/2017	12:00:00	8129.21	7569.04	7642.37	73.329	0.960	73.329	5377.165
86	30/10/2017	13:00:00	8293.13	7704.13	8179.39	475.256	5.810	475.256	225868.029
87	30/10/2017	14:00:00	8218.19	7658.02	7800.19	142.169	1.823	142.169	20212.066
88	30/10/2017	15:00:00	8055.04	7578.53	7764.48	185.947	2.395	185.947	34576.405
89	30/10/2017	16:00:00	7719.20	7373.00	7844.35	471.353	6.009	471.353	222173.749
90	30/10/2017	17:00:00	7512.58	7330.57	7956.67	626.103	7.869	626.103	392005.581
91	30/10/2017	18:00:00	7187.83	7187.83	7987.00	799.166	10.006	799.166	638666.804
92	30/10/2017	19:00:00	7116.40	7116.40	7762.37	645.970	8.322	645.970	417276.670
93	30/10/2017	20:00:00	7097.90	7097.90	7165.44	67.541	0.943	67.541	4561.834
94	30/10/2017	21:00:00	6587.76	6587.76	6522.43	-65.331	1.002	65.331	4268.105



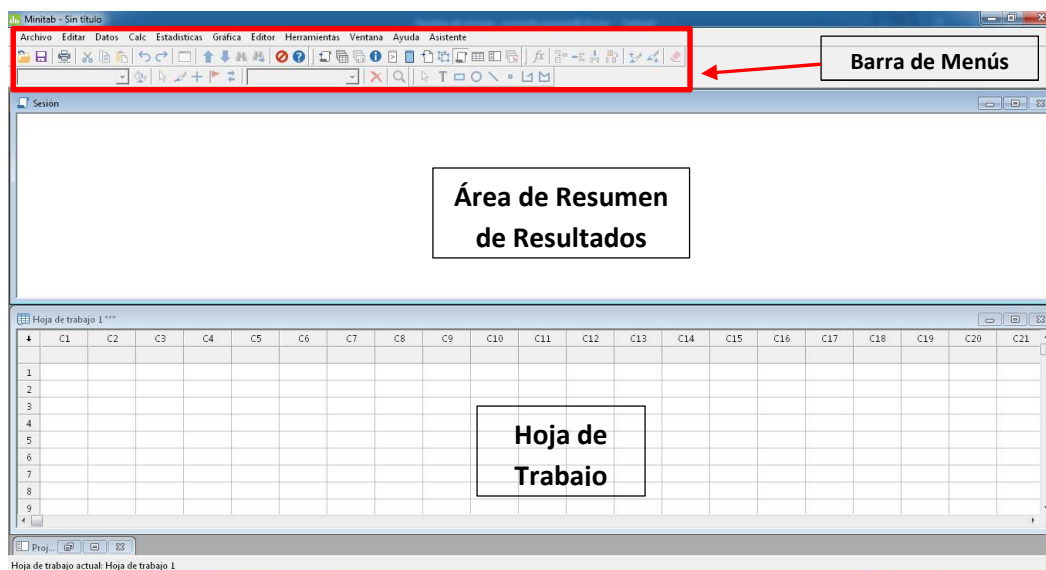
Período	Día	Hora	Pronóstico Minitab® 18.1	Pronóstico considerando GD <sup>(1)</sup>	Valor Real de Demanda <sup>(2)</sup>	Error (2-1)	Porcentaje de Error Absoluto	Error Absoluto	Error al Cuadrado
95	30/10/2017	22:00:00	5944.63	5944.63	5817.03	-127.601	2.194	127.601	16282.001
96	30/10/2017	23:00:00	5264.19	5264.19	5116.03	-148.158	2.896	148.158	21950.812
97	31/10/2017	00:00:00	4693.50	4693.50	4658.12	-35.375	0.759	35.375	1251.425
98	31/10/2017	01:00:00	4399.38	4399.38	4370.49	-28.891	0.661	28.891	834.667
99	31/10/2017	02:00:00	4256.58	4256.58	4243.39	-13.194	0.311	13.194	174.070
100	31/10/2017	03:00:00	4208.71	4208.71	4178.50	-30.208	0.723	30.208	912.495
101	31/10/2017	04:00:00	4184.41	4184.41	4196.74	12.326	0.294	12.326	151.929
102	31/10/2017	05:00:00	4268.91	4268.91	4267.01	-1.900	0.045	1.900	3.611
103	31/10/2017	06:00:00	4737.05	4737.05	4768.70	31.651	0.664	31.651	1001.807
104	31/10/2017	07:00:00	5656.53	5656.53	5365.63	-290.897	5.421	290.897	84620.877
105	31/10/2017	08:00:00	6429.42	6429.42	6345.22	-84.199	1.327	84.199	7089.469
106	31/10/2017	09:00:00	6980.84	6798.83	6856.90	58.067	0.847	58.067	3371.728
107	31/10/2017	10:00:00	7607.76	7261.56	7188.67	-72.888	1.014	72.888	5312.614
108	31/10/2017	11:00:00	7954.82	7478.31	7426.38	-51.930	0.699	51.930	2696.680
109	31/10/2017	12:00:00	8145.92	7585.75	7819.39	233.644	2.988	233.644	54589.633
110	31/10/2017	13:00:00	8309.87	7720.87	8017.73	296.855	3.702	296.855	88122.982
111	31/10/2017	14:00:00	8234.97	7674.80	7989.70	314.903	3.941	314.903	99163.809
112	31/10/2017	15:00:00	8071.86	7595.34	7854.72	259.375	3.302	259.375	67275.565
113	31/10/2017	16:00:00	7736.05	7389.84	7548.68	158.835	2.104	158.835	25228.695
114	31/10/2017	17:00:00	7529.46	7347.45	7653.70	306.250	4.001	306.250	93789.142
115	31/10/2017	18:00:00	7204.75	7204.75	7660.99	456.237	5.955	456.237	208152.443
116	31/10/2017	19:00:00	7133.36	7133.36	7836.67	703.315	8.975	703.315	494651.730
117	31/10/2017	20:00:00	7114.89	7114.89	7042.17	-72.719	1.033	72.719	5288.065
118	31/10/2017	21:00:00	6604.79	6604.79	6609.59	4.803	0.073	4.803	23.070
119	31/10/2017	22:00:00	5961.69	5961.69	5979.07	17.377	0.291	17.377	301.969
120	31/10/2017	23:00:00	5281.29	5281.29	5256.00	-25.286	0.481	25.286	639.360
<b>Suma</b>							290.779	18913.253	6286346.835
<b>Valor</b>							<b>2.423</b>	<b>157.61</b>	<b>52386.22</b>



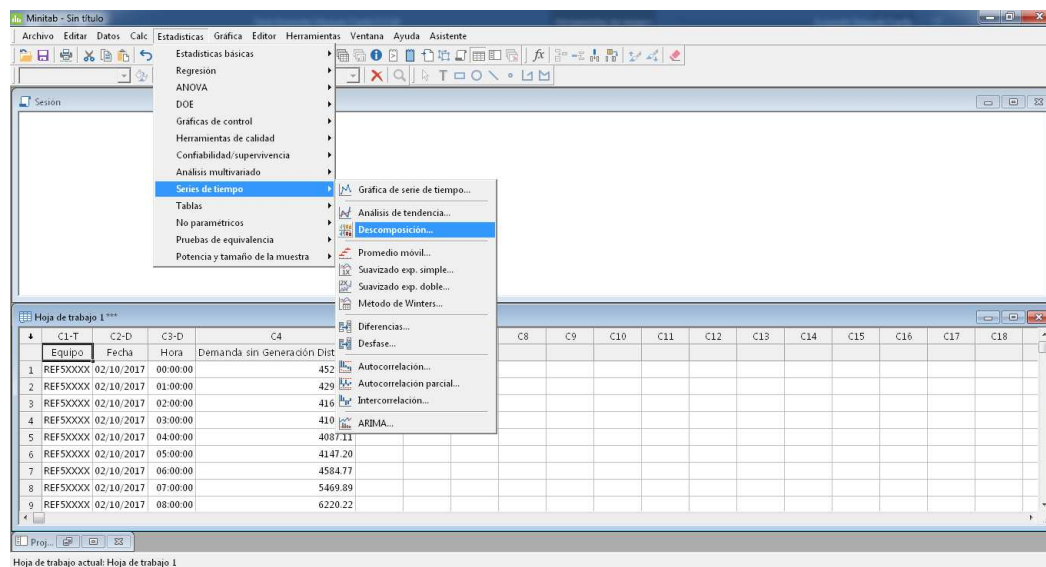
## APÉNDICE H. Pantallas de entorno Minitab® 18.1

En este apéndice se muestran algunas pantallas sobre la forma de utilizar el software Minitab® 18.1, para poder realizar los pronósticos

En la siguiente pantalla se observa como está conformado el software, en donde la hoja de trabajo funciona como una hoja de cálculo, donde se pueden escribir directamente los valores de los datos que se quieren utilizar o copiarlos desde otro archivo



En la siguiente pantalla se muestra la serie de datos a utilizar, y en la “barra de menús” se selecciona “Estadísticas-Series de Tiempo” y se escoge el método a utilizar, para el ejemplo será “Descomposición”.





Se procede a seleccionar los parámetros del modelo y la cantidad de pronósticos que se desean obtener y el sistema realiza los cálculos correspondientes, para mostrar en el “Área de Resumen” los resultados obtenidos, además de generar gráficas del modelo que pueden ser enviadas de manera directa a “Word” para trabajarlas de mejor manera.

Descomposición

Variable: Generación Distribui Longitud estacional: 24

Tipo de modelo:  
 Multiplicativo  Tendencia más estacional  
 Aditivo  Estacional solamente

Generar pronósticos  
Número de pronósticos: 120  
Iniciar desde origen:

Seleccionar Ayuda

Tempo... Opciones... Almacenamiento... Gráficas... Resultados... Aceptar Cancelar

Resumen del modelo

Demanda sin Generación	Demanda sin Generación Distribui	Demanda sin Generación Distribui	Demanda sin Generación Distribui	Demanda sin Generación Distribui	Demanda sin Generación Distribui	Demanda sin Generación Distribui	Demanda sin Generación Distribui
Tiempo	Distribui	Tendencia	Estacional	Eliminar tendencia estacional	Ignorar ciclo estacional	Predecir	Error
1	4522.94	6287.81	0.73688	0.71932	6137.99	4633.34	-110.396
2	4290.63	6287.81	0.68943	0.68237	6223.46	4335.00	-44.367
3	4169.67	6287.81	0.66780	0.66314	6243.87	4199.01	-29.344
4	4107.85	6287.81	0.66009	0.65330	6223.14	4150.54	-42.688
5	4087.11	6287.81	0.65384	0.65001	6250.95	4111.21	-24.100
6	4147.20	6287.81	0.66963	0.65956	6193.27	4210.51	-63.310
7	4584.77	6287.81	0.74323	0.72915	6168.70	4673.29	-88.524
8	5469.89	6287.81	0.88715	0.86992	6165.71	5578.21	-108.319

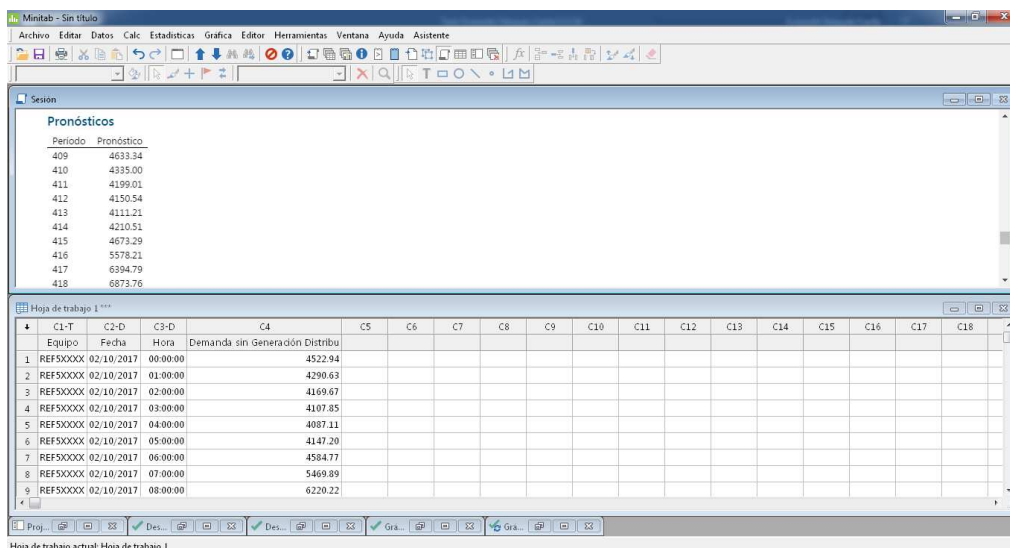
Análisis de componente para Demanda sin Generación Distribui  
Modelo multiplicativo

Datos originales

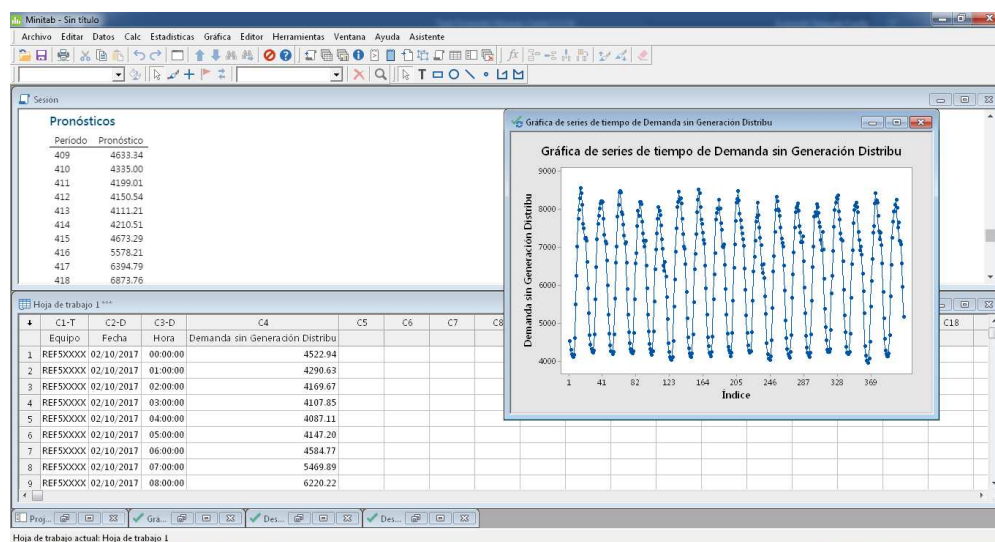
Datos ajustados estacionalmente

Gráfica de descomposición de series de tiempo de Demanda sin Generación Distribui  
Modelo multiplicativo

En esta pantalla se muestran los resultados del pronóstico de acuerdo al método seleccionado.



En el software pueden realizarse distintos tipos de gráficos, como el siguiente:



Minitab® 18.1, es una herramienta muy práctica y de fácil uso que permite realizar pronósticos, control de proceso y análisis de datos, ya que cuenta con distintas herramientas estadísticas y de cálculo, que permiten gestionarlos como mejor convenga para la toma de decisiones.