

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ciencias Naturales y Matemáticas

TRABAJO FINAL DE LA MATERIA INTEGRADORA

**“Diseño de un Modelo Matemático para la localización
óptima de un centro de distribución”**

Previo a la obtención del título de:

INGENIERO/A EN LOGÍSTICA Y TRANSPORTE

Presentado por:

Verónica Elizabeth Jaime Orlando

Steven Joseph Ramírez Carrillo

Guayaquil-Ecuador

AÑO: 2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser la luz que iluminó mi camino hasta cumplir esta primera meta de mi vida, a mis padres por ser un apoyo incondicional y mi soporte en cada una de mis decisiones. A mis hermanos que con su locuras alegran mis días. A mis amigos que hicieron de la vida politécnica una gran experiencia llena de risas y gratos momentos, a los profesores que no solo compartieron sus conocimientos académicos, sino lecciones de vida para ser mejores profesionales y personas. Y finalmente y no menos importante a mí gran amigo, hermano que me regalo la ESPOL, Steven, que supimos poner sobre nuestras diferencias profesionales nuestra amistad y la que perdurará por muchos años más.

Verónica Jaime Orlando

A Dios por darme fuerza y paciencia para la elaboración de mi proyecto de graduación, a mis padres por su apoyo incondicional durante toda mi formación académica.

A mis amigos y compañeros de materias en la universidad por brindarme su cálida amistad y confianza, agradezco especialmente a Tatiana por su comprensión, apoyo y su compañía teniendo momentos muy especiales en mi vida.

A mi compañera de proyecto Verónica, por ser una gran amiga y compañera, su amistad es sincera y perdurará por siempre en mi vida.

Steven Ramírez Carrillo

DEDICATORIAS

A mis padres, porque éste es el fruto de la mejor herencia que me han podido dejar, mi educación.

Verónica Jaime Orlando

Dedico este proyecto a mi familia, pilares fundamentales en mi vida, los que nunca dejaron de confiar en mí.

Steven Ramírez Carrillo

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Verónica Elizabeth Jaime Orlando

Steven Joseph Ramírez Carrillo

Y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.

Verónica Elizabeth Jaime Orlando

Steven Joseph Ramírez Carrillo

RESUMEN

El presente proyecto tiene como objetivo analizar la factibilidad de ubicar un centro de distribución para el almacenamiento de productos elaborados a base de chocolate, la empresa tiene un incremento en sus niveles de producción, la que no puede ser almacenada en las actuales instalaciones, por lo que se debe escoger un CEDI de las dos opciones disponibles.

Para lo que se usó el modelo matemático de localización que además determinó el flujo de productos desde la fábrica pasando por el centro de distribución hasta llegar al consumidor. De manera adicional se trabajó en la conformación de grupos de clientes por ubicación, para lo cual se usó el modelo de generación de semillas y agrupamiento basado en el modelo de Fisher and Jaikumar, que permitió crear clusters a los que se realizó un pronóstico de la demanda, usando el Modelo aditivo y multiplicativo Holt-Winters. Con esta información se determinó los costos de distribución y almacenamiento.

Analizados los costos de almacenamiento y distribución se seleccionó el CEDI en Durán, a pesar de que la otra opción estaba a pocos kilómetros de la fábrica ubicado en la Vía Daule.

La empresa había considerado seleccionar el CEDI en la vía Daule, mediante un análisis global de costos se comprobó la hipótesis que de ser seleccionado el CEDI en Vía Daule se incrementarían los costos, por lo que se puede concluir que disposiciones que tome la alta gerencia deben estar basadas en un análisis completo de las variables asociadas.

Palabras claves: Localización, Modelo Matemático, Centro de distribución, Costos.

ABSTRACT

The present project has as objective analyze the feasibility of locating a distribution center, to store chocolate products, the company has an increase in their production, which can't be stored in the current facilities, that's why they have to select one CEDI of the two possible options.

To accomplish said objective, a Facility Location Model was used, which determinate the products sent from the factory to customers across the distribution center. According to the location, groups of clients were elaborated, using seeds generation and grouping with Fisher & Jaikumar Model, after the clusters creation a forecast was made, applying Holt-Winters Model. With this information distribution and storage cost were determinated.

After analyzing the storage and distribution costs, the CEDI was selected in Durán, although the other option was only a few kilometers away from the factory located on Via Daule.

The company had considered selecting the CEDI in Vía Daule, by a global analysis of costs, the hypothesis that to be selected the CEDI in Via Daule would increase the costs was verified, we concluded that dispositions that the senior management takes must be based on a complete analysis of the associated variables.

Key word: *Location, Mathematical Model, Distribution center, costs.*

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ÍNDICE DE FIGURAS	V
ÍNDICE DE TABLAS	V
GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	VI
ABREVIATURAS	VII
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Antecedentes	2
1.2 Objetivos	3
1.2.1 Objetivo General.....	3
1.2.2 Objetivo específico	3
1.3 Justificación	3
1.5 Hipótesis	4
1. 6 Marco teórico	4
1.6.1 <i>Revisión de literatura</i>	4
1.6.2 <i>Marco conceptual</i>	7
1.6.2.1 <i>La logística y sus beneficios</i>	7
1.6.2.2 <i>Los centros de distribución</i>	8
1.6.2.3 <i>Decisiones de un gerente logístico</i>	10
1.6.2.4 <i>La investigación de operaciones y los modelos de localización.</i>	11
1.6.2.5 <i>Pronóstico de la demanda método de Holt-Winters</i>	13

CAPÍTULO 2	15
2. METODOLOGÍA DEL DISEÑO	15
2.1 Modelo de agrupamiento de clientes basado en el algoritmo de Fischer & Jaikumar.	17
2.1.1 Matriz de distancias	17
2.1.2 Algoritmo para determinar clientes semilla	17
2.1.3 Aplicar el modelo de asignación	18
2.2 Modelo de localización óptima de centros de distribución con flujos de inventarios	19
CAPÍTULO 3	24
3. RESULTADOS	24
3.1 Clasificación ABC de los clientes.....	24
3.2 Aplicación de cluster y agrupamiento de clientes	24
3.3 Pronóstico de la demanda	27
3.4 Comparación de costos	29
CAPÍTULO 4	30
4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	30
4.1 Conclusiones	30
4.2 Recomendaciones	31
BIBLIOGRAFÍA	32
APÉNDICES	34

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1 Cadena de suministro	4
Figura 2. 1 Flujograma de actividades.....	16
Figura 2. 2 Cronograma de actividades.....	16
Figura 3. 1 Clasificación ABC de clientes	24
Figura 3. 2 Ubicación geográfica de clientes en Babahoyo	25
Figura 3. 3 Ubicación de los clientes de Guayaquil y Milagro	25
Figura 3. 4 Cantidad de clientes por ubicación	26
Figura 3. 5 Total de clientes por cluster	26
Figura 3. 6 Ubicación de clusters en el mapa	27
Figura 3. 7 Ubicación de clientes semillas.....	27
Figura 3. 8 Ventas por familia del 2014 al 2017.....	28

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.1 Identificación por colores de las partes de la Cadena De Suministro.....	25
<i>Tabla 3.2 Identificación por colores de las semillas para cada clusters.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 3.3 Distancias y costos en la cadena de suministro.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 3.4 Costos de almacenamiento.....</i>	<i>29</i>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

Canal de flujo: Movimiento de productos y servicios a lo largo de la cadena de suministro.

Cuello de botella: Diferentes actividades que reducen la velocidad de los procesos, acrecientan los tiempos de espera y aminoran la productividad, generando el aumento de costos.

Facilidades: Instalaciones físicas como: almacenes, fábricas, medios de transporte y comunicación, que permiten la gestión de una empresa.

Greedy Randomized Adaptive Search: Algoritmo iterativo de construcción y postprocesamiento de la solución que tiene como objetivo resolver problemas de mucha dificultad en el campo logístico.

Heurística: Capacidad de resolver un problema mediante métodos no rigurosos.

Metaheurística: Procedimiento iterativo que provee estructura general y estrategias guiados de heurísticas, que permiten explorar mejores soluciones.

Mixed Integer Programming (Programación Entera Mixta): Tipo de programación que considera variables de decisión tipo enteras.

Optimización basada en colonia de hormigas: Algoritmo evolutivo basado en el comportamiento real de las hormigas en búsqueda de su alimento aplicado en la resolución de problemas en la investigación de operaciones.

Proveedores: Entidad encargada de suministrar bienes o servicios.

Stakeholder: Cualquier grupo o individuo identificable que pueda afectar o verse afectada por el logro de los objetivos de una organización.

Stock Keeping Unit: Son las diferentes presentaciones con las que se mueven las referencias en la cadena de suministro.

Tabu search (Búsqueda tabú): Tipo de metaheurística guiado de algoritmos de búsqueda local que permite explorar nuevos espacios de buenas soluciones.

Ventaja competitiva: Valor creado por una empresa para sus clientes que hace que se distinga de las compañías competidoras, satisfaciendo los requerimientos de sus clientes.

Cluster: Es un procedimiento de agrupación de una serie de vectores de acuerdo con un criterio. Esos criterios son por lo general distancia o similitud. Cuyo objetivo es encontrar agrupamientos de tal forma que los objetos de un grupo sean similares entre sí y diferentes de los objetos de otros grupos.

ABREVIATURAS

CEDI: Centro de Distribución

MIP: Mixed Integer Programming

SKU: Stock Keeping Unit

GAMS: General Algebraic Modeling System, (Sistema General de Modelaje Algebraico)

GRASP: Greedy Randomized Adaptive Search

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El presente proyecto tiene como objetivo analizar la factibilidad de localizar un centro de distribución para el almacenamiento de productos elaborados a base de chocolate. En este documento se presentan las etapas previas al análisis de datos, conclusiones y recomendaciones.

El capítulo 1 presenta las características generales de la compañía, que debido su crecimiento es necesario alquilar un centro de distribución, dado que actualmente los productos se almacenan en la bodega de la fábrica. La empresa propone escoger de forma óptima una de las siguientes opciones: Centro de distribución en la vía Daule o Durán previo el análisis de costos de distribución, almacenamiento y localización.

Previamente se realizó la revisión de la literatura, que incluye papers, tesis y proyectos elaborados en países de la región, casos que se ajustan a la realidad de la compañía que se está analizando. Adicionalmente se conceptualizó términos y metodologías para resolver la problemática planteada.

La metodología del trabajo expuesta en el capítulo 3 plantea el proceso y tiempos con los que se llevará a cabo las diferentes etapas del proyecto, que incluye la recolección de datos sobre las ventas desde el 2014 al 2016 por producto y cliente, a partir de lo cual se realiza el análisis ABC por clientes agrupando los clientes B y C en clusters. El pronóstico de la demanda nos permite tener un estimado de la capacidad que deberá tener el centro de distribución que albergará los productos, finalmente con la implementación del modelo se escogerá la localización óptima que tendrá el centro de distribución y sus costos asociados.

El capítulo final de este proyecto presenta los modelos matemáticos usados, el agrupamiento de clientes que se genera y sus pronósticos asociados. Con esta información junto con los costos de transporte determinados se ejecuta el modelo en el software Gams, presentando resultados, conclusiones y recomendaciones que deberá tomar en cuenta la empresa para alcanzar una gestión más eficiente de sus productos a lo largo de la cadena de suministro.

1.1 Antecedentes

La localización de un centro de distribución es una decisión que debe ser analizada minuciosamente con el propósito de atender a los clientes con efectividad y calidad cuando se abastecen de productos. Las compañías basan esta decisión en aspectos como el área que tendrá cobertura, características de la población, disponibilidad de recursos u otras variables exógenas. A través de la logística se llega a los clientes en el lugar y momento adecuado en el tiempo justo y a los más bajos costos, aspecto que será analizado en este trabajo para la toma de esta decisión estratégica. Los costos asociados a la distribución representan entre uno y dos tercios del costo logístico, una localización eficiente permite que se canalicen de una forma más adecuada estos costos. Adicionalmente un CEDI ubicado en un lugar apto y de las dimensiones convenientes facilita la correcta gestión de los inventarios, optimizando los niveles de almacenamiento.

En este trabajo se analiza la factibilidad de alquilar un centro de distribución, que atenderá a clientes minoristas clasificados y agrupados en clusters, lo que permitirá un mejor estudio del flujo de productos terminados en la cadena de suministro; en oposición a esto los clientes que realizan grandes volúmenes de pedidos se atienden con visitas programadas y únicas.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Diseñar un modelo matemático que permita analizar la factibilidad de localizar un nuevo centro de distribución, tomando en cuenta costos fijos y variables; adicionalmente determinar el flujo de productos terminados que habrá desde el CEDI seleccionado hasta los clientes periódicamente.

1.2.2 Objetivo específico

- Agrupar clientes mediante clusters lo que permitirá tener un mejor análisis de su ubicación para la distribución de productos.
- Elaborar un pronóstico de la demanda para el año 2017, por cluster.
- Elaborar modelo matemático de localización para minimizar los costos de almacenamiento y distribución de productos finales a los clientes con el uso del software GAMS.
- Analizar costos relacionados al almacenamiento y distribución, involucrados en la selección de un CEDI.

1.3 Justificación

Por fines de confidencialidad denominaremos a la empresa Chocos, especializada en la producción y comercialización al por mayor y menor de productos a base de chocolate, cuenta con 137 ítems los cuales son distribuidos dentro y fuera de la ciudad y exportados a países como Colombia y Chile. La planta de producción y bodega están ubicadas al norte de la ciudad de Guayaquil, cuenta con 40 colaboradores de estos 30 laboran en el área de producción y 10 para el área administrativa. Desde ahí se despachan al día 3 camiones y 1 furgoneta los que atienden 298 clientes.

La empresa tiene un crecimiento anual del 15% en ventas lo que le justifica al gerente de la empresa aumentar sus niveles de producción, lo que genera un incremento considerable en el inventario a ser

almacenado. Por lo antes mencionado se considera alquilar un nuevo centro de distribución el cual podrá estar localizado en la ciudad de Durán o Guayaquil dado que la actual bodega no cuenta con el espacio suficiente para cumplir este requerimiento.

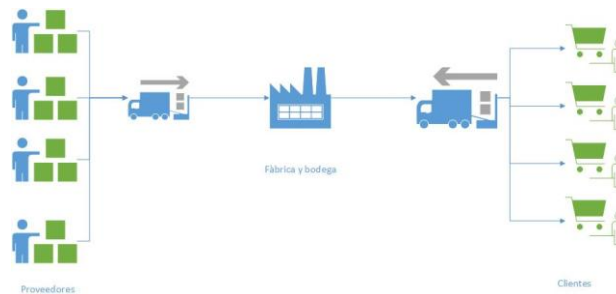


Figura 1. 1 Cadena de suministro

Fuente: Autores

1.5 Hipótesis

La localización de un centro de distribución en la Vía Daule incrementará los costos logísticos relacionados a la distribución de los productos a lo largo de la cadena de suministro.

1. 6 Marco teórico

1.6.1 Revisión de literatura

Se revisan diversos trabajos empleando métodos y teorías para la resolución del problema de localización de un centro de distribución:

(Polo, 2014) Analiza la posibilidad de localizar un centro de distribución donde se almacenen los productos para su distribución a los clientes finales, con el objetivo de reducir costos de transporte y eliminar actividades repetitivas e improductivas; debido a que la empresa comercializadora en los últimos años ha incrementado los niveles de las ventas y el portafolio de proveedores. El problema surge cuando los abastecedores realizan entregas a las sucursales, lo que representa altos costos de transportación, independientemente de la utilización del volumen en el medio de transporte. Para su resolución se emplea un caso básico del modelo de transbordo analizando

resultados por cada centro de distribución propuesto. Se usan datos reales y se escogen 5 tiendas de la ciudad de Lima (clientes finales) con mayor volumen de ventas de las categorías refrescos y avenas. El modelo se extenderá a todas las tiendas y categorías de productos omitidos.

(Chavez, 2015) Realiza una propuesta de localización para una planta procesadora de pollo congelado aplicado a la empresa Santiago Express S.A.S. Para esto se analiza la situación actual de acuerdo a la ubicación y capacidad en el proceso de producción, ya que la empresa Santiago Express tiene la necesidad de ampliar su producción por el incremento en ventas donde sus principales consumidores son supermercados, puntos de venta, restaurantes, entre otros. Debido a esto, existe un problema de la ubicación actual de la planta porque no existe la posibilidad de ampliarse en el sector donde se encuentren por lo tanto se requiere la construcción de una nueva planta productiva. Para la elección de la ubicación se tiene muchos factores como: espacio para expansión, aprovisionamiento de agua, medios y modos de transporte, posibilidad de conservar la mano de obra actual, comunicaciones, políticas locales y legales, topografía del lugar, entre otras. Para la resolución se usa el método cuantitativo: Minisum Euclidiano donde su objetivo es minimizar la suma de costos que se incurre por decidir la localización de una planta y se complementa con el método Weizfeld. La toma de decisiones se basa en los criterios y resultados de la aplicación de estos métodos y factores.

(Botero, 2014) Propone un modelo para la ubicación del centro de distribución de vehículos importados. El objetivo del modelo es mejorar la atención de los clientes cumpliendo los tiempos de entrega, generando calidad y valor a la entrega del consumidor final. El análisis final hace que la compañía pase a ser comercializadora y sus operaciones se centralizaría en la nueva ubicación del centro de distribución donde el beneficio es la disminución en los costos de

distribución a los clientes (concesionarias). Se realiza un análisis de metodologías para la resolución del problema como: optimización basada en colonias de hormigas, búsqueda tabú y GRASP, esto dio como resultado la implementación de una heurística propia. El método propuesto evalúa los costos de transportación desde el centro de distribución a cada una de las concesionarias. Como resultado se decide localizar el centro de distribución en la ciudad de Cali, Colombia.

(Vega, 2015) Realizó un Modelo de localización de instalaciones para minimizar los costos de operación en una empresa del sector químico. El que Se basa en una evaluación de la estructura de una red de distribución de la empresa de químicos, con la finalidad de proponer una relocalización de acuerdo a los requerimientos de la organización. El problema surge en la distribución de productos químicos importados desde Alemania, debido a que en estos últimos años la empresa ha tenido un crecimiento por el aumento de su portafolio de clientes distribuidos en toda Colombia. La situación actual muestra que su red cuenta con tres puertos, siete centros de distribución y tres grupos concentrados en las regiones del país y se posiciona como líder en el mercado nacional, razón por la cual se justifica realizar un estudio de localización que centre sus operaciones dentro del territorio colombiano. Como resultado del método propuesto, se dio lugar a que se cierren cuatro centros de distribución, los costos de operación de los tres centros de distribución pueden elevarse por lo tanto la empresa debe hacer un análisis de beneficios del resultado propuesto y el aumento de su capacidad para satisfacer los requerimientos de la demanda.

(Ronquillo, 2015) Analiza la localización de centros de distribución secundarios en la ciudad de Quito para optimizar el costo de distribución. Se basa en la localización de dos centros de distribución en Quito, capital del Ecuador, con la finalidad de minimizar distancias y abastecer de producto, considerando restricciones de capacidad de almacenamiento, distribución y restricciones de circulación vehicular en

la ciudad. La metodología es el uso de programación matemática y la selección de los centros de distribución, se realiza un análisis costo - beneficio, desarrollando dos escenarios: situación actual y propuesta. La recolección de datos tanto para la situación actual y la propuesta es: volumen de venta, costo de almacenamiento por centro de distribución y costos de transporte en toda la cadena logística. Como resultado dio lugar a la apertura de un sólo centro de distribución, donde también se entrega un plan de transporte con período de producción semanal.

1.6.2 Marco conceptual

1.6.2.1 La logística y sus beneficios

La logística y cadena de suministro es un conjunto de actividades funcionales que se repiten a través del canal de flujo para llegar al cliente con un producto terminado que tenga valor agregado por lo que, se la debe definir como la conformación de todos aquellos procesos involucrados de manera directa o indirecta en la acción de satisfacer las necesidades del cliente.

La logística, como parte del proceso de la cadena de suministro, planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficiente y efectivo de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.

Cuando el producto pierde su vida útil, se daña o no funciona se devuelve a su lugar de origen para repararse o desecharse a través de un canal directo o un diseño diferente. La efectividad en la cadena de suministro se alcanza con la eliminación final de un bien.

En la logística están inmersas actividades claves que son fundamentales para el desarrollo de las empresas: el establecimiento de estándares de servicio al cliente, mediante el cual se podrán definir las necesidades y requerimientos que estos tengan y los niveles de servicio; la selección del modo y servicio de

transporte; la consolidación de fletes, rutas y programación de vehículos; las políticas de inventario; las estimaciones de ventas a corto plazo, número, tamaño y localización de los puntos de almacenamiento; el manejo de flujo de información y procesamiento de pedidos. Por otra parte las actividades de apoyo se encargan del almacenamiento, determinación de espacios, distribución de existencias y configuración del almacén además, del proceso de compras, que incluye la selección de la fuente de suministro, la determinación del momento correcto para comprar y las cantidades necesarias; así como el manejo de materiales junto con el embalaje de protección. Cabe recalcar que las actividades clave y de apoyo se realizarán de acuerdo a las circunstancias que presente una empresa.

1.6.2.2 Los centros de distribución

Los centros de distribución representan una ventaja competitiva para la empresa ya que aseguran que el cliente reciba el producto adecuado en las cantidades necesarias.

Los CEDIS se han convertido en una parte integral de la cadena de suministro, estos son infraestructuras logísticas y pueden estar constituidos en su interior de varios almacenes los que se adecuan de acuerdo a las características del artículo. Desde estos centros se reparten, al comercio mayorista o minorista, tanto productos terminados como materias primas ya sean secos o refrigerados

La implementación de un centro de distribución contribuye a tener una disposición de productos más eficiente para responder a la demanda de los clientes de forma tal que se reduzcan los costos, es el lugar adecuado para lograr un mercadeo cruzado dado que se podrá almacenar variedad de referencias en un solo lugar y es aquí donde los productos se recogen, empacan, embalan,

documentan y se despachan antes de llegar a los consumidores finales.

Sin embargo este lugar puede ralentizar el proceso de una compañía si no cuenta con las fases establecidas y agilidad en la operación.

Un CEDI puede ser propio o de un tercero, de ser propio constituye un activo fijo de la compañía. Para el alquiler existen dos modalidades: la primera de administración directa o autoadministración en la cual solo se pacta el alquiler de la infraestructura. En la segunda modalidad se cancela un alquiler variable debido a que está sujeto a los flujos de inventario. Esta última alternativa presenta algunos inconvenientes como: menor control del inventario almacenado, la dependencia de un tercero para realizar las actividades se presenta en este tipo de CEDI, pérdida del contacto con el cliente, costos variables y control reducido de la calidad del manejo de los productos.

Independientemente del tipo de CEDI que una empresa decida instalar, su ubicación está sujeta a diversas restricciones.

La localización de instalaciones es un importante problema de decisión estratégica que define la estructura y configuración de la red de distribución y transporte, a la vez define las alternativas, los costos asociados y las inversiones requeridas para realizar las operaciones; las decisiones sobre localización determinan el número, ubicación y tamaño de las instalaciones a utilizar, dentro de las que se incluyen puntos modales en la red, plantas, puertos, proveedores, almacenes, puntos de venta al menudeo y centros de servicio. (Ballou, 2004)

1.6.2.3 Decisiones de un gerente logístico

Las decisiones estratégicas impactan a la planificación, organización, dirección y control de la producción de bienes o servicios en las empresas y el principal objetivo es aumentar la calidad, e incrementar la productividad y aminorar los costos. Así como mejorar la satisfacción de los clientes.

Las decisiones se plasman en el diseño estratégico de la cadena de suministro y está compuesto por las áreas de manufactura y de distribución física. En el área de manufactura se involucran aspectos con una integración vertical: el número, tamaño y ubicación de las instalaciones de manufactura; el plan de producción a seguir; las tecnologías a ser empleadas en cada proceso, así como los productos que se van a producir en cada planta sus cantidades y los mercados en que se distribuirán.

Las decisiones estratégicas son tomadas a largo plazo de aquí su importancia, las cuales se proponen agregan valor y buscar el alcance y la efectividad prevista.

Invertir en una instalación genera altos costos que difícilmente se recuperarán a corto y mediano plazo. Las empresas para disminuir el riesgo de decisiones mal tomadas consideran que múltiples depósitos ubicados lo más cercano a sus clientes les permitirá alcanzar el éxito, porque podrán estar a tiempo ante los requerimientos de sus consumidores. Sin embargo, esta afirmación no es del todo cierta, para esto se ha propuesto solucionar estas problemáticas mediante la optimización y el uso de modelos matemáticos, entre los aspectos a tener en cuenta para la toma de este tipo de decisiones están la disponibilidad de servicios públicos, la seguridad, lo accesos, distancia de las zonas de distribución, demanda, stakeholders, entre otros.

1.6.2.4 La investigación de operaciones y los modelos de localización.

Es importante conocer que la investigación de operaciones es un método que aplica modelos matemáticos, estadística y algoritmos para la toma de decisiones.

Los modelos matemáticos emplean formulaciones para expresar relaciones y variables y estudiar comportamientos de sistemas, si el modelo resultante se ajusta a modelos estándar se pueden usar algoritmos disponibles para encontrar las soluciones por medio de programación lineal, la que se encarga de minimizar o maximizar la función objetivo que está sujeta a restricciones expresadas mediante un sistema de inecuaciones lineales. Por otro lado, si el modelo es demasiado complejo para permitir una solución analítica, una opción es simplificarlo, emplear heurísticas, simulaciones o la combinación de las tres.

Los modelos matemáticos de localización de instalaciones investigan dónde ubicar físicamente un conjunto de facilidades, de manera tal que se satisfagan las necesidades de los clientes sujetándose a restricciones preestablecidas.

En el transcurso del tiempo el modelo de localización ha sido aplicado en otras áreas como la localización de centros de salud (Albernathy & Hershey, 1972), paraderos de autobuses (Gleason, 1975), órbitas satelitales (Dezner, 1988), pluviómetros (Hogan, 1990), plantas de manufactura de equipos de computación (Cho & Sarrafzadeh, 1994), aparcamiento de vagones de carga (Higgins et al., 1977) (Current, 2002.) entre otros.

Alfred Weber desde inicios del siglo XIX buscó un modelo teórico que explique la localización industrial. En 1909 cuando desarrolla una teoría pura sobre este tema, un modelo de localización industrial que incluye al cliente ubicado en zonas determinadas, instalaciones que deben ser ubicadas, el espacio donde se

localizarán los clientes y la métrica con la cual se evaluará distancias, costos o tiempos y a partir de esto poder determinar la cantidad, el tamaño y el lugar donde se debe instalar una facilidad logística, así como los clientes que serán atendidos.

En los modelos de localización es importante identificar elementos como el número de instalaciones que puede estar definido previamente, pudiendo ser un problema de instalación simple o múltiple.

Otro elemento relevante es el lugar físico donde se levantarán las instalaciones, que es llamado como espacio solución y puede ser discreto o continuo. Un espacio discreto cuenta con una lista especificada de posibles lugares para ubicar, permitiendo tomar en cuenta variables de tipo geográfica y económica. Por otro lado, el espacio continuo considera el espacio euclidiano de dos dimensiones.

Entre los problemas de localización están de la p -mediana, modelo que se caracteriza porque las instalaciones a situar no tienen restricciones de capacidad, el número de instalaciones se determina por medio de un parámetro p , los clientes tienen una demanda fija y busca definir las trayectorias más cortas.

A partir del problema p -Median se añaden más suposiciones como el número de almacenes a localizar no es fijo, se incurre en un costo fijo de localizar un almacén y existe una capacidad en la cantidad de demanda que puede ser servida. A este problema se lo conoce como: Single-Source Capacitated Facility Location Problem.

Para lograr un modelo ajustado a la realidad de las industrias se puede usar el Distributions System design Problem el que incluye costos de transporte de los productos desde la fábrica hasta los clientes, demanda, capacidad de los almacenes, volumen de una unidad de producto.

1.6.2.5 Pronóstico de la demanda método de Holt-Winters

El método de Holt-Winters es un procedimiento de suavizamiento exponencial que facilita los cálculos y reduce los requerimientos de almacenamiento en las bases de datos por lo que es útil cuando se predicen muchas series de tiempo. Este método puede ser usado cuando la serie de tiempo presenta tendencia y estacionalidad, que puede ser aditiva o multiplicativa.

El modelo de estacionalidad aditiva parte de que el patrón estacional en los datos no depende del valor de los datos, es decir que el patrón estacional no cambia conforme la serie se incrementa o disminuye de valor.

$$\begin{aligned} s_i &= \alpha(x_i - p_{i-k}) + (1 - \alpha)(s_{i-1} + t_{i-1}) \\ t_i &= \beta(s_i - s_{i-1}) + (1 - \beta)t_{i-1} \\ p_i &= \gamma(x_i - s_i) + (1 - \gamma)p_{i-k} \\ x_{i+h} &= s_i + ht_i + p_{i-k+h} \end{aligned}$$

El modelo de Estacionalidad Multiplicativa presupone que a medida que se incrementan los datos, también se incrementa el patrón estacional. La mayoría de las gráficas de series de tiempo muestran este patrón. En este modelo, la tendencia y los componentes de estación se multiplican y luego se suman al componente de error.

$$\begin{aligned} s_i &= \alpha \frac{x_i}{p_{i-k}} + (1 - \alpha)(s_{i-1} + t_{i-1}) \\ t_i &= \beta(s_i - s_{i-1}) + (1 - \beta)t_{i-1} \\ p_i &= \gamma \frac{x_i}{s_i} + (1 - \gamma)p_{i-k} \\ x_{i+h} &= (s_i + ht_i)p_{i-k+h} \end{aligned}$$

En donde:

S_i : Es el nuevo valor atenuado suavizado.

α : Es la constante de atenuación que toma valores en el intervalo $0 < \alpha < 1$

p_i : Modela el componente periódico de la señal donde k es el período observado.

t_i : La tendencia suavizada.

β : Parámetro que se utiliza para realizar un suavizamiento exponencial sobre la tendencia.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DEL DISEÑO

El desarrollo del proyecto se inició con la obtención de información general que permitió analizar la situación actual de la empresa y definir las áreas críticas en donde se puede trabajar para su beneficio y mejora. Se procedió a realizar una investigación general de la problemática a resolver, a fin de definir un tema principal y el enfoque general de los datos que se recolectaron.

La empresa posee un sistema informático que le permite guardar información, generar reportes y emitir: facturas, guías de remisión, notas de entrega, notas de crédito, ingreso y egreso de bodega. Los datos con los que se trabajó corresponden a las ventas mensuales desde el 2014 al 2016. El departamento de operaciones proporcionó información detallada de costos asociados y capacidad de almacenamiento en la bodega actual, rutas vehiculares, costo de envíos mensuales a los clientes y capacidad de producción en la planta.

El trabajo de campo se basó en la georreferenciación de los clientes a través Google Maps que permitió triangular clientes, centros de distribución y fábricas.

El estudio e investigación del proyecto aplica a los clientes el análisis ABC para lo cual considera aspectos como: el volumen de productos comprados en toneladas y las ventas netas. A partir de la clasificación se identifica cuáles son los clientes de clase A, los que se denominarán industriales y que son atendidos de forma independiente debido al alto volumen de sus compras. Los clientes de otras provincias se les dan la misma atención que a los clientes A; es necesario precisar que la mercadería se traslada hasta las instalaciones de las empresas de transporte de carga pesada.

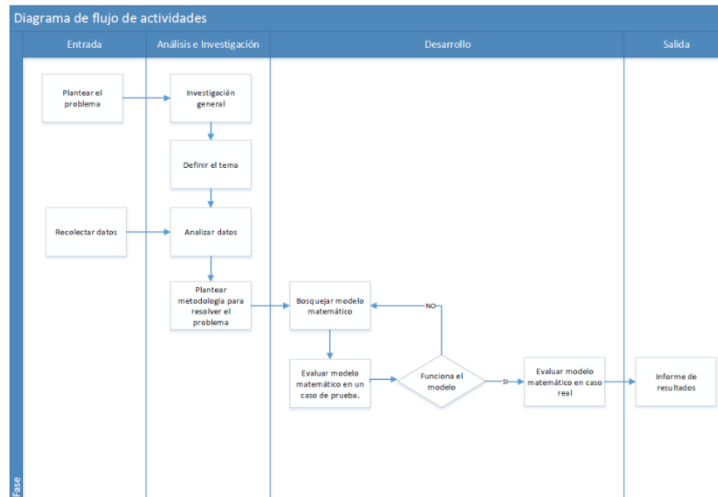


Figura 2. 1 Flujoograma de actividades

Fuente: Autores

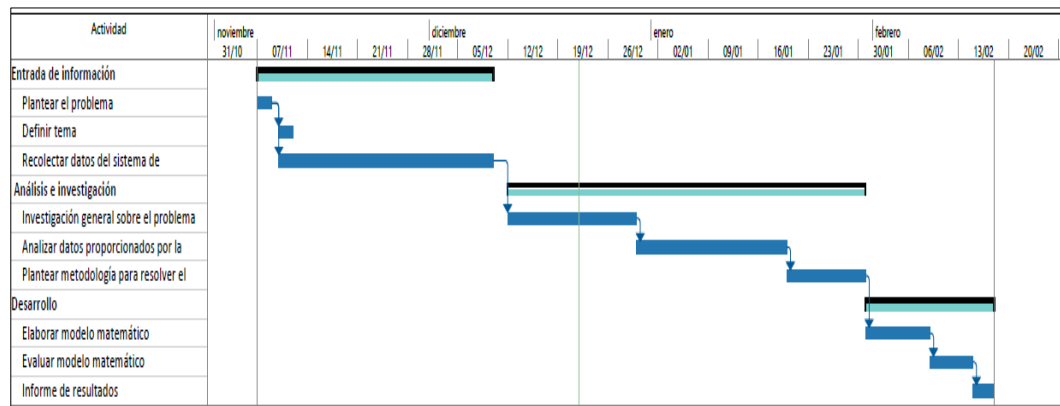


Figura 2. 2 Cronograma de actividades

Fuente: Autores

2.1 Modelo de agrupamiento de clientes basado en el algoritmo de Fischer & Jaikumar.

Debido a la gran cantidad de clientes de clase B y C se pueden agrupar usando clusters, lo que permite un mejor análisis de concentración en la demanda. El objetivo de los clusters es juntar los clientes de forma tal que la distancia entre estos sea la mínima. Para el desarrollo del modelo es necesario realizar los siguientes procedimientos:

2.1.1 Matriz de distancias

Generar la matriz de distancias entre clientes, representado por el parámetro d_{ij}

2.1.2 Algoritmo para determinar clientes semilla

Determinar puntos semillas de tal manera que se maximice la distancia entre estos. Se puede plantear como un problema de diversidad máxima:

Si $C = \{1, 2, \dots, n\}$ es el conjunto de clientes que pueden ser seleccionados y CS es el subconjunto de semillas a seleccionar, se busca optimizar la función objetivo que representa las distancias totales entre los puntos seleccionados:

$$\text{Max Div (CS) } cs \subset C \quad (2.1)$$

Este problema puede ser linealizado y diseñado como un problema de programación entera mixta con variables binarias.

$$x_i \begin{cases} 1; & \text{Si el elemento } i \text{ es seleccionado} \\ 0; & \text{sino} \end{cases}; 1 \leq i \leq n \quad (2.2)$$

$$d^u = \text{Max}_{i,j \in C} dij \quad (2.3)$$

$$b_{ij} = d^u - dij; \quad (2.4)$$

(2.1) Objetivo del algoritmo.

(2.2) Definición de la variable binaria.

(2.3) Distancia máxima entre dos clientes.

(2.4) Cotas convenientes entre la máxima distancia y la distancia del cliente i al cliente j .

Función Objetivo: $Max y$ (2.5)

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n x_i = cs \quad (2.6)$$

$$z_{ij} \geq x_i + x_j - 1; \quad 1 \leq i < j \leq n \quad (2.7)$$

$$z_{ij} \leq x_i; \quad 1 \leq i < j \leq n \quad (2.8)$$

$$z_{ij} \leq x_j; \quad 1 \leq i < j \leq n \quad (2.9)$$

$$y \leq d_{ij} + (1 - z_{ij})b_{ij}; \quad 1 \leq i < j \leq n \quad (2.10)$$

$$z_{ij}, x_i \in \{0,1\}; \quad 1 \leq i < j \leq n \quad (2.11)$$

2.1.3 Aplicar el modelo de asignación

Resolver el problema basado en el modelo matemático de asignación que permita agrupar a los clientes.

Se formula el siguiente modelo MIP:

Conjunto de clientes para asignar a un grupo generado

$i = \{1, 2, 3, \dots, n\}$

Conjunto de grupos generados por los clientes semillas

$k = \{1, 2, 3, \dots, m\}$

d_{ik} Distancias entre el cliente i al punto semilla k

$$x_{ik} \begin{cases} 1; & \text{si se asigna el cliente } i \text{ al punto semilla } k \\ 0; & \text{sino} \end{cases} \quad (2.12)$$

Función objetivo:

$$\text{Min} \sum_{k=1}^m \sum_{i=1}^n c_{ik} x_{ik} \quad (2.13)$$

Sujeto a:

$$\sum_{k=1}^m x_{ik} = 1; \quad i = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.14)$$

$$x_{ik} \in \{0, 1\}; \quad \forall i \forall k \quad (2.15)$$

(2.13) Minimizar distancias entre clientes agrupados.

(2.14) Un cliente solo puede estar en un grupo.

(2.15) Definición de la variable binaria.

2.2 Modelo de localización óptima de centros de distribución con flujos de inventarios

El modelo matemático usado para determinar la localización del CEDI incluye entre sus datos los clientes y las demandas mensuales las cuales son proyectadas para el año 2017 a partir de las ventas realizadas desde el 2014 al 2016. Los costos de transporte así como los de alquiler para cada posible centro de distribución son mensuales.

2.2.1 Índices

Planta productora:

$L = \{\text{chocos}\}$

Posibles centros de distribución a seleccionar:

$J = \{j_1, j_2\}$

Grupos de los clientes:

$I = \{G107, G132, G133, G138, G141, G150, G151, G152, G153, G154, G155, G156, G157, G158, G159, G16, G160, G162, G52, G58, II\}$

Familia de productos:

$K = \{\text{Coberturas, Reposteria1, Reposteria2, Reposteria3, Reposteria4, Reposteria5, Reposteria6, CremaPastelera, CremaPasteleraPequeña, Galletería, Pulverizada1, Pulverizada3, Pulverizada4, Pulverizada5, Salsas y jarabes}\}$

Períodos (meses):

$T = \{\text{Enero, Febrero, Marzo, Abril, Mayo, Junio, Julio, Agosto, Septiembre, Octubre, Noviembre, Diciembre}\}$

2.2.2 Parámetros

W_{ikt} : Demanda de la familia k en el periodo t del cliente i.

V_{lkt} : Capacidad máxima de producción de la planta l en el periodo t de la familia k.

CM_{kj} : Costo de almacenamiento de la familia k en el centro de distribución j.

C_{lj} : Costo mensual de distribución de la familia de la fábrica l al centro de distribución j.

D_{ji} : Costo mensual de distribución de cualquier familia de productos desde el centro de distribución j al cliente i.

F_j : Costo fijo de localizar el centro de distribución j.

cap_envio : Capacidad de envío desde la planta l al centro de distribución j.

$cap_almacenamiento$: Capacidad de almacenamiento en los centros de distribución.

2.2.3 Variables de decisión

$$Y_j = \begin{cases} 1; & \text{si el centro de distribución j es localizado} \\ 0; & \text{si no} \end{cases} \quad (2.16)$$

X_{jikt} : Cantidad de producto enviado de la familia k desde el centro de distribución j al cliente i en el periodo t.

U_{ljkt} : Cantidad de producto enviado de la familia k enviados de la planta l al centro de distribución j en el periodo t.

S_{jkt} : Inventario de la familia k del centro de distribución j al final del periodo.

2.2.4 Modelo matemático

La formulación MIP es la siguiente:

$$\begin{aligned} Min \quad & \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} C_{lj} \sum_{t \in T} \sum_{k \in K} U_{ljkt} + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} D_{ji} \sum_{t \in T} \sum_{k \in K} x_{jikt} + \sum_{j \in J} F_j Y_j \\ & + \sum_{j \in J} \sum_{t \in T/t \neq t_0} \sum_{k \in K} CM_{kj} * (S_{jkt-1} + U_{ljkt}) \end{aligned} \quad (2.17)$$

Sujeto a:

$$\sum_{j \in J} U_{l j k t} \leq V_{l k t} \quad \forall l \in L, \forall k \in K, \forall t \in T / t \neq t_0 \quad (2.18)$$

$$\sum_{j \in J} X_{j i k t} = W_{i k t} \quad \forall i \in I, \forall k \in K, \forall t \in T / t \neq t_0 \quad (2.19)$$

$$\sum_{j \in J} Y_j = 1 \quad (2.20)$$

$$\sum_{k \in K} U_{l j k t} \leq cap_envio * Y_j \quad \forall j \in J, \forall k \in K, \forall t \in T / t \neq t_0 \quad (2.21)$$

$$S_{j k t} = \sum_{l \in L} U_{l j k t} + S_{j k (t-1)} - \sum_{i \in I} X_{j i k t}$$

$$\forall j \in J, \forall k \in K, \forall t \in T / t \neq t_0 \quad (2.22)$$

$$\sum_{k \in K} S_{j k t} \leq cap_almacenamiento * Y_j$$

$$\forall j \in J, \forall t \in T / t \neq t_0 \quad (2.23)$$

$$Y_j \in \{0,1\} \quad \forall j \in J \quad (2.24)$$

$$U_{l j k t}, S_{j k t}, X_{j i k t} \geq 0$$

$$\forall l \in L, \forall j \in J, \forall k \in K, \forall t \in T / t \neq t_0 \quad (2.25)$$

(2.18) La cantidad de producto de la familia k enviado desde la fábrica al centro de distribución seleccionado no debe sobrepasar la capacidad de producción en cada periodo.

(2.19) La cantidad de producto de la familia k enviado desde el centro de distribución seleccionado es igual a la demanda del cliente en cada periodo.

(2.20) Se localiza un solo centro de distribución.

(2.21) La cantidad total de producto de la familia k enviado desde la planta y el centro de distribución está limitada en cada período.

(2.22) Inventario final en el centro de distribución seleccionado al culminar cada período.

(2.23) El inventario en el centro de distribución seleccionado no debe sobrepasar su capacidad de almacenamiento.

(2.24) Definición de la variable Y_j como binaria.

(2.25) Definición de la variable U_{l_jkt} , S_{jkt} , X_{jikt} como entera.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Clasificación ABC de los clientes

La cartera de clientes activos durante el 2016 fue de 295, de estos el 3% conforman el grupo A, los que representa un ingreso del 75% en ventas netas para la compañía lo que es igual a 1785 toneladas de producto aproximadamente.

Por otro lado, el 9% de clientes que conforman el grupo B alcanzaron una compra global de 317 toneladas durante el 2016, lo que en ventas netas constituye un 17%, los clientes tipo C representan el porcentaje restante.

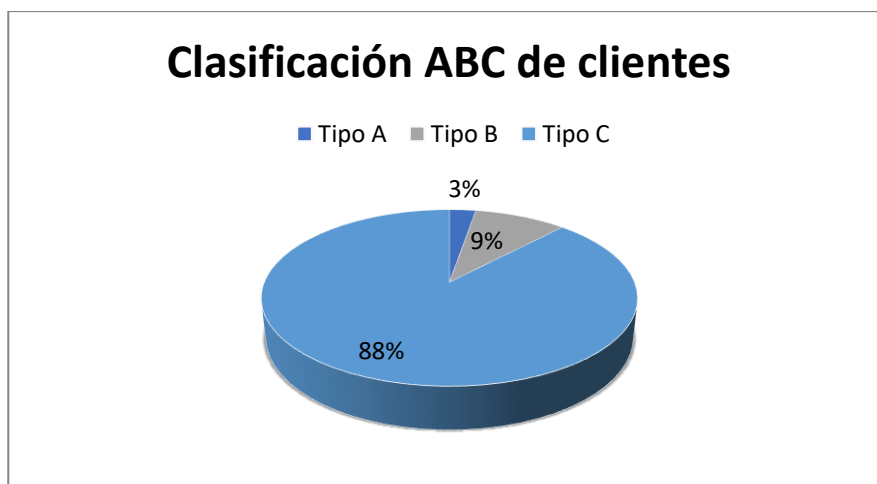


Figura 3. 1 Clasificación ABC de clientes

Fuente:Autores

3.2 Aplicación de cluster y agrupamiento de clientes

Los consumidores están ubicados en su mayor parte en la ciudad de Guayaquil quienes son atendidos con los camiones de la empresa junto con los compradores situados en Babahoyo y Milagro, los clientes denominados inside adquieren el producto en las instalaciones de la compañía, para llegar a los mercados fuera de la provincia del Guayas se

usan diferentes operadores logísticos que realizan el transporte hasta los destinos correspondientes

Tabla 3.1 Identificación por colores de las partes de la Cadena de Suministro

Partes de la Cadena de Suministro	Color
Fábrica	● (rojo)
Centro de distribución	● (amarillo)
Clientes tipo A	● (gris)
Clientes a ser agrupados	● (azul)

Fuente: Autores

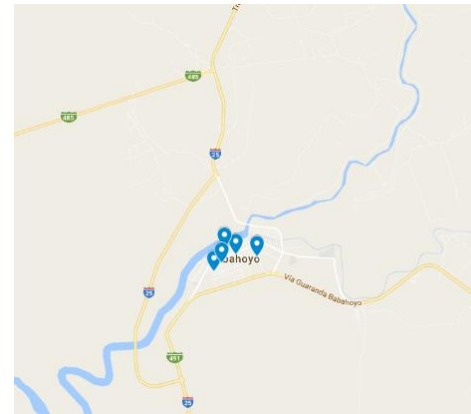


Figura 3. 2 Ubicación geográfica de clientes en Babahoyo

Fuente: Google Maps

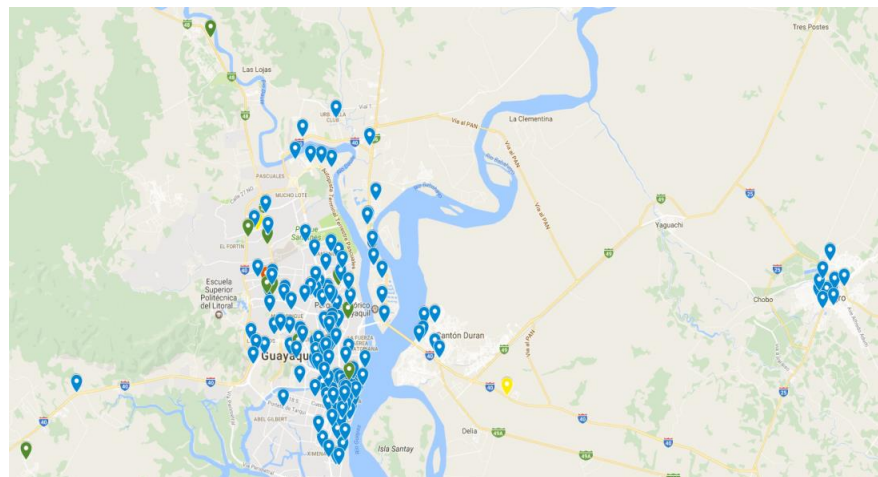


Figura 3. 3 Ubicación de los clientes de Guayaquil y Milagro

Fuente: Google Maps

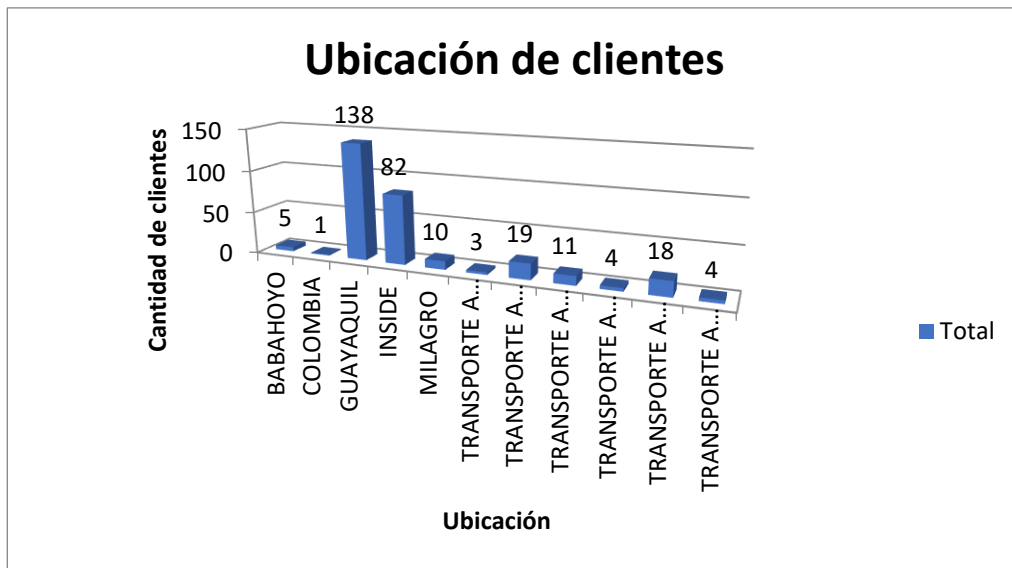


Figura 3. 4 Cantidad de clientes por ubicación

Fuente: Autores

La ejecución del modelo matemático generó 8 clientes semillas, los que agrupan 152 clientes de tipo B y C ubicados en los sectores norte, sur y vía Terminal Terrestre de Guayaquil, Daule, Durán, Vía a la Costa, Milagro y Babahoyo.

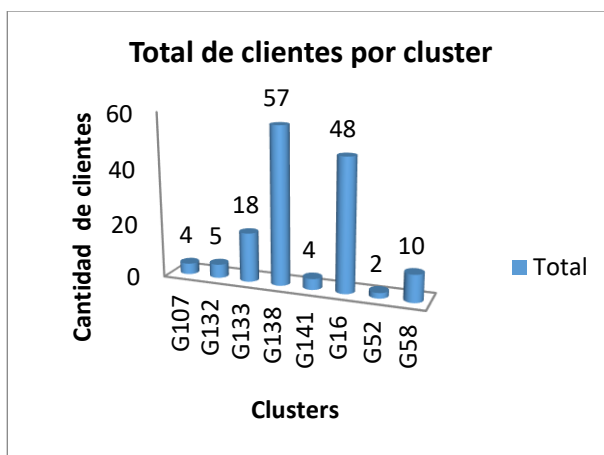


Figura 3. 5 Total de clientes por cluster

Fuente: Autores

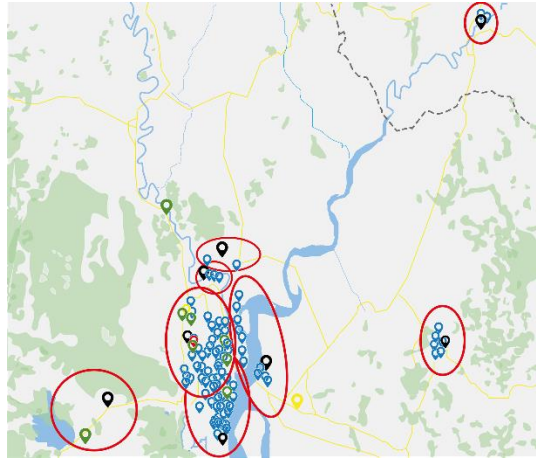


Figura 3. 6 Ubicación de clusters en el mapa

Fuente: Google maps

Además, se añadió como clusters independientes a los clientes de tipo A y a las empresas que transportan los productos hacia las provincias del norte y sur del Ecuador.

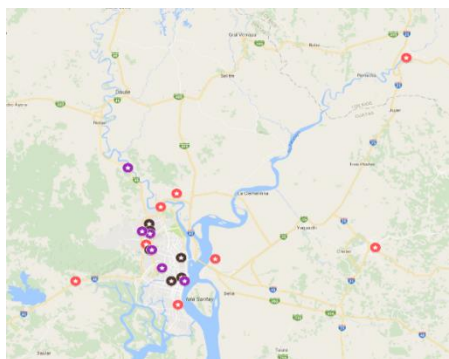


Figura 3. 7 Ubicación de clientes semillas en el mapa

Fuente: Google Maps

Tabla 3. 2 Identificación por colores de las semillas para cada clusters.

Tipo	Color
Semillas	
Transportes	
Clientes A	

Fuente: Autores

3.3 Pronóstico de la demanda

Los 137 productos con los que cuenta la empresa se agrupan en familias dadas sus características generales. Las coberturas son un tipo de chocolate líquido usado para cubrir helados o frutas, la familia pulverizada 1 son las diferentes presentaciones de chocolate en polvo, mientras que la pulverizada 3 agrupa el chocolate en polvo para pastelería, la pulverizada 4 incluye azúcar pulverizada y la pulverizada 5 es la cocoa en polvo.

La familia repostería 1 es chocolate sólido el cual es empacado con la marca de otra empresa mientras que la repostería 3 tiene la marca de la compañía y otros aderezos, la repostería 2 está compuesta por productos para decoración de pastelería, la repostería 4 es chocolate para derretir, la repostería 5 son golosinas a base de chocolate y la repostería 6 es chocolate sólido industrializado.

El pronóstico de la demanda realizado para el año 2017 usando el modelo aditivo y multiplicativo de Holt Winters indica que las ventas globales tendrán un incremento del 18% con respecto a los años anteriores, las coberturas se demandarán en un 11% más y este continuará siendo la familia estrella de la compañía. Se pronostica una venta de 2691,57 toneladas de producto.

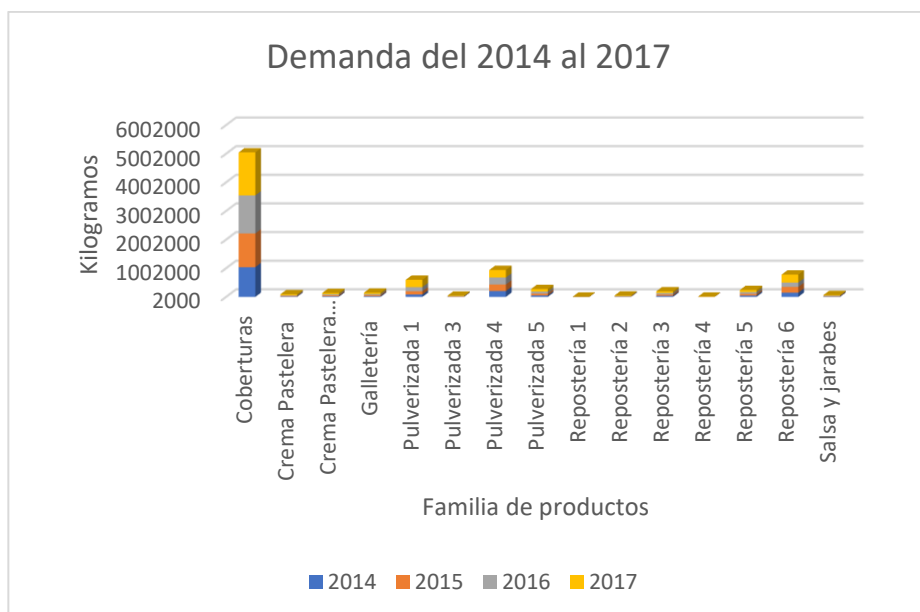


Figura 3. 8 Ventas por familia del 2014 al 2017

Fuente: Autores

3.4 Comparación de costos

Tabla 3. 3 Distancias y costos en la cadena de suministro

Distancias y costo en la cadena de suministro			
Centro de distribución	Distancia (Km.)		Costo
	Semillas	Fábrica	
CEDI 1	371.43	5.749	\$1415
CEDI 2	516.94	21.013	\$4378

Fuentes: Autores

La tabla 3.3 muestra cuales serían las distancias que habría que recorrer desde la fábrica hacia el CEDI y luego a las semillas y el costo relacionado. Según esta información la opción más acertada de ser escogida sería el CEDI 1.

La capacidad de producción de la empresa detallada en el anexo 5 alcanza los 2'978.250 kg anuales, el modelo matemático propone un plan de producción mensual el cual cumple la restricción de la demanda propuesta a partir del pronóstico realizado para el año 2017.

Los costos asociados al almacenamiento en los centros de distribución varían de acuerdo al servicio que las empresas presten. La tabla 3.4 presenta los costos de almacenar los productos en cada centro de distribución durante un año. De tomarse en cuenta solo estos valores la opción más acertada sería localizar el CEDI en Durán.

Tabla 3. 4 Costos de almacenamiento

Costo de almacenamiento	
Centro de distribución	Costo
CEDI 1	\$1'161.088
CEDI 2	\$1'058.330

Fuente: Autores

El centro de distribución seleccionado de acuerdo al modelo matemático usado, donde se tomaron en cuenta costos de almacenamiento y distribución debería estar ubicado en la ciudad de Durán, lo que generaría un costo anual de \$1'096.666. De seleccionarse el CEDI ubicado en la Vía Daule los costos alcanzarían el \$1'162.

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Conclusiones

Los modelos matemáticos permiten analizar diferentes escenarios e incorporar características del mundo real para así obtener resultados óptimos que aportarán a la toma de decisiones. En este proyecto enfocado en la localización de centros de distribución evidencia que no involucrar todos los costos en un análisis pueden alterar los resultados para la toma de decisiones.

De acuerdo a los resultados obtenidos del modelo de localización, de escogerse el centro de distribución en Durán el ahorro que tendría la empresa en comparación a seleccionar el CEDI en la Vía Daule es de \$65.838

La capacidad de producción anual que tiene la fábrica es de 2'978.250 kg de los que se demandan 2'691.571 kg lo que representa una productividad del 90%. En promedio, 32.507 kg de productos son almacenados al final del mes los que serán vendidos en el transcurso del año. De acuerdo al modelo matemático y el análisis de sus resultados al finalizar el año no tendrá stock almacenado.

Con el uso del modelo Aditivo y Multiplicativo Holt Winters el pronóstico de la demanda para el año 2017 indica que se incrementarán las ventas en 16% en comparación con el 2016.

4.2 Recomendaciones

Para poder identificar costo de distribución más exactos se sugiere aplicar un modelo de asignación vehicular, así se podrá tener una agrupación de clientes más eficiente.

En el presente trabajo el plan de producción facilitado por la compañía se apoyó en estimaciones de acuerdo a sus experiencias anteriores, para dar un mejor ajuste al modelo se recomienda realizar una planificación de la producción en base la demanda pronosticada.

Entre los proyectos futuros de la empresa, se tiene la ampliación de su planta de producción para instalar el CEDI en Durán y es recomendable que se reubique en un sector aledaño al CEDI.

BIBLIOGRAFÍA

- Ballou, R. H. (2004). *Logística administración de la cadena de suministro*. México: Pearson.
- Berzal, F. (s.f.). *Análisis de series temporales*. Recuperado el 26 de Enero de 2017, de Departamento de Ciencias de la Computación e I.A.:
<http://elvex.ugr.es/decsai/intelligent/slides/dm/D5%20Time%20Series.pdf>
- Botero, M. G. (2014). *Universidad Militar Nueva Granada*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2016, de
<http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11702/1/ubicacion%20centro%20de%20distribucion.pdf>
- Chavez, C. A. (2015). *Universidad ICESI*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2016, de
https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/78667/1/propuesta_localizacion_procesadora.pdf
- Costa Rica Center for productivity*. (11 de Septiembre de 2014). Recuperado el 26 de Noviembre de 2016, de El rol estratégico de la optimización de almacenes para alcanzar los objetivos de la cadena de suministros:
<https://www.tip.gatech.edu/es/blog/99>
- Martinez, R. A. (s.f.). *La decision de localizacion en la cadena de suministro*. Chile.
- Matínez, R. A. (2004). *Universidad del Bio-Bio, Chile*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2016, de Revista Ingeniería Industrial:
<http://revistas.ubiobio.cl/index.php/RI/article/view/144>
- Polo, J. E. (2014). *Localizacion de Un Centro de Distribucion para disminuir costos de transporte de mercancías de una tienda de consumo masivo*. Obtenido de <http://www.laccei.org/LACCEI2014-Guayaquil/RefereedPapers/RP089.pdf>
- Restrepo, L. S. (Abril de 2010). *Universidad Tecnológica de Pereira*. Recuperado el 27 de Noviembre de 2016, de Planeación estratégica logística para un

holding empresarial:

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4562356.pdf>

- Ronquillo, F. C. (2015). *Localización de centros de distribución secundarios en la ciudad de Quito para optimizar el costo de distribución*. Obtenido de <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/37704/D-CD71967.pdf?sequence=-1>
- Sánchez, J. (2006). *Aplicación de los métodos Mars, Holt-Winters y ARIMA generalizado en el pronóstico de caudales medios mensuales en ríos de Antioquia*. Recuperado el 26 de Enero de 2017, de http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/content/geociencias/revista_meteorologia_colombiana/numero10/10_04.pdf
- Sandoya, F. (Diciembre de 2013). *Un modelo para el problema de diversidad máxima*. Recuperado el Diciembre de 2016, de http://www.academia.edu/7110656/UN_MODELO_PARA_EL_PROBLEMA_DE_LA_DIVERSIDAD_MÁXIMA_UN_ESTUDIO_PARA_LA_SELECCIÓN_DE_LO_MEJOR_Y_LO_MÁS_DIVERSO
- Sandoya, F. (s.f.). *Modelos avanzados en transporte*.
- Simchi-Levi, D. (s.f.). *The logic of logistics*. Springer.
- Taha, H. (1998). *Investigación de Operaciones*. México: Prentice Hall.
- Teixeira, P. F. (3 de Mayo de 2012). *Universidad Pompeu Fabra*. Recuperado el 25 de Noviembre de 2016, de <http://www.orla.upf.edu/centro-documentacion/articulos/logistica/>
- Vega, P. (2015). Obtenido de Modelo de localización de instalaciones para minimizar los costos de operación en una empresa del sector químico.: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/7097/3/Articulo%2BEspecializaci%C3%B3n.pdf>

APÉNDICES

APÉNDICE A

Distancias

Distancia entre fábrica -CEDI (Km)		
	cd1	cd2
chocos	5,749	21,013

Fuente: Autores

Distancia del CEDI al cluster (Km)								
CEDI	G107	G132	G133	G138	G141	G150	G151	G162
cd1	16,244	85,748	25,943	25,074	12,692	14,776	5,24	10,118
cd2	23,767	60,94	8,57	20,49	23,923	36,718	27,117	17,743

Fuente: Autores

Distancia del CEDI al cluster (Km)								
CEDI	G154	G155	G156	G157	G158	G159	G16	G160
cd1	18,8	13,743	4,938	1,986	23,6	1,652	3,627	6,47
cd2	15,301	15,423	21,513	30,302	15,606	32,73	25,865	22,927

Fuente: Autores

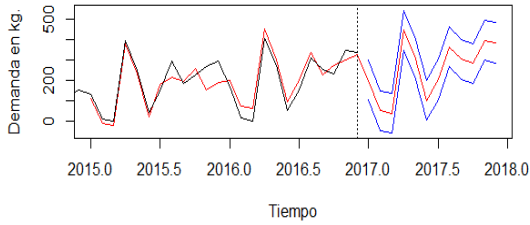
Distancia del CEDI al cluster (Km)					
CEDI	G152	G153	G52	G58	II
cd1	4,505	13,258	21,899	61,117	0
cd2	29,633	17,497	34,562	36,308	0

Fuente: Autores

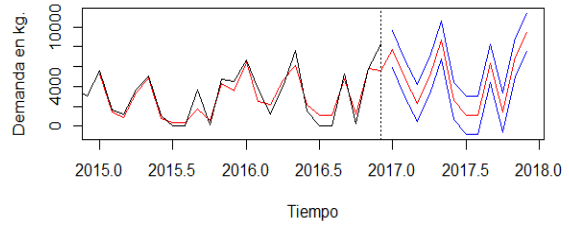
APÉNDICE B

Pronóstico de la demanda para el 2017

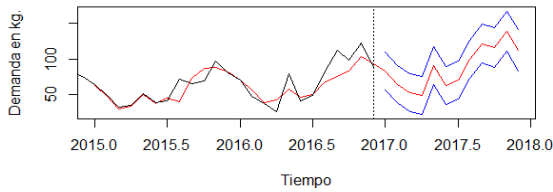
Predicción de la demanda cobertura para el cluster G58



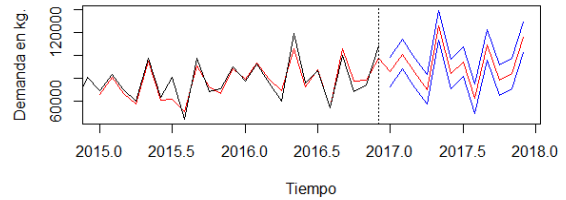
Predicción de la demanda cobertura para el cluster G52



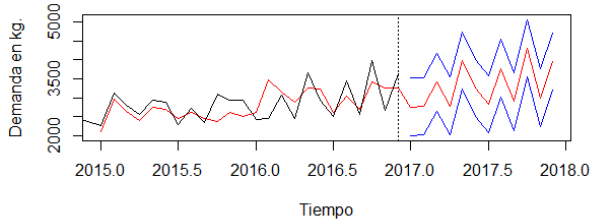
Predicción de la demanda cobertura para el cluster II



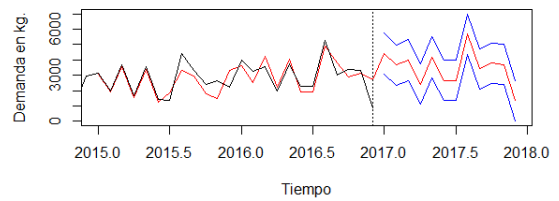
Predicción de la demanda cobertura para el cluster G160



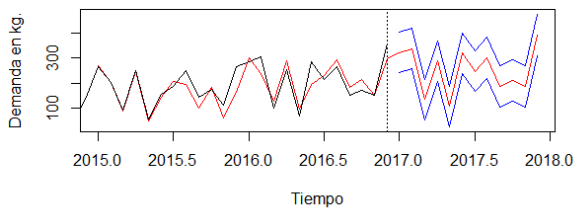
Predicción de la demanda cobertura para el cluster G16



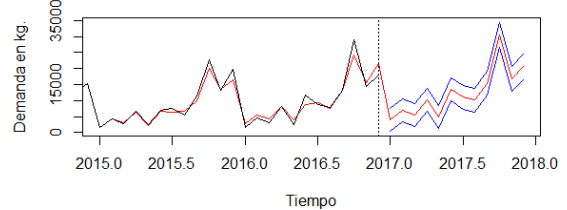
Predicción de la demanda cobertura para el cluster G158



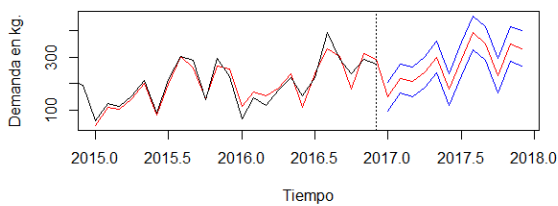
Predicción de la demanda cobertura para el cluster G156



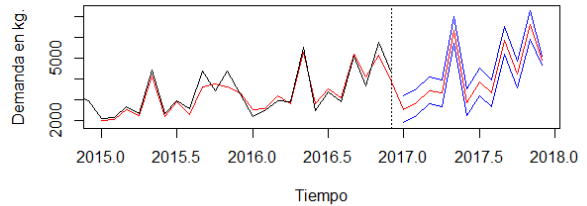
Predicción de la demanda cobertura para el cluster G157

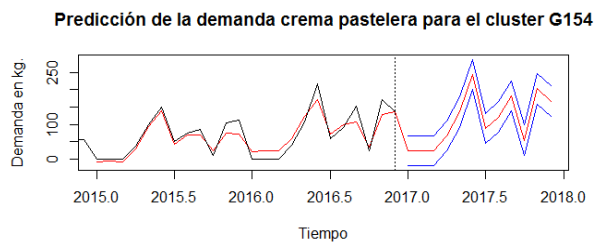
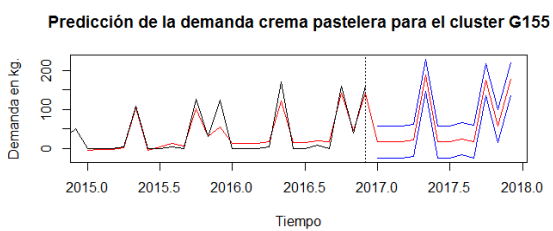
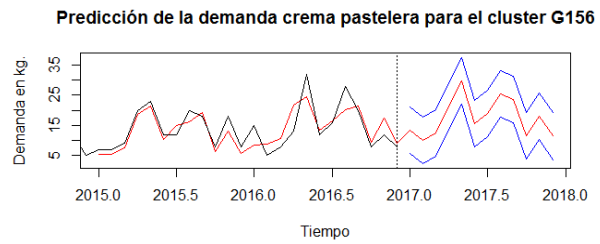
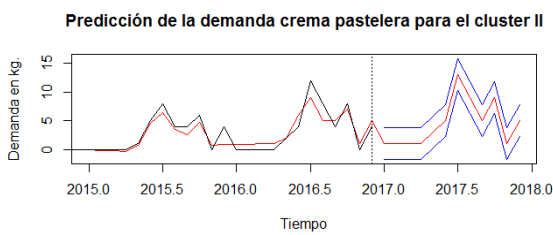
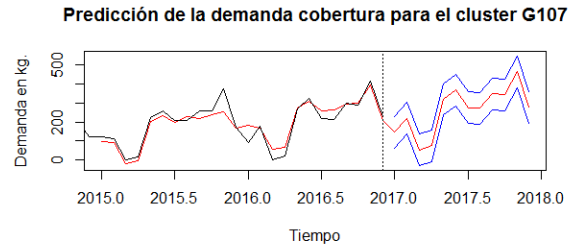
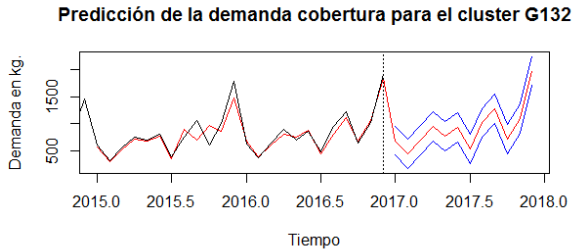
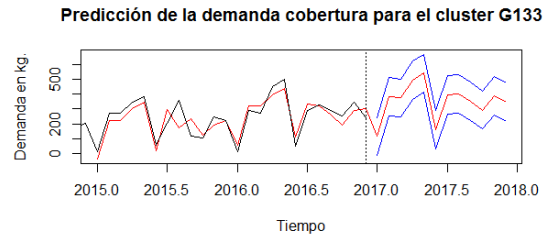
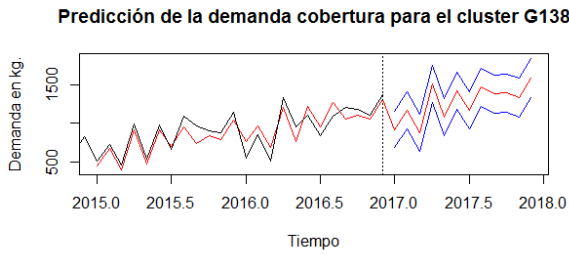
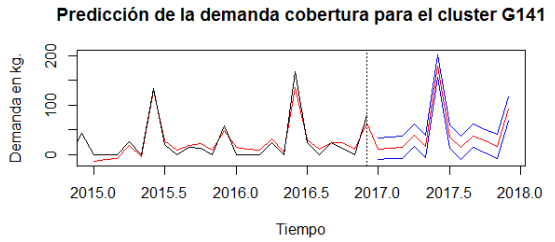
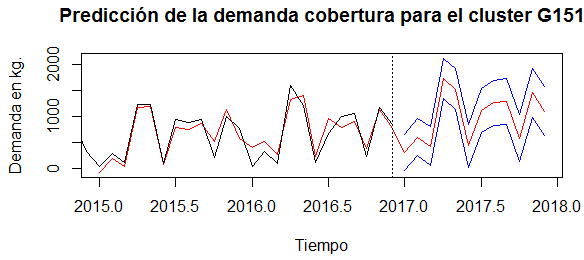
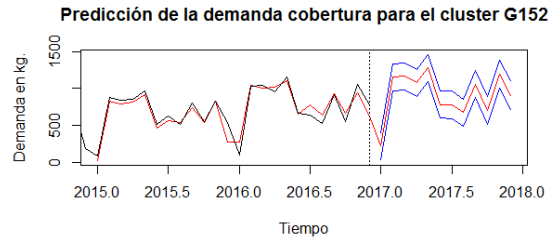
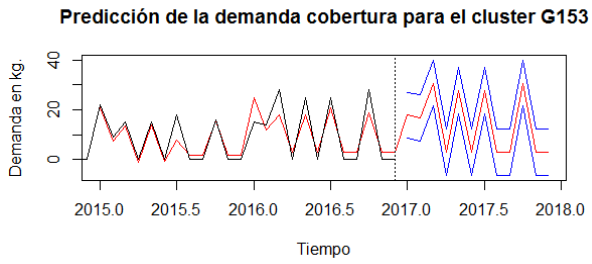


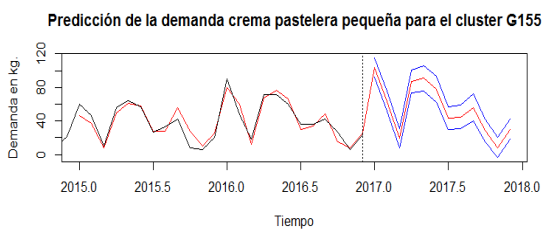
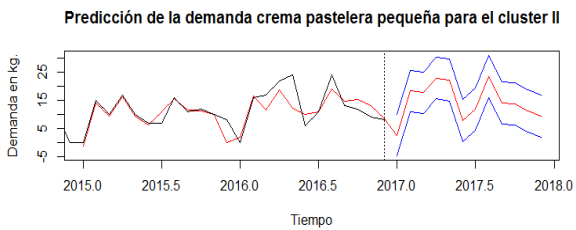
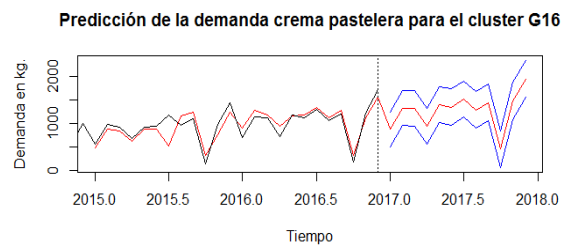
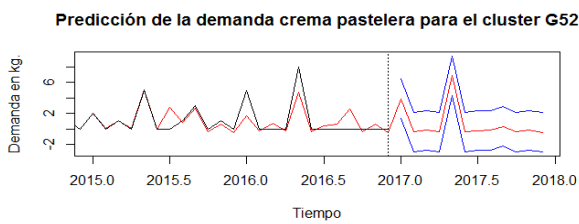
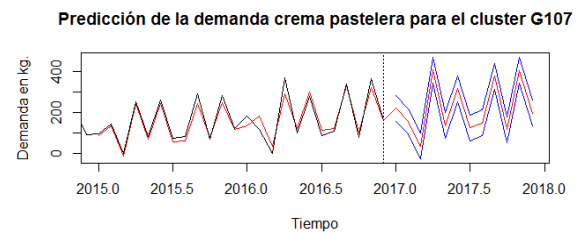
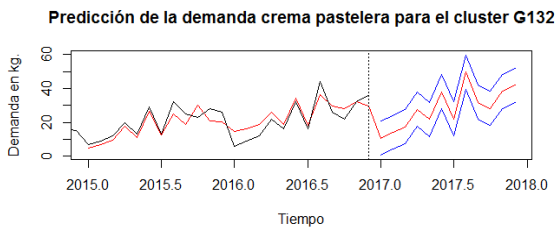
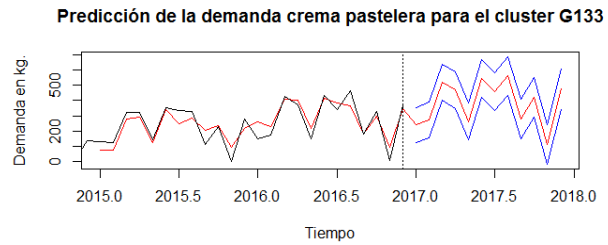
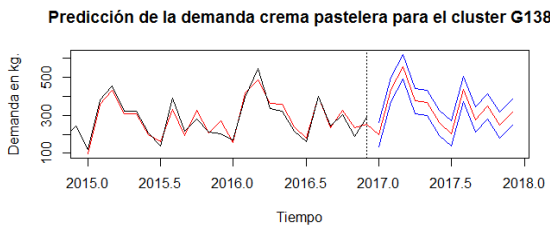
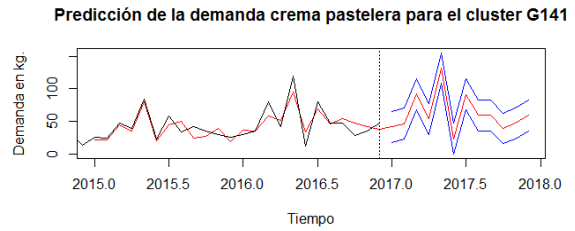
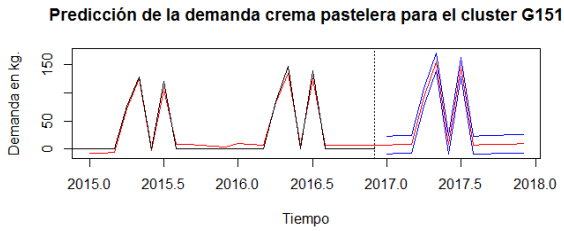
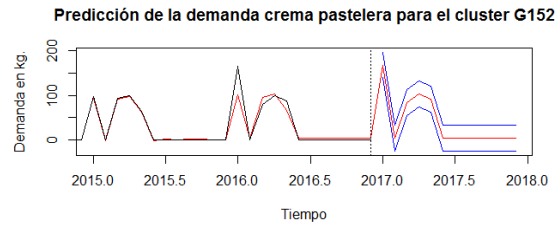
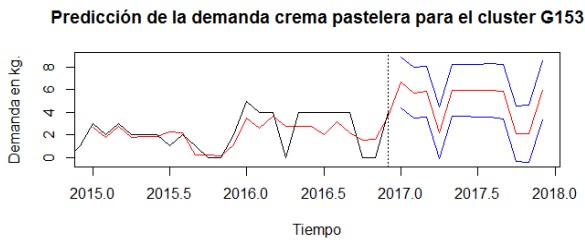
Predicción de la demanda cobertura para el cluster G155

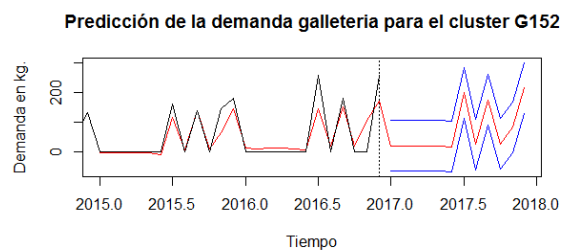
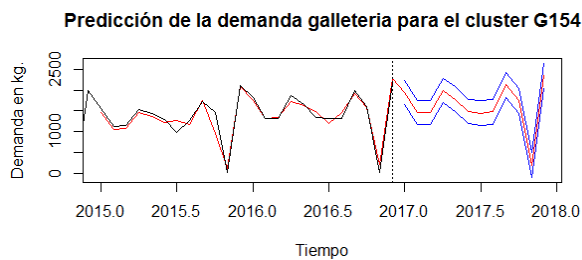
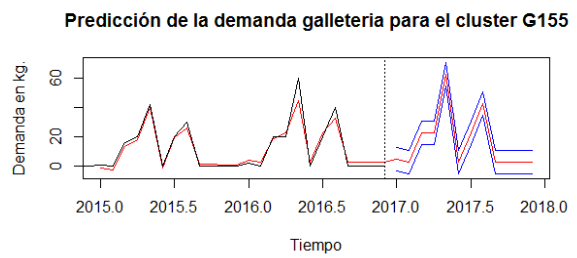
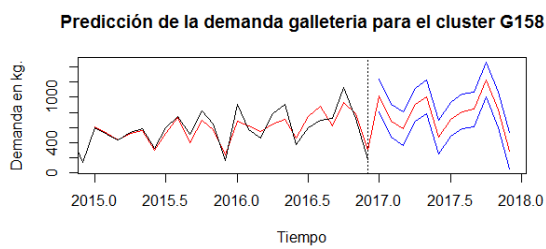
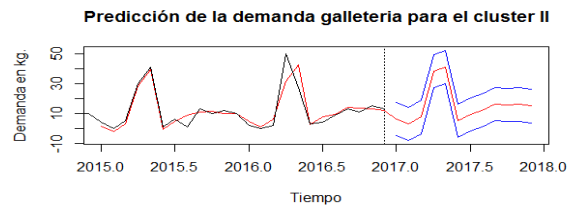
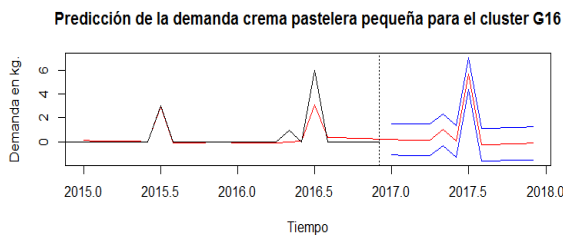
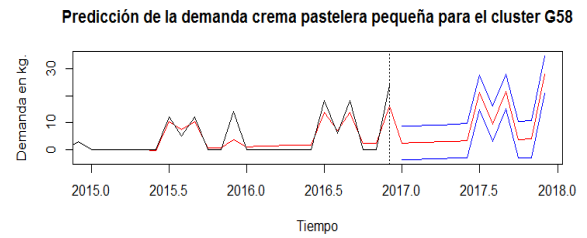
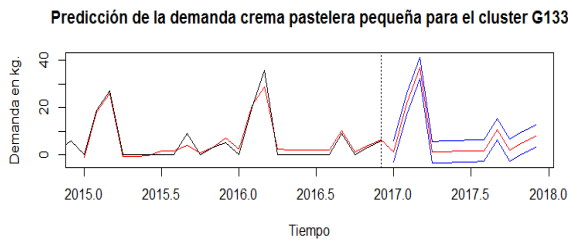
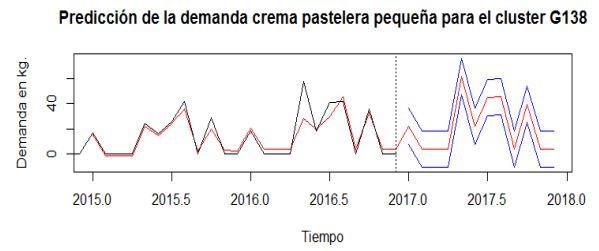
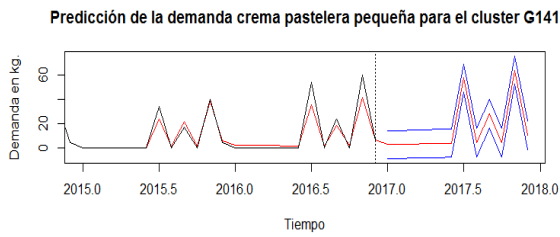
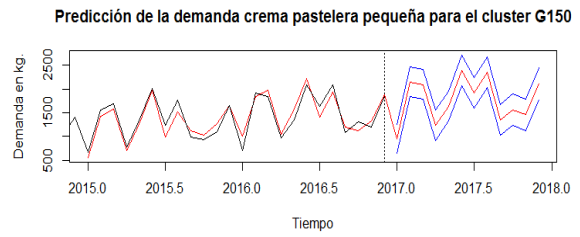
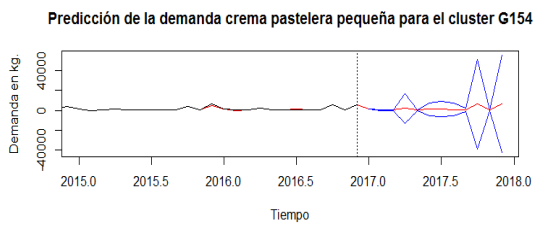


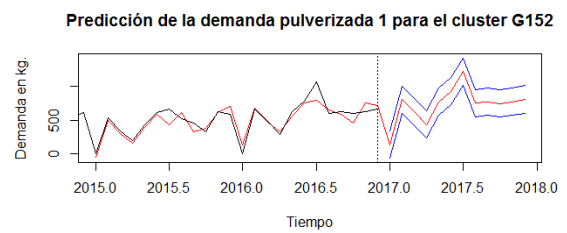
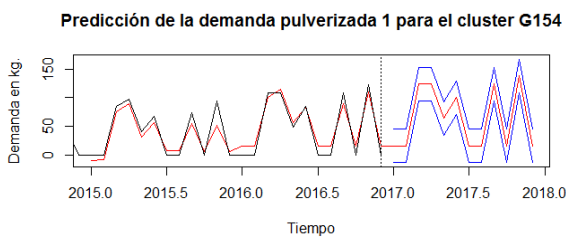
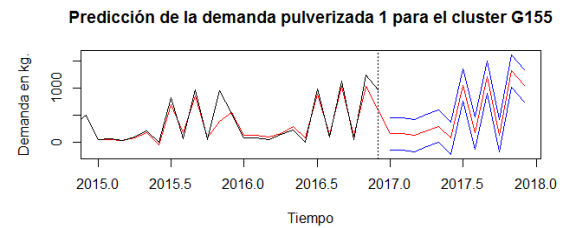
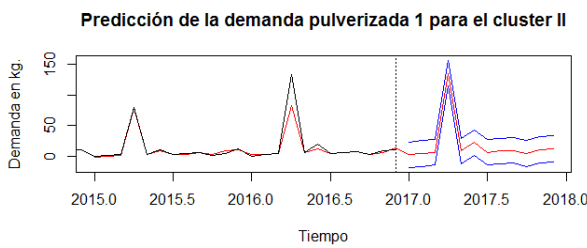
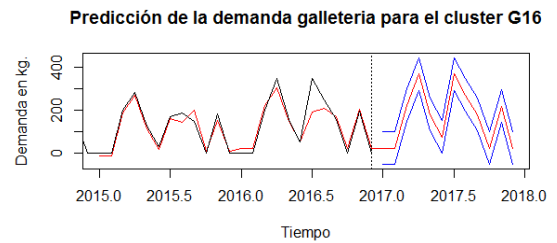
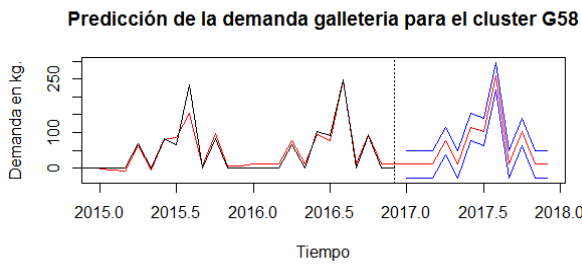
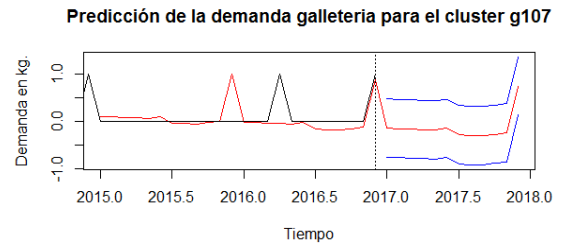
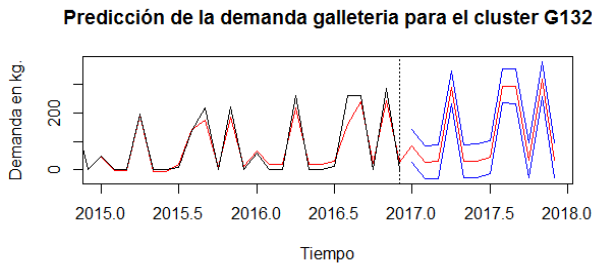
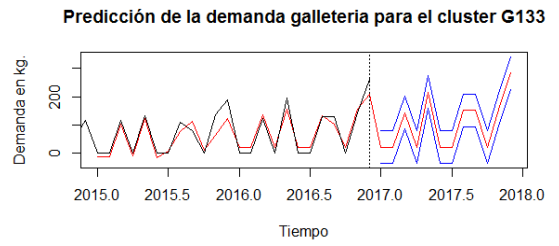
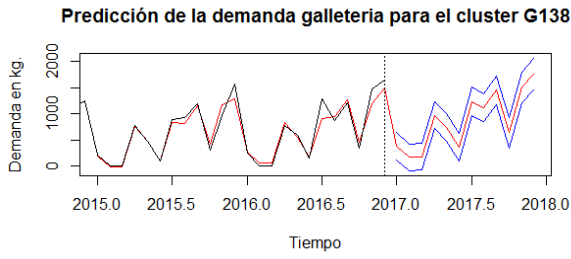
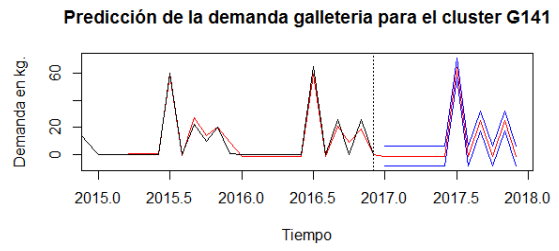
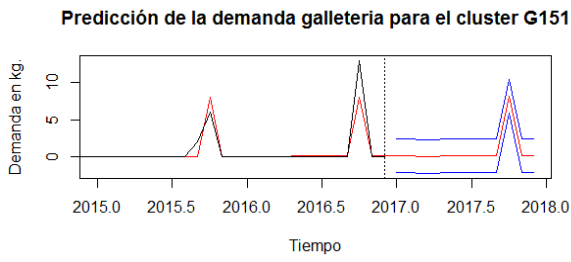
Predicción de la demanda cobertura para el cluster G154

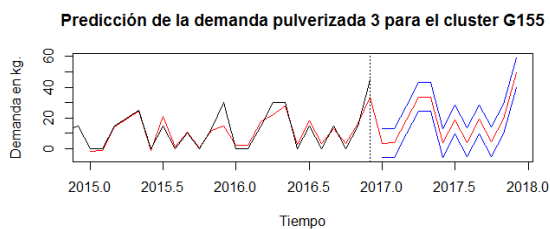
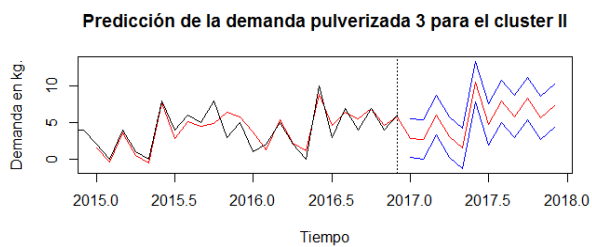
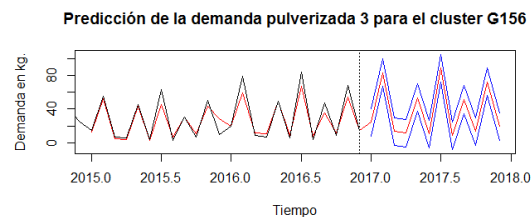
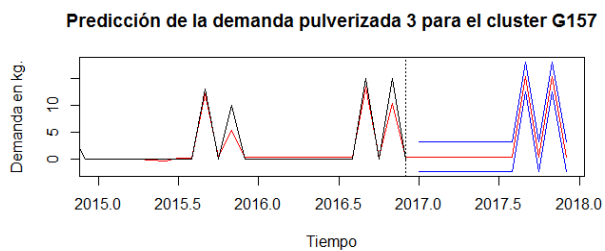
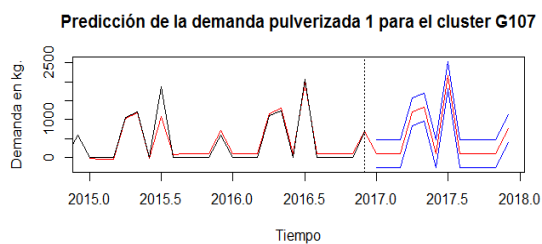
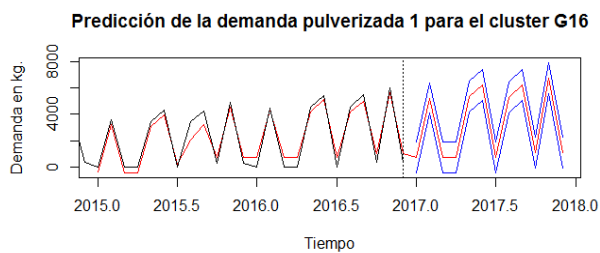
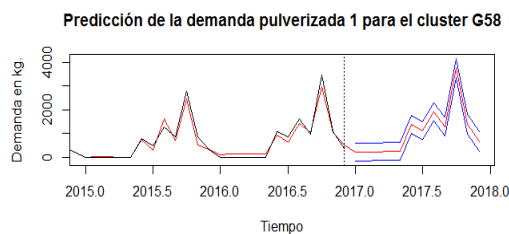
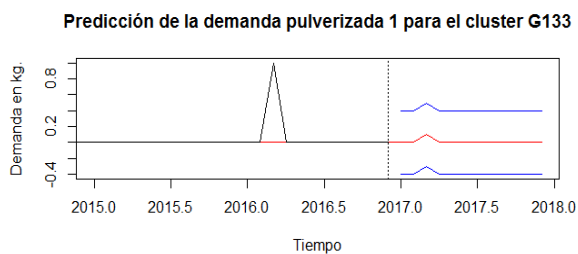
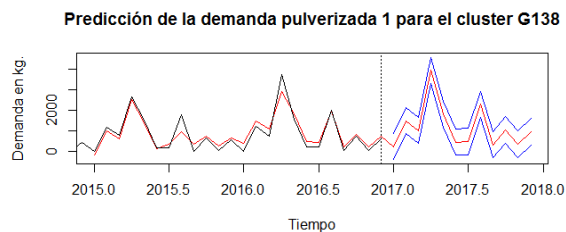
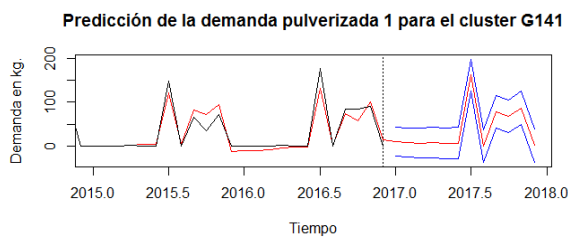
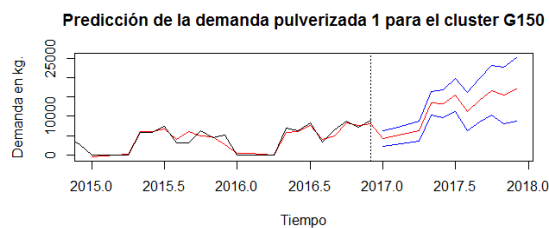
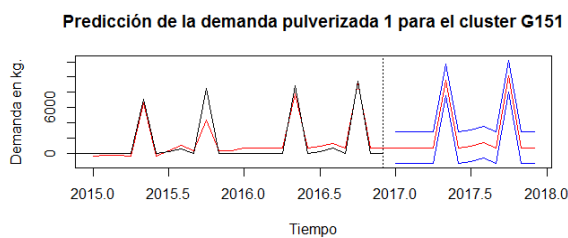


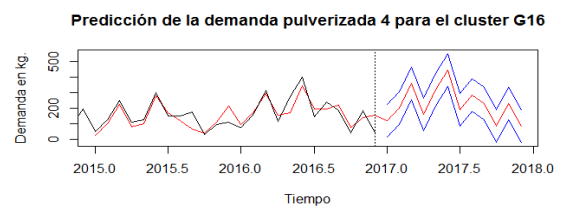
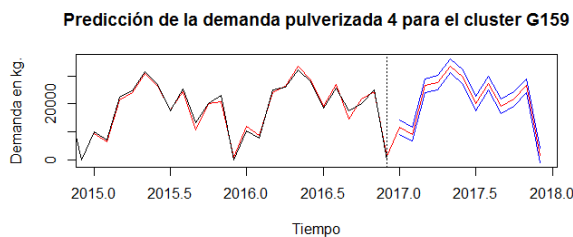
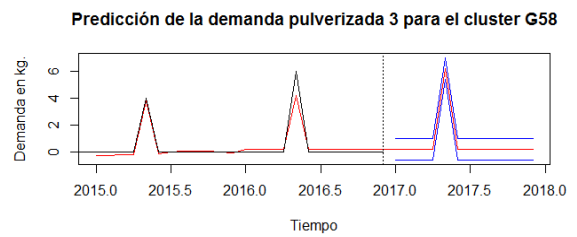
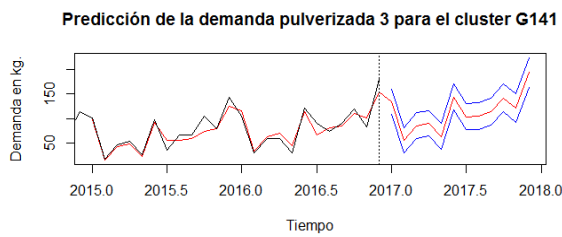
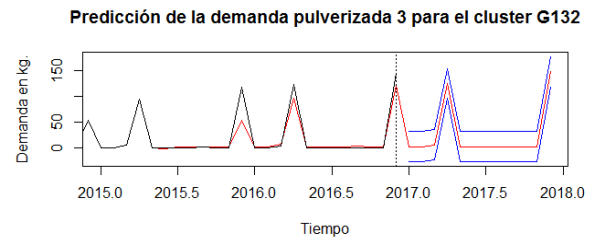
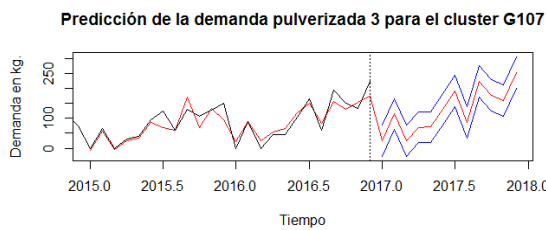
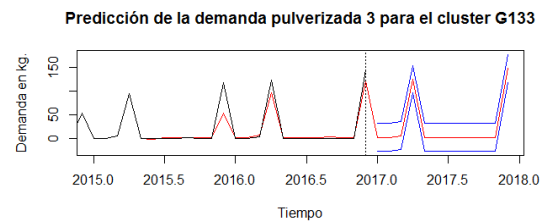
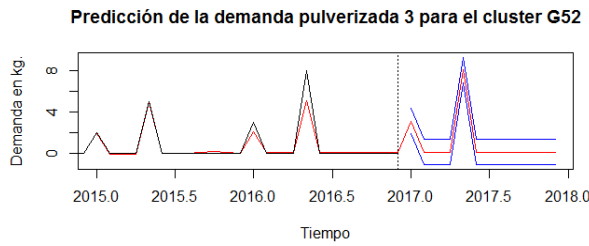
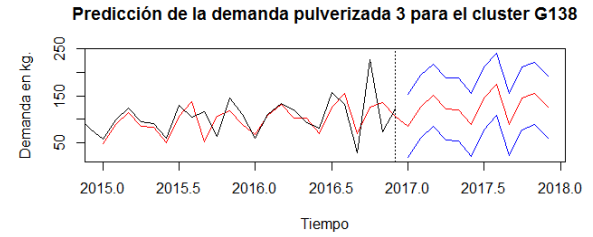
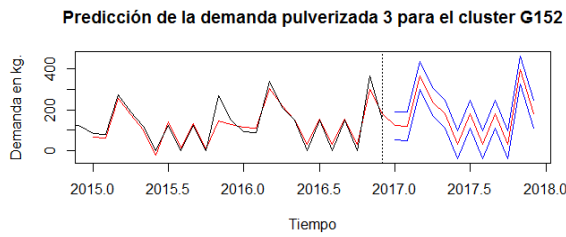
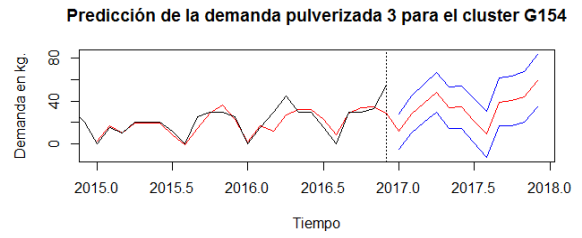
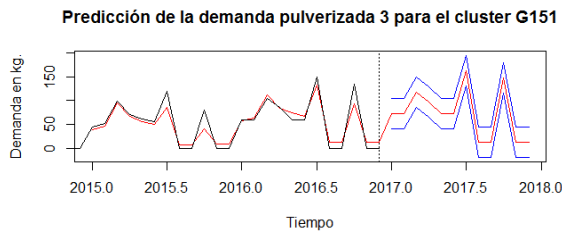


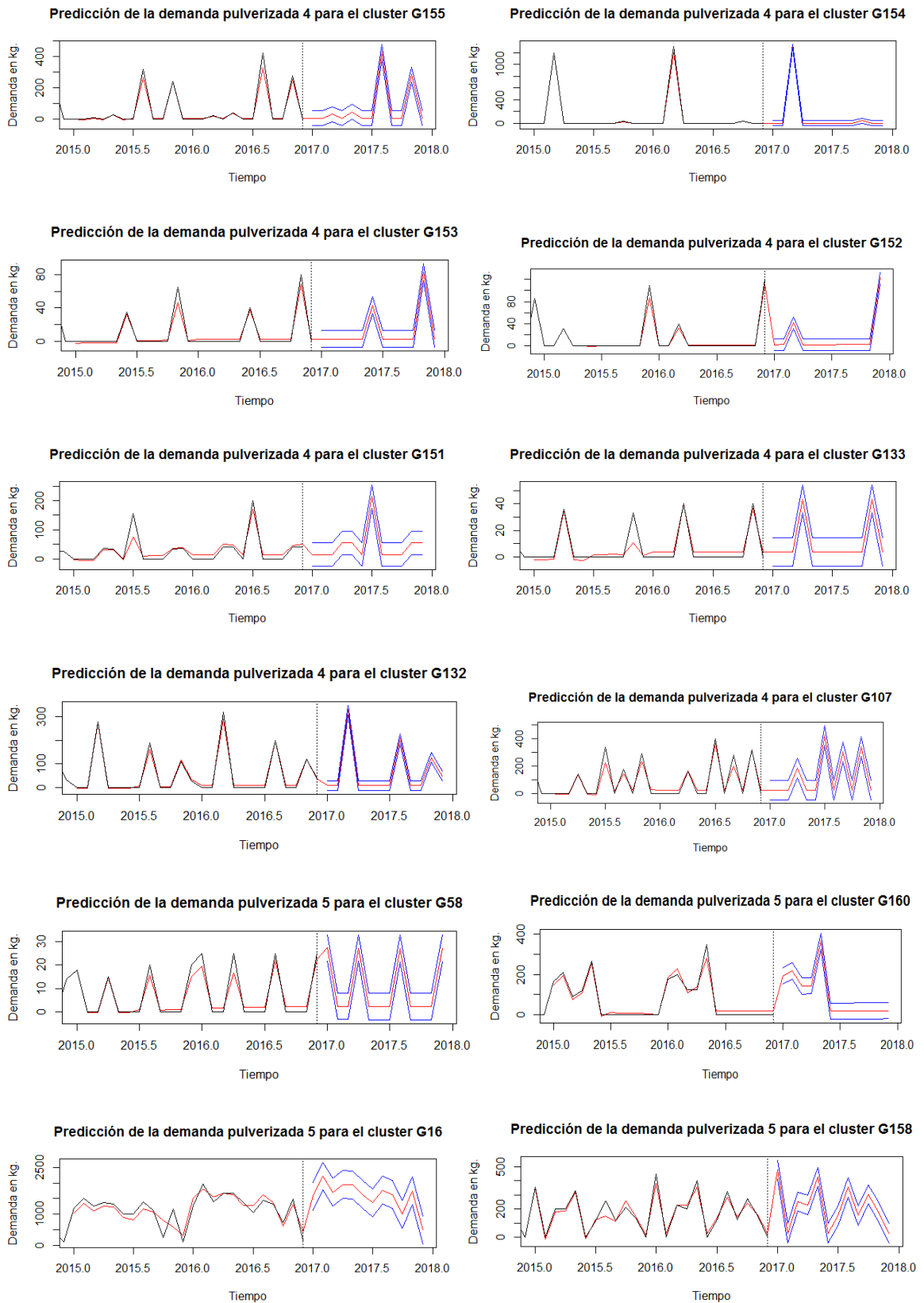


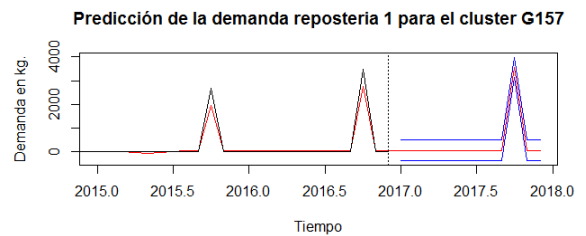
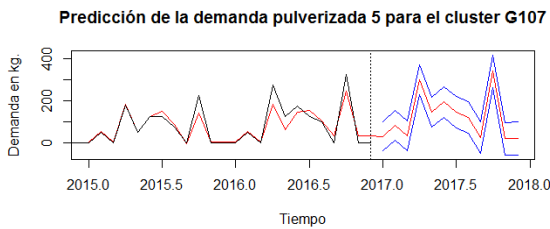
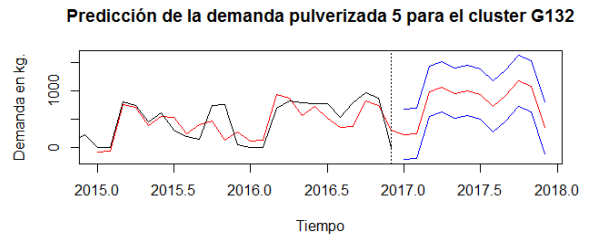
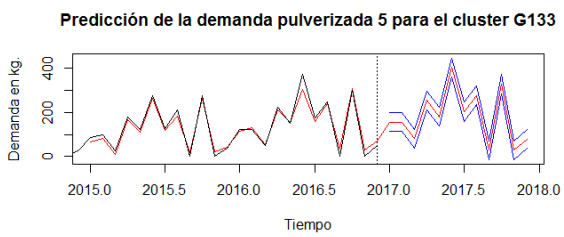
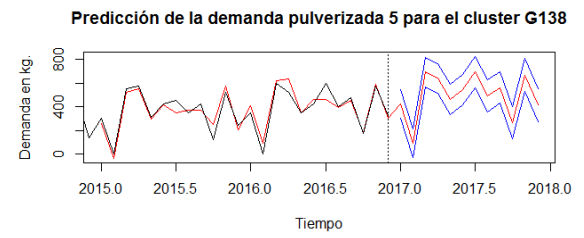
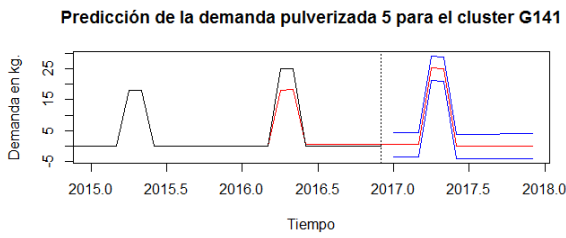
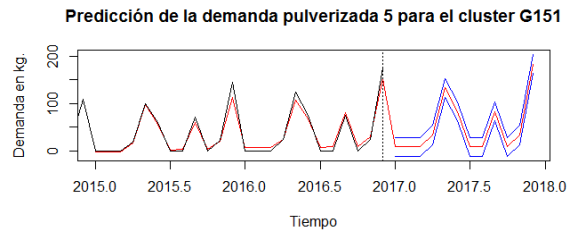
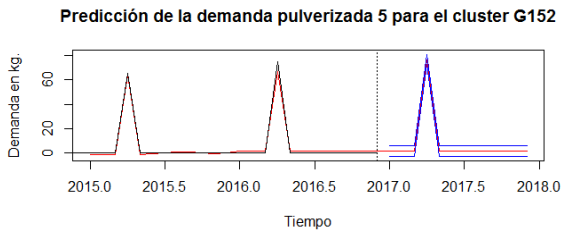
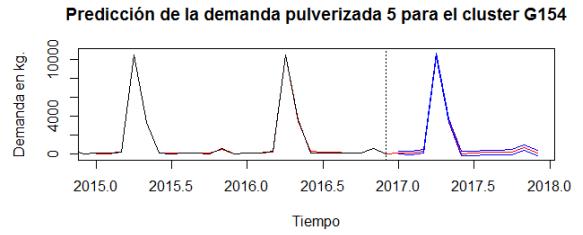
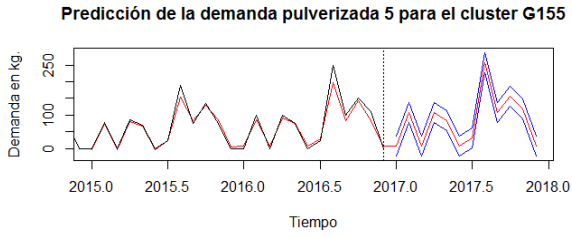
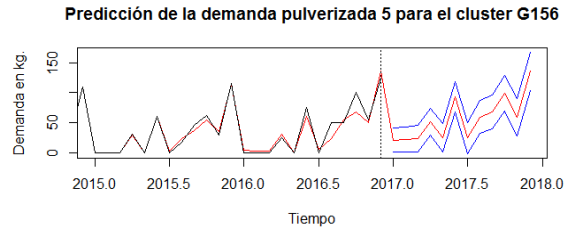
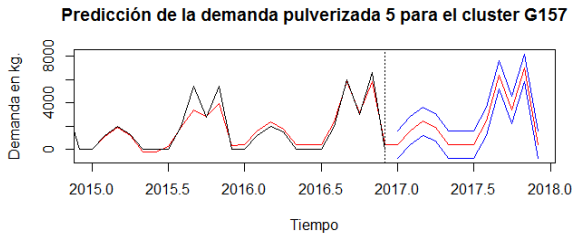


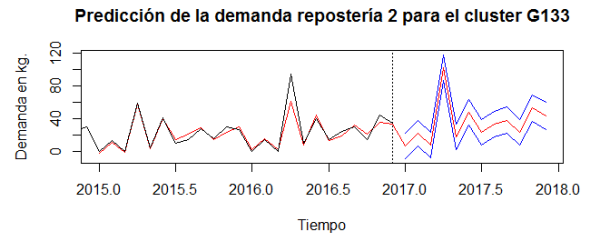
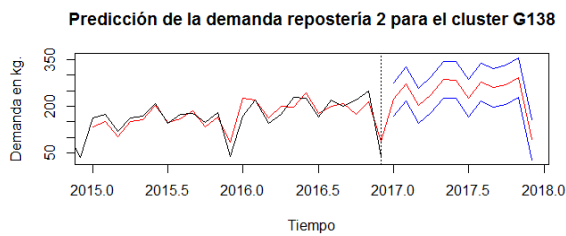
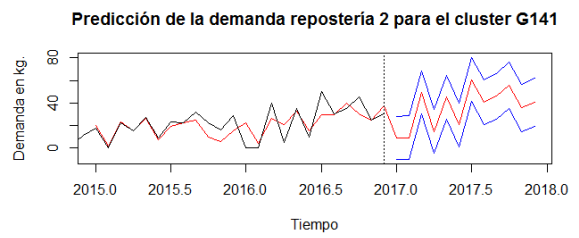
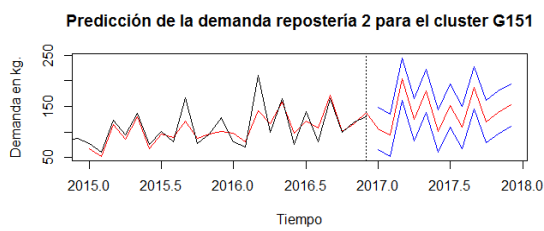
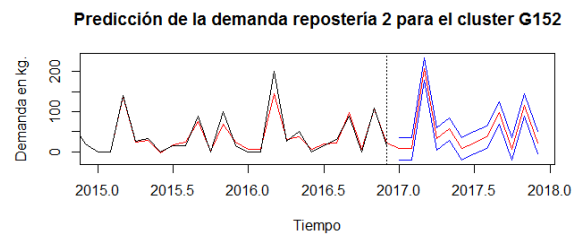
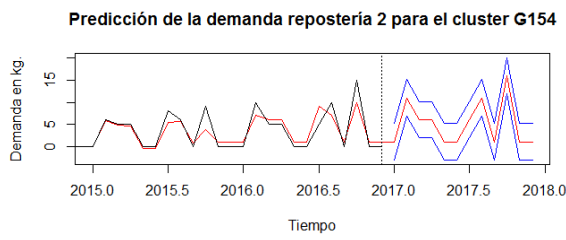
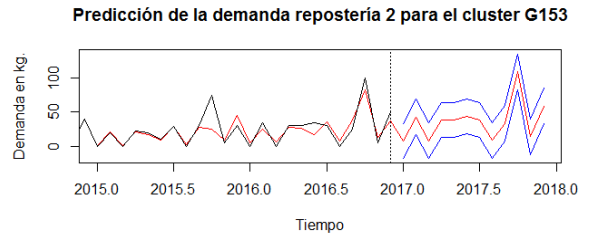
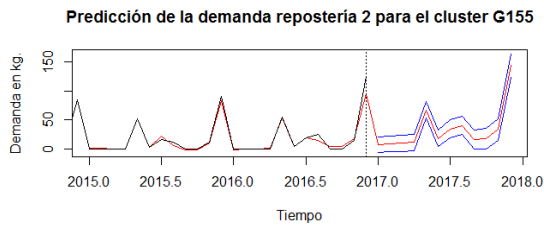
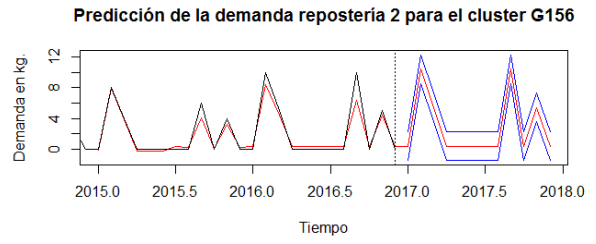
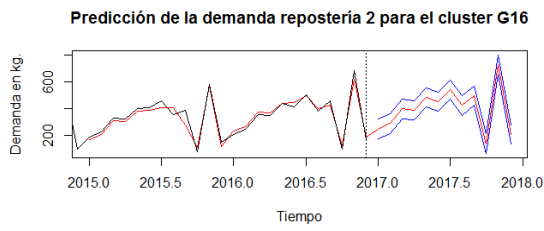
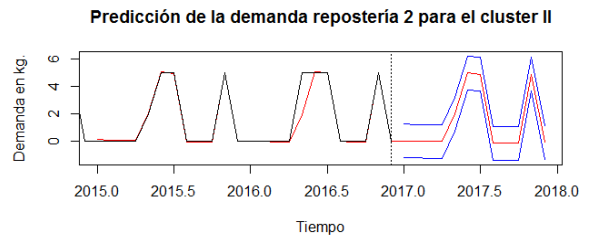
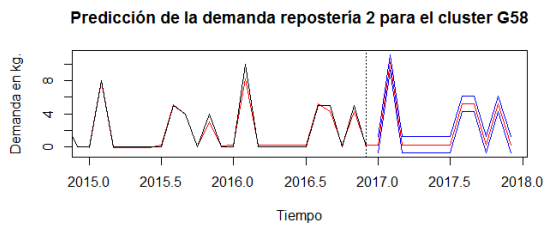


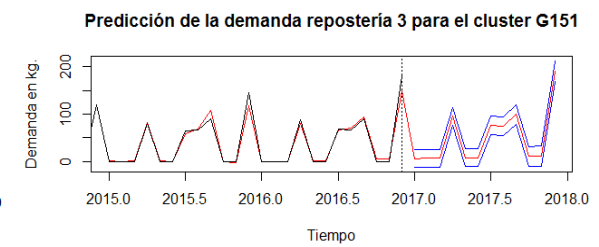
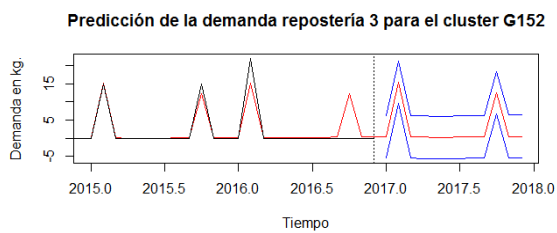
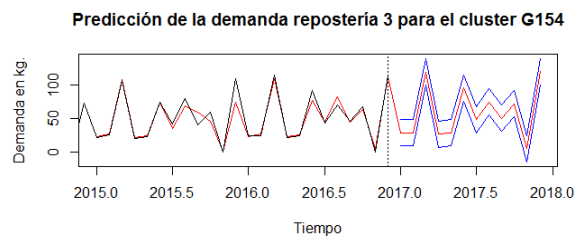
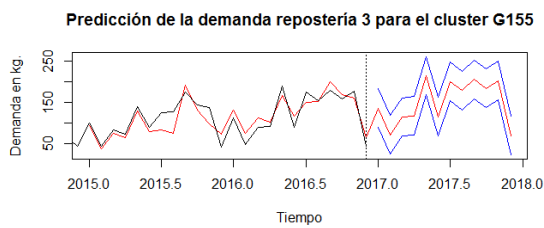
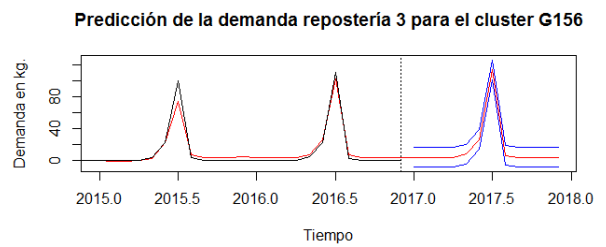
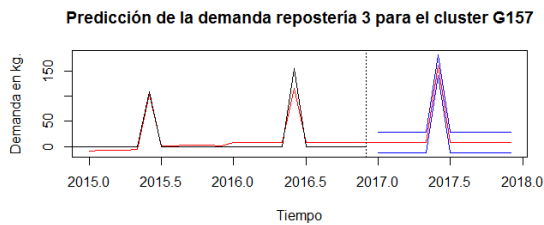
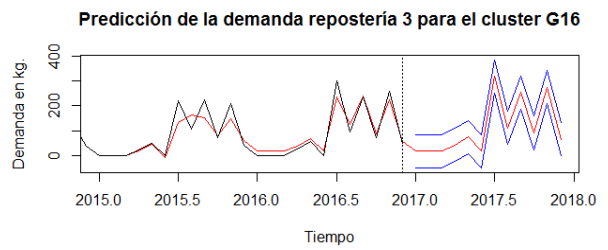
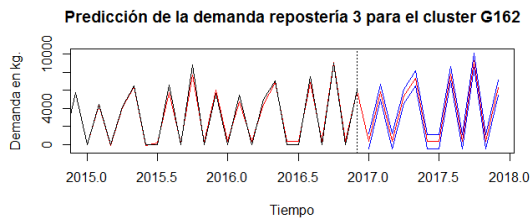
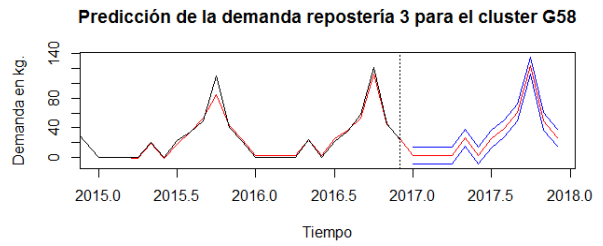
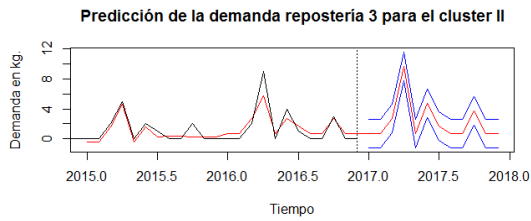
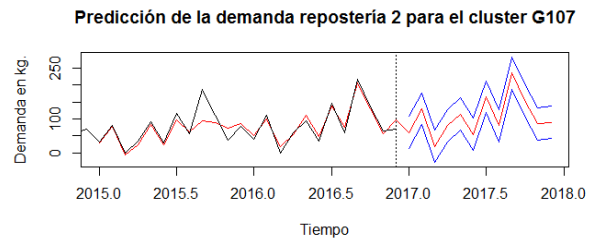
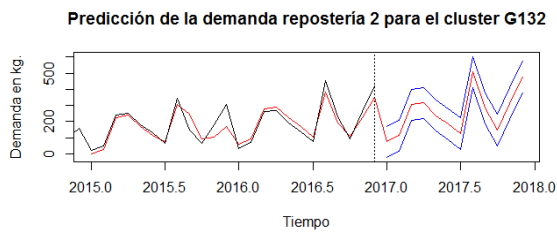


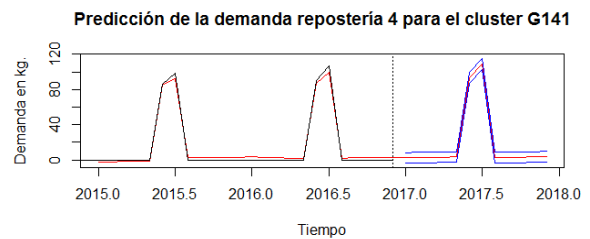
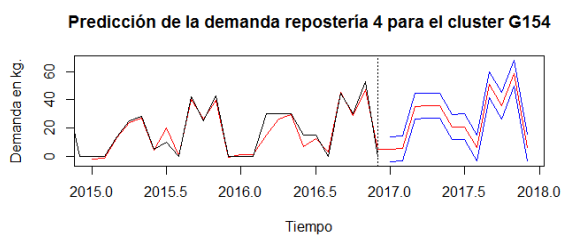
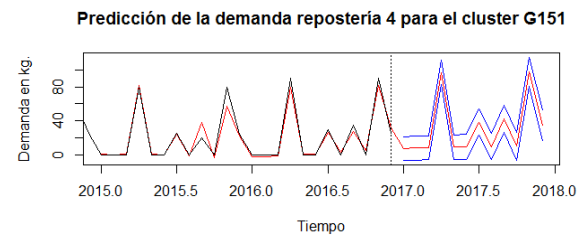
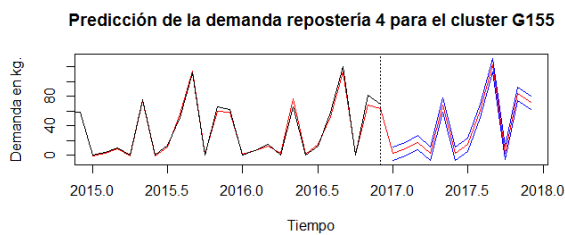
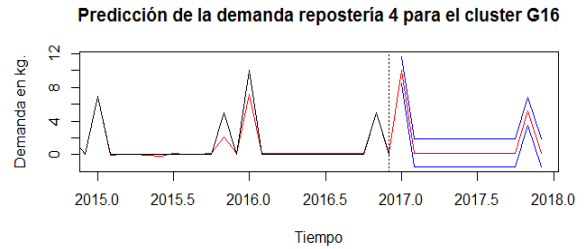
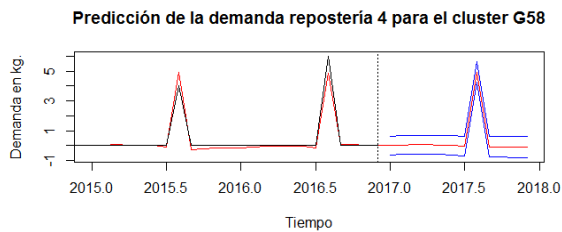
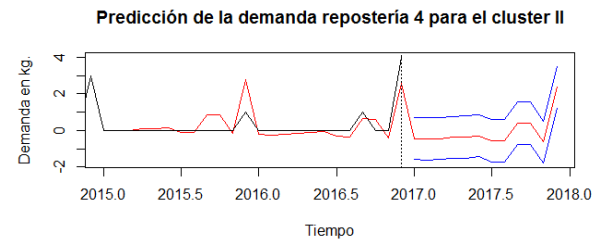
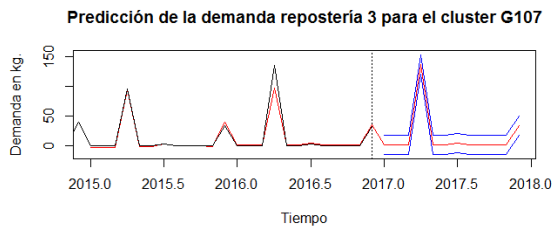
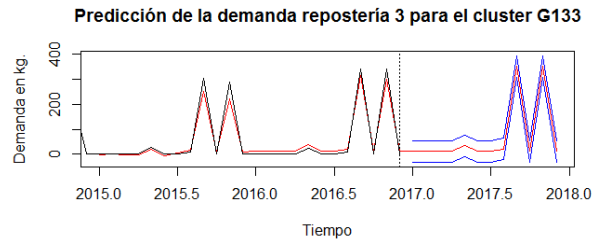
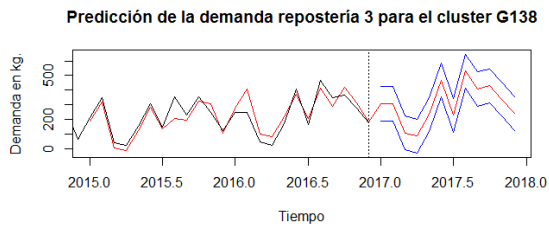
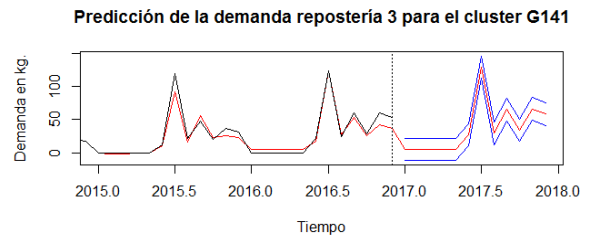
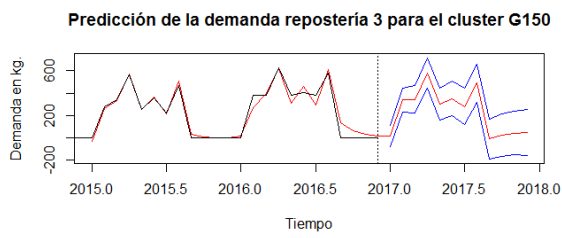


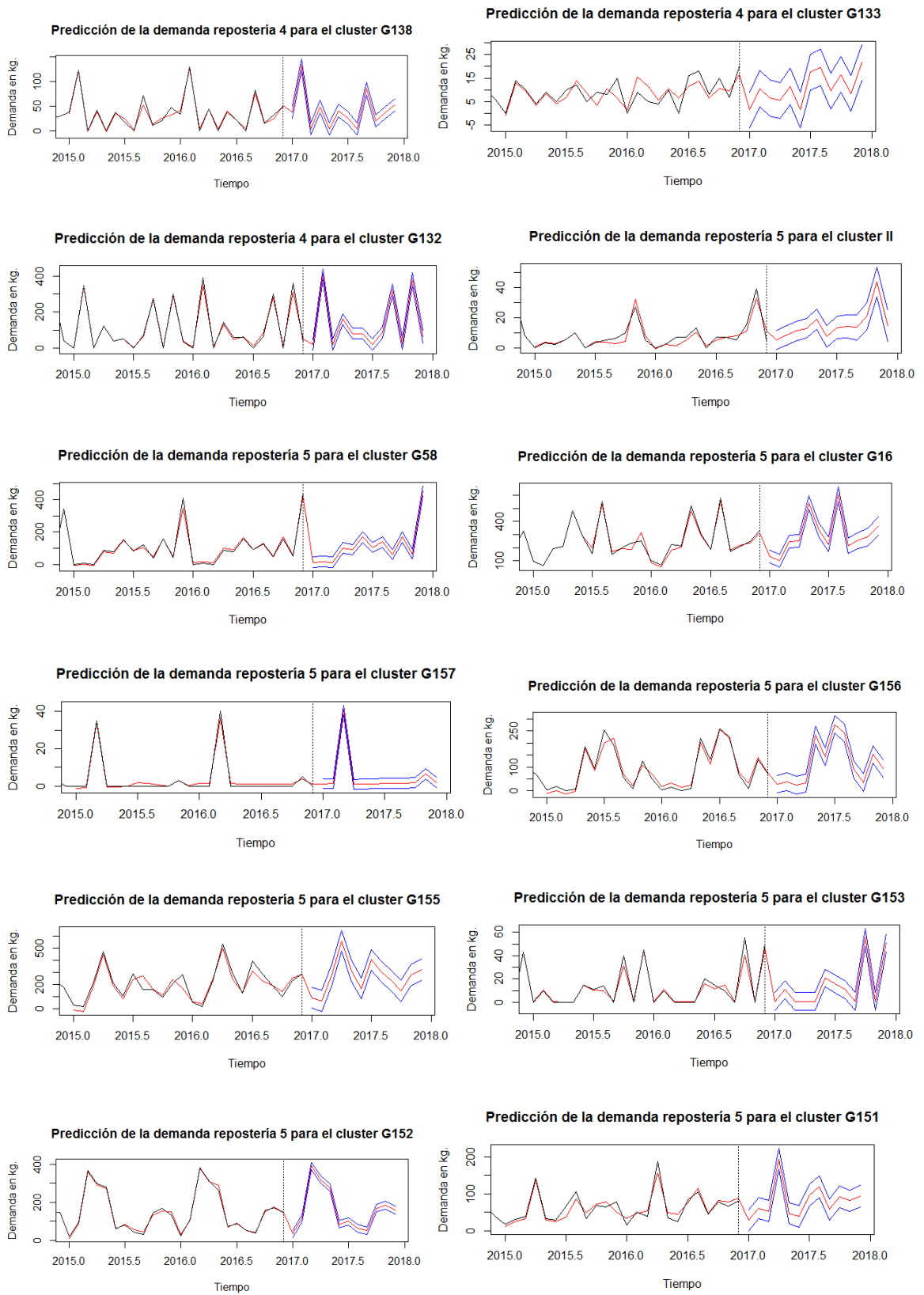


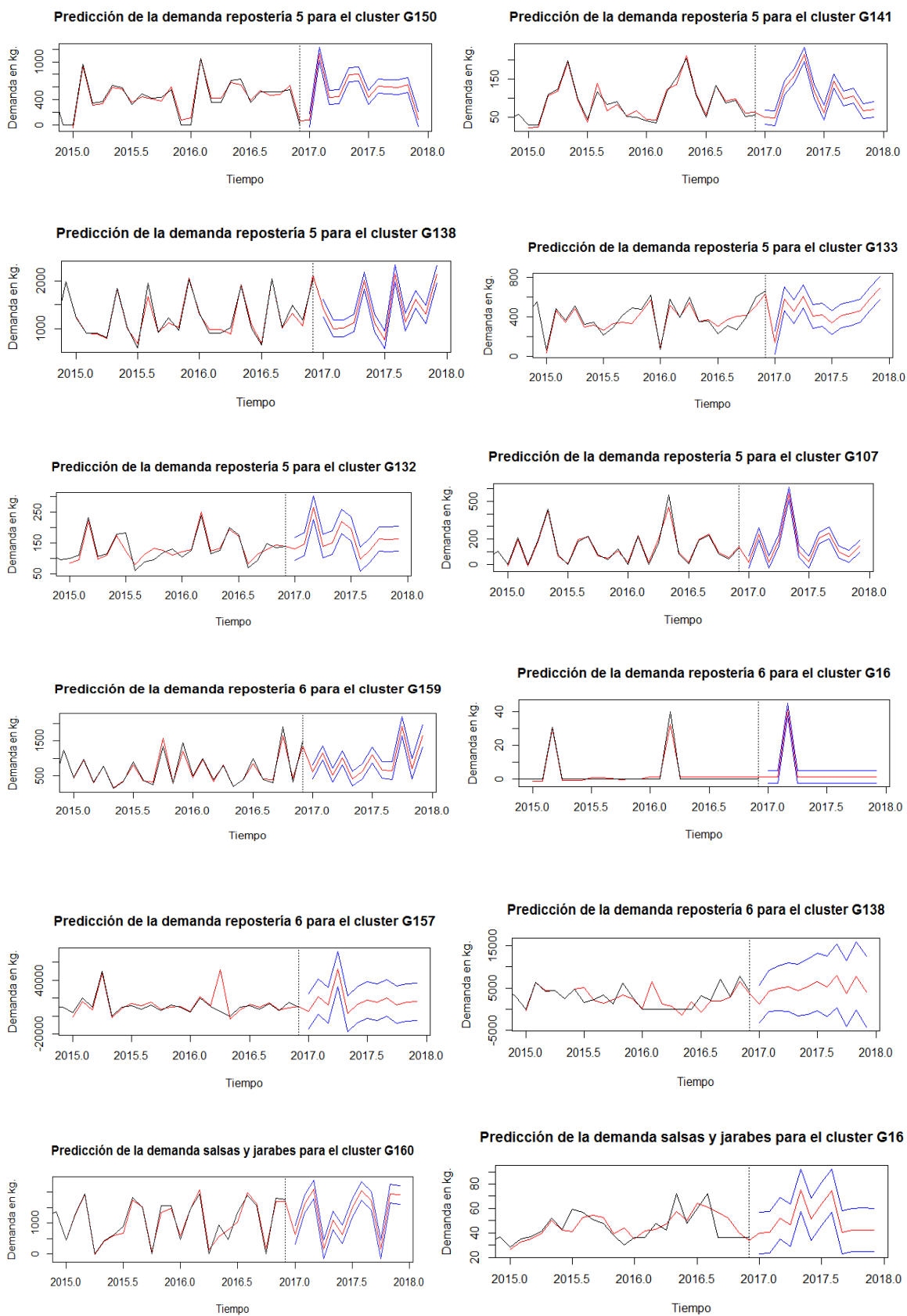


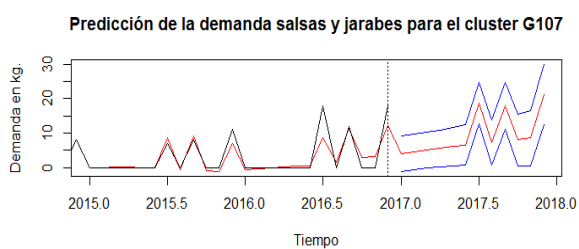
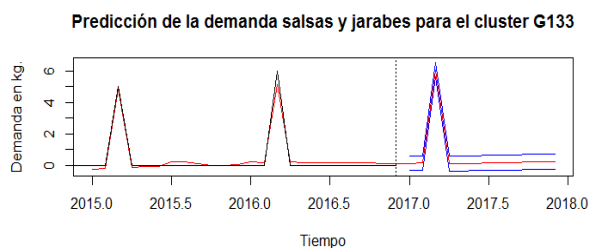
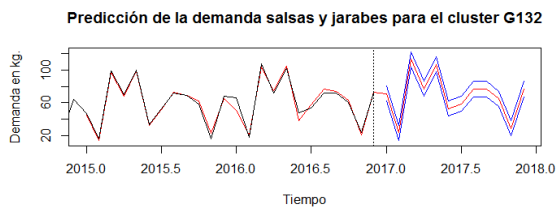
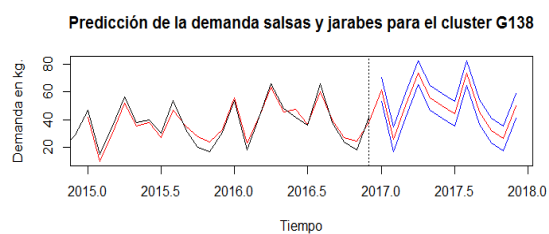
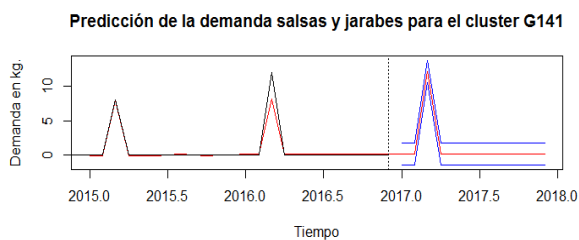
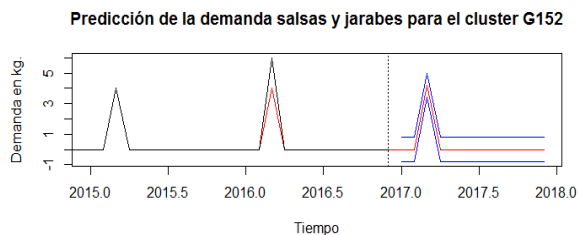
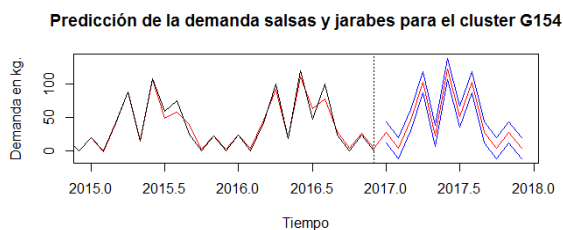
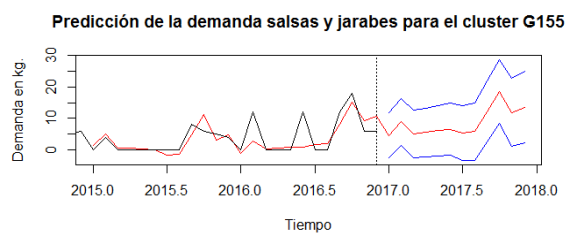
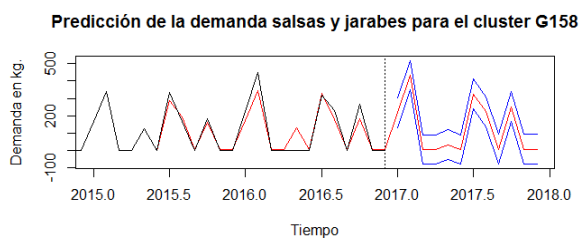












APÉNDICE C

Demanda acumulada del 2014 al 2017 por familia

Demanda del 2014 al 2017 (Kilogramos)				
Familia de productos	2014	2015	2016	2017
Coberturas	1040019	1177990	1330406	1500427
Crema Pastelera	15749	21206	25311	31143
Crema Pastelera Pequeña	25300	32047	36021	42057
Galletería	29519	34248	40369	46639
Pulverizada 1	84971	113491	145838	255288
Pulverizada 3	7804	10101	12415	14986
Pulverizada 4	208733	227544	242800	261579
Pulverizada 5	50917	63270	73354	87615
Repostería 1	1913	2691	3484	4252
Repostería 2	9181	11232	13370	16275
Repostería 3	41149	46003	51755	57082
Repostería 4	2547	2753	3140	3739
Repostería 5	50273	56108	63172	72230
Repostería 6	148786	201489	152430	278386
Salsa y jarabes	14009	15610	17648	19873

Fuente: Autores

APÉNDICE D

Pronóstico de la demanda para el 2017

<i>Pronóstico de la demanda 2017 (Kilogramos)</i>													
ZONAS	FAMILIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
G107	Coberturas	146	220	54	75	319	368	274	273	348	342	463	277
G132	Coberturas	688	443	701	953	767	933	541	1017	1281	713	1090	1970
G133	Coberturas	116	385	376	496	543	161	396	404	353	293	391	354
G138	Coberturas	920	1174	879	1511	1078	1426	1170	1471	1382	1395	1335	1593
G141	Coberturas	12	13	15	40	16	180	36	14	38	27	17	93
G151	Coberturas	300	600	426	1731	1522	431	1113	1260	1280	581	1451	1103
G152	Coberturas	218	1157	1169	1077	1278	783	778	672	1062	701	1198	912
G153	Coberturas	18	17	31	3	28	3	28	3	3	31	3	3
G154	Coberturas	2543	2882	3447	3344	6368	2885	3872	3326	5878	4237	6622	4907
G155	Coberturas	152	219	208	245	300	178	293	392	350	228	350	332
G156	Coberturas	323	339	134	290	106	321	248	303	187	210	189	394
G157	Coberturas	3943	6935	5497	10325	4917	13596	11026	10152	15437	30579	16687	20570
G158	Coberturas	4418	3674	3989	2419	4176	2669	2660	5677	3421	3784	3704	1337
G16	Coberturas	2758	2777	3414	2782	3984	3259	2829	3777	2902	4302	2997	3957
G160	Coberturas	85568	100921	84633	70028	125940	83634	94277	62003	108889	78355	83584	115525
G52	Coberturas	7761	4828	2329	5087	8704	2578	1089	1111	6381	1381	6959	9424
G58	Coberturas	202	51	40	447	320	102	206	366	305	284	399	385
II	Coberturas	83	65	53	49	91	63	71	100	122	116	140	113
G107	Crema Pastelera	222	158	38	409	137	318	126	150	378	118	406	198
G132	Crema Pastelera	11	15	18	28	22	38	23	50	32	29	39	42
G133	Crema Pastelera	240	274	523	471	264	545	459	563	279	422	113	477
G138	Crema Pastelera	198	436	557	376	367	261	205	439	277	349	249	319
G141	Crema Pastelera	42	47	92	54	132	24	92	60	60	40	48	60

Pronóstico de la demanda 2017 (Kilogramos)

ZONAS	FAMILIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
G151	Crema Pastelera	8	8	9	93	156	8	147	8	8	9	10	10
G152	Crema Pastelera	169	4	84	104	92	4	4	4	4	4	4	4
G153	Crema Pastelera	7	6	6	3	6	6	6	6	6	3	3	6
G154	Crema Pastelera	25	25	26	67	136	245	89	122	183	55	203	167
G155	Crema Pastelera	16	16	16	21	188	16	16	25	17	177	57	177
G156	Crema Pastelera	14	11	13	22	30	16	19	26	24	12	19	12
G16	Crema Pastelera	874	1325	1318	942	1404	1346	1522	1285	1438	451	1476	1943
G52	Crema Pastelera	4	0	0	0	7	0	0	0	1	0	0	0
II	Crema Pastelera	2	2	2	2	4	6	14	10	6	10	2	6
G133	Crema Pastelera Pequeña	2	22	37	2	2	2	2	2	11	2	6	9
G138	Crema Pastelera Pequeña	22	4	4	4	62	22	45	46	4	40	4	4
G141	Crema Pastelera Pequeña	3	3	3	4	4	4	58	5	29	5	65	11
G150	Crema Pastelera Pequeña	951	2148	2093	1237	1641	2395	1916	2347	1352	1563	1454	2106
G154	Crema Pastelera Pequeña	1549	9	21	2092	21	886	1024	847	214	6065	37	6572
G155	Crema Pastelera Pequeña	104	64	20	87	92	78	44	45	57	29	9	31
G16	Crema Pastelera Pequeña	1	1	1	1	2	1	6	0	0	0	0	0
G58	Crema Pastelera Pequeña	3	3	3	3	3	4	22	10	22	4	4	28
II	Crema Pastelera Pequeña	3	19	18	23	23	8	12	24	15	14	12	10
G107	Galletería	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G132	Galletería	86	28	29	290	31	33	45	295	295	35	320	34
G133	Galletería	22	22	143	22	217	22	22	152	152	22	165	284
G138	Galletería	387	172	183	975	741	358	1236	1117	1449	639	1503	1758
G141	Galletería	0	0	0	0	0	0	64	0	25	0	25	0
G151	Galletería	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1	1
G152	Galletería	22	22	22	22	21	19	200	26	176	27	84	217

Pronóstico de la demanda 2017 (Kilogramos)

ZONAS	FAMILIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICEMBRE
G154	Galletería	1955	1468	1471	2001	1785	1492	1447	1482	2137	1750	194	2350
G155	Galletería	5	3	23	23	63	3	23	43	3	3	3	3
G156	Galletería	30	0	12	35	12	240	20	0	0	0	0	0
G158	Galletería	1022	688	584	901	1002	475	711	813	841	1233	830	292
G16	Galletería	22	22	222	368	179	74	368	269	178	22	217	22
G58	Galletería	12	12	12	77	12	115	102	258	12	102	12	12
II	Galletería	7	4	8	39	41	5	10	12	17	16	16	15
G107	Pulverizada1	99	100	101	1202	1328	104	2173	104	105	106	107	768
G133	Pulverizada1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G138	Pulverizada1	224	1474	1005	3923	1793	445	473	2271	315	1026	344	946
G141	Pulverizada1	9	8	7	8	7	7	163	0	79	69	88	1
G150	Pulverizada1	4270	4889	5535	6187	13431	13323	15530	11239	14206	16722	15472	16978
G151	Pulverizada1	716	716	716	716	9635	716	956	1412	716	10156	716	716
G152	Pulverizada1	139	801	623	433	771	929	1216	748	772	746	770	806
G154	Pulverizada1	17	17	125	125	65	101	17	17	125	17	139	17
G155	Pulverizada1	155	155	119	213	294	71	1055	171	1207	119	1318	1046
G16	Pulverizada1	741	5241	765	741	5325	6201	741	5301	6216	1131	6764	1141
G58	Pulverizada1	206	216	228	244	263	1370	1129	1919	1287	3744	1378	658
II	Pulverizada1	2	4	6	136	8	22	6	8	9	4	10	12
G107	Pulverizada3	25	115	25	71	71	132	192	88	223	178	161	254
G132	Pulverizada3	33	18	3	33	43	33	3	54	7	11	7	3
G133	Pulverizada3	3	3	6	126	3	3	3	3	3	3	3	149
G138	Pulverizada3	86	127	151	122	121	89	145	175	89	145	155	126
G141	Pulverizada3	135	56	86	91	64	145	104	105	115	142	122	194
G151	Pulverizada3	73	73	118	98	73	73	163	13	13	148	13	13
G152	Pulverizada3	122	120	368	240	180	30	180	30	180	30	395	180

Pronóstico de la demanda 2017 (Kilogramos)

ZONAS	FAMILIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
G154	Pulverizada3	12	28	38	49	34	35	22	10	39	41	44	59
G155	Pulverizada3	4	4	19	34	34	4	19	5	20	5	20	50
G156	Pulverizada3	25	84	14	12	54	11	89	9	52	14	73	20
G157	Pulverizada3	1	1	1	1	1	1	1	1	16	1	16	1
G16	Pulverizada3	421	568	607	558	595	860	328	326	519	127	803	126
G52	Pulverizada3	4	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1	1
G58	Pulverizada3	1	1	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1
II	Pulverizada3	3	3	7	4	2	11	5	8	6	9	6	8
G107	Pulverizada4	25	25	25	185	25	25	425	25	305	25	345	25
G132	Pulverizada4	9	9	329	9	9	9	9	209	9	9	129	49
G133	Pulverizada4	4	4	4	44	4	4	4	4	4	4	44	4
G151	Pulverizada4	15	15	15	55	55	15	215	15	15	15	55	55
G152	Pulverizada4	3	3	43	3	3	3	3	3	3	3	3	123
G153	Pulverizada4	4	4	4	4	4	44	4	4	4	4	84	4
G154	Pulverizada4	4	4	4	4	4	44	4	4	4	4	84	4
G155	Pulverizada4	8	8	33	8	48	8	8	433	8	8	288	8
G159	Pulverizada4	11780	9252	26503	27513	33547	29482	20176	27369	19170	21690	26476	1597
G16	Pulverizada4	120	200	360	160	320	445	190	285	230	85	230	85
G107	Pulverizada5	30	82	34	302	147	194	146	121	24	342	19	21
G132	Pulverizada5	232	243	993	1071	963	1009	946	730	925	1184	1087	352
G133	Pulverizada5	156	156	82	256	181	405	204	279	29	329	30	80
G138	Pulverizada5	423	90	693	639	463	545	693	491	563	265	668	413
G141	Pulverizada5	1	1	1	26	25	0	0	0	0	1	1	1
G151	Pulverizada5	9	9	9	34	134	84	9	9	84	9	34	184
G152	Pulverizada5	2	2	2	77	2	2	2	2	2	2	2	2
G154	Pulverizada5	77	82	260	10483	3493	11	63	133	133	143	637	91

Pronóstico de la demanda 2017 (Kilogramos)

ZONAS	FAMILIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DECIEMBRE
G155	Pulverizada5	8	108	8	108	83	8	33	258	108	158	118	8
G156	Pulverizada5	21	23	24	52	25	93	25	60	68	100	59	136
G157	Pulverizada5	413	1613	2413	1913	413	413	413	2413	6413	3413	7013	413
G158	Pulverizada5	479	29	254	229	429	29	154	354	154	304	184	29
G16	Pulverizada5	1570	2219	1703	1953	1941	1631	1367	1771	1629	999	1740	489
G160	Pulverizada5	193	218	143	143	367	17	17	18	18	19	19	19
G58	Pulverizada5	28	3	3	28	3	3	3	28	3	3	3	28
G157	Reposteria1	64	64	64	64	64	64	64	64	64	3548	64	64
G107	Reposteria2	60	130	20	80	115	55	165	80	235	155	86	90
G132	Reposteria2	74	115	305	316	238	184	126	507	283	149	315	475
G133	Reposteria2	7	23	8	103	18	48	24	34	39	24	54	44
G138	Reposteria2	223	273	202	238	286	285	227	278	260	270	293	93
G141	Reposteria2	9	10	50	15	46	21	61	41	46	56	36	41
G151	Reposteria2	107	95	204	125	181	102	152	109	187	121	139	153
G152	Reposteria2	8	8	208	33	58	8	23	38	97	7	116	22
G153	Reposteria2	8	44	9	39	39	44	39	9	34	109	14	59
G154	Reposteria2	2	12	7	7	2	2	7	12	2	17	2	2
G155	Reposteria2	8	9	10	12	68	19	35	41	17	18	34	144
G156	Reposteria2	1	11	6	1	1	1	1	1	11	1	6	1
G16	Reposteria2	248	288	398	388	483	453	543	423	498	138	728	208
G58	Reposteria2	1	11	1	1	1	1	1	6	6	1	6	1
II	Reposteria2	1	1	0	0	2	5	5	0	0	0	5	0
G107	Reposteria3	2	2	2	138	2	2	5	2	2	2	2	35
G133	Reposteria3	11	11	11	11	35	11	11	21	351	11	351	11
G138	Reposteria3	309	309	109	87	235	470	229	531	409	431	339	242
G141	Reposteria3	6	6	6	6	6	28	130	30	66	35	67	59

Pronóstico de la demanda 2017 (Kilogramos)

ZONAS	FAMILIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
G150	Reposteria3	15	337	344	583	301	352	279	489	0	24	40	47
G151	Reposteria3	6	7	7	96	8	8	77	75	100	10	11	191
G152	Reposteria3	1	16	1	1	1	1	1	1	1	13	1	1
G154	Reposteria3	29	29	121	27	29	97	49	75	51	73	5	121
G155	Reposteria3	138	73	116	118	215	117	202	179	206	185	204	71
G156	Reposteria3	4	4	4	4	8	26	114	6	4	4	4	4
G157	Reposteria3	8	8	8	8	9	162	8	8	8	9	9	9
G16	Reposteria3	17	17	17	43	74	17	317	111	253	90	275	65
G162	Reposteria3	320	5818	319	5317	7315	315	316	7813	313	9313	313	6313
G58	Reposteria3	3	3	3	3	27	3	25	39	61	124	49	27
II	Reposteria3	1	1	3	10	1	5	2	1	1	4	1	1
G132	Reposteria4	18	409	20	160	81	81	21	86	323	24	384	64
G133	Reposteria4	2	11	7	6	12	2	18	20	10	17	9	22
G138	Reposteria4	38	134	4	49	4	41	26	4	86	20	36	53
G141	Reposteria4	3	3	3	4	4	93	110	3	3	3	4	4
G151	Reposteria4	8	8	9	97	9	10	39	10	43	11	98	35
G154	Reposteria4	5	6	36	36	36	21	21	6	51	36	59	6
G155	Reposteria4	2	8	18	3	69	3	15	61	123	3	84	72
G16	Reposteria4	11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	1
G58	Reposteria4	1	1	1	1	1	1	0	5	0	0	0	0
II	Reposteria4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	3
G107	Reposteria5	17	242	17	191	567	102	19	207	247	97	62	142
G132	Reposteria5	131	146	266	141	151	220	196	98	127	164	162	164
G133	Reposteria5	138	581	451	604	403	419	339	409	431	459	577	687
G138	Reposteria5	1429	1007	1014	1126	2003	1123	769	2153	1141	1607	1300	2132

Pronóstico de la demanda 2017 (Kilogramos)

ZONAS	FAMILIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
G141	Reposteria5	51	47	129	160	216	119	62	145	99	107	66	71
G150	Reposteria5	72	1127	434	445	792	800	432	611	602	595	631	88
G151	Reposteria5	29	62	54	195	48	40	97	120	58	93	82	95
G152	Reposteria5	34	118	392	320	278	84	101	62	50	169	185	158
G153	Reposteria5	1	11	1	1	1	21	16	11	1	56	1	51
G154	Reposteria5	2956	343	368	3726	367	3126	3527	2149	1850	3623	1796	1399
G155	Reposteria5	93	66	280	564	313	169	406	311	236	151	278	326
G156	Reposteria5	29	40	24	34	234	143	278	242	90	37	153	94
G157	Reposteria5	2	2	41	1	2	2	2	2	2	2	7	2
G16	Reposteria5	132	102	247	252	545	341	228	610	217	256	283	365
G58	Reposteria5	13	18	13	101	92	169	105	138	61	170	65	454
II	Reposteria5	6	9	12	13	19	8	14	15	14	21	44	15
G138	Reposteria6	1167	4300	4889	5240	4450	5262	6461	5301	7867	3747	7838	4089
G157	Reposteria6	5362	21839	12208	52398	2725	12923	18280	15950	20584	12639	15585	16155
G159	Reposteria6	616	1157	529	1013	420	634	1104	666	653	1927	701	1643
G16	Reposteria6	2	2	42	2	2	2	2	2	2	2	2	2
G107	Salsas y jarabes	4	5	6	6	7	7	19	8	18	9	9	22
G132	Salsas y jarabes	72	24	114	78	108	53	59	77	77	65	29	77
G133	Salsas y jarabes	1	1	7	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G138	Salsas y jarabes	62	26	50	74	56	50	44	74	46	32	27	51
G141	Salsas y jarabes	1	1	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G152	Salsas y jarabes	0	1	5	1	1	1	1	1	1	0	0	0
G154	Salsas y jarabes	28	4	46	104	22	124	52	104	28	4	28	4
G155	Salsas y jarabes	5	9	6	6	7	7	6	6	13	19	12	14
G158	Salsas y jarabes	218	434	7	7	33	7	326	223	7	253	7	7

<i>Pronóstico de la demanda 2017 (Kilogramos)</i>													
ZONAS	FAMILIAS	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
G16	Salsas y jarabes	40	41	52	47	75	52	64	75	41	43	43	43
G160	Salsas y jarabes	620	1604	2091	149	1090	629	1488	2043	1713	149	1949	1909
II	Salsas y jarabes	25	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Autores

APÉNDICE E

Capacidad de producción anual Kg.												
FAMILIAS	ENE	FEB	MAZ	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Coberturas	120000	120000	140000	140000	140000	120000	140000	140000	140000	140000	140000	140000
Reposteria1	2000	2000	0	0	0	2000	0	0	0	0	0	0
Reposteria2	1000	2000	1000	2000	1000	1000	2000	2000	2000	2000	2000	2000
Reposteria3	6000	6000	6000	6000	6000	2000	2000	6000	2000	8000	8000	1000
Reposteria4	1000	1000	750	0	750	0	750	750	750	0	500	0
Reposteria5	6000	6000	8000	6000	8000	6000	8000	6000	6000	8000	6000	6000
Reposteria6	40000	40000	10000	50000	40000	10000	20000	20000	40000	10000	40000	20000
Crema Pastelera	6000	6000	0	3000	3000	3000	6000	0	0	3000	3000	3000
Crema Pastelera Pequeña	6000	6000	2000	6000	2000	2000	6000	6000	2000	6000	2000	8000
Pulverizada 1	24000	10000	10000	10000	40000	25000	25000	20000	25000	40000	25000	20000
Galletería	6000	6000	6000	6000	12000	6000	6000	4000	6000	4000	3000	4000
Pulverizada 3	6000	0	0	6000	0	0	6000	0	0	6000	0	0
Pulverizada 4	24000	24000	12000	24000	36000	36000	20000	24000	20000	20000	24000	0
Pulverizada 5	6000	6000	6000	18000	6000	6000	6000	12000	6000	12000	12000	0
Salsas y jarabes	6000	0	6000	0	0	6000	0	6000	0	0	6000	0

Fuente: Autores

APÉNDICE F

Familia de producto enviado desde la fábrica hacia el centro de distribución

Familia de producto enviados desde la fábrica hasta el centro de distribución												
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE
Coberturas	116869	120000	107395	121359	140000	113570	120907	101940	140000	138387	140000	140000
Reposteria1	252	2000	0	0	0	2000	0	0	0	0	0	0
Reposteria2	757	1582	1000	2000	1000	1000	1409	1579	1715	1066	1834	1333
Reposteria3	4214	6000	6000	6000	6000	2000	2000	6000	2000	8000	7868	1000
Reposteria4	88	581	456	0	470	0	251	643	750	0	500	0
Reposteria5	5133	3921	5617	6000	6917	6000	7874	6000	5226	7607	5935	6000
Reposteria6	10766	40000	10000	50000	24184	10000	20000	20000	37421	10000	26015	20000
Crema Pastelera	2414	6000	0	3000	3000	3000	6000	0	0	1729	3000	3000
Crema Pastelera Pequeña	2638	2473	2000	4703	2000	2000	3129	5114	2000	6000	2000	8000
Galletería	3571	2442	2710	4754	4105	2837	5220	4000	6000	4000	3000	4000
Pulverizada1	13358	10000	10000	10000	32920	24975	25000	20000	25000	39035	25000	20000
Pulverizada3	3595	0	0	4161	0	0	3369	0	0	3861	0	0
Pulverizada4	21579	24000	12000	24000	36000	36000	20000	24000	20000	20000	24000	0
Pulverizada5	5125	6000	6000	18000	6000	4444	4075	10820	6000	9151	12000	0
Salsas y jarabes	3226	0	4284	0	0	2993	0	5135	0	0	4235	0

Fuente: Autores

APÉNDICE G

Inventario al final de cada período

Inventario al final de cada periodo											
	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
Coberturas	6700	0	0	20457	0	0	0	9619	0	10828	23249
Reposteria1	188	2124	2060	1996	1932	3868	3804	3740	3676	128	64
Reposteria2	0	552	124	766	228	0	0	0	0	0	0
Reposteria3	3344	2703	7632	7180	4914	5300	5535	2154	2328	0	6197
Reposteria4	0	0	357	0	253	0	0	447	556	440	260
Reposteria5	0	0	1874	0	886	0	1283	0	0	0	243
Reposteria6	3619	16321	8653	0	16587	7766	1919	0	8315	0	1889
Crema Pastelera	582	4255	1553	1961	2016	2183	5461	2713	0	50	421
Crema Pastelera Pequeña	0	200	0	1250	1400	0	0	1788	2084	362	771
Galletería	0	0	0	0	0	0	971	503	1217	1359	989
Pulverizada1	6780	3159	3928	0	0	1686	3227	37	0	5195	3089
Pulverizada3	2647	1445	0	2720	1429	0	2113	1284	0	3005	1185
Pulverizada4	9607	24083	8763	4778	6759	12680	11642	7291	7539	5692	1954
Pulverizada5	1483	2605	1983	2669	0	0	0	4153	0	1880	2266
Salsas y jarabes	2150	0	1887	1413	0	2061	0	2522	576	0	2129

Fuente: Autores