

Universidad de Valparaíso  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Civil Industrial



**Diseño y validación de un modelo determinístico para la  
distribución de productos bancarios utilizando *K-Means*  
*Clustering***

Por

**Carlos Díaz Vega  
Nicolás Salas Jelves**

Trabajo de Título para optar al Grado de  
Licenciado en Ciencias de la Ingeniería y título de  
Ingeniero Civil Industrial

Prof. Guía Luis Seccatore Gómez

Enero, 2015

## **Dedicatoria**

## **Agradecimientos**

## **Agradecimientos**

## Índice

Lista de Figuras.....	7
Lista de Tablas.....	9
Capítulo I: Antecedentes generales.....	13
1. Antecedentes generales de la empresa.....	14
1.1 Historia de la empresa .....	14
1.2 Descripción del proceso actual de distribución de productos.....	17
1.3 Descripción de cargos.....	20
1.4 Descripción de los productos.....	22
1.5 Descripción del problema.....	23
1.6 Antecedentes asociados a la situación actual.....	31
1.7 Levantamiento de procesos y subprocesos del sistema actual.....	45
1.8 Objetivos.....	52
1.8.1 Objetivo general: .....	52
1.8.2 Objetivos específicos: .....	52
Capítulo II: Marco Teórico.....	53
2.1 Logística, y su importancia en un sistema de ruteo .....	54
2.2 Conceptos generales dentro de problemas de Ruteo de Vehículos .....	57
2.3 Modelos matemáticos asociados a problemas de ruteo de vehículos .....	61
Capítulo III: Metodología .....	72
3.1 Metodología propuesta .....	73
3.2 Procesamiento de la información .....	74
3.3 Aplicación de K-Means como método de agrupamiento .....	79
3.4 Formulación y validación de un modelo matemático para la verificación de la solución del problema .....	91
Capítulo IV: Análisis de los resultados obtenidos.....	104
4. Análisis de resultados obtenidos.....	105
Conclusiones y recomendaciones .....	110
5.1 Conclusiones.....	110
5.2 Recomendaciones .....	111

Bibliografía.....	112
Anexos.....	114
Anexo N° 1: Encuesta de satisfacción del cliente .....	114
Anexo N° 2: Distribución de productos entregados y no entregados durante los años 2011,2012 y 2013 .....	116
Anexo N° 3: Detalle de información relevante de cada nodo .....	117
Anexo N° 4: Conjunto de nodos formados mediante k-means .....	142
Anexo N° 5: Comparación de resultados con tiempo entre nodos cero y tiempo entre nodos con valor considerablemente grande. ....	146
Anexo N°6: Verificación de nodos agrupados por clúster mediante la variación del centroide inicial* .....	147
Anexo N° 7: Tiempos involucrados durante la visita de cada nodo según clúster.....	150
Anexo N° 8: Modelo matemático en LINDO, sin consideración de restricción de formación de sub rutas.....	176
Anexo N° 9: Reportes obtenidos del modelo en LINDO 6.1 .....	177
Anexo N° 10: Evaluación económica.....	203
Anexo N° 11: Descripción de productos .....	204

## Lista de Figuras

Figura 1. 1: Logo MV .....	14
Figura 1. 2: Ubicación geográfica de inicio de operaciones de distribución .....	15
Figura 1. 3: Diagrama de piscina del proceso de distribución actual de entrega.....	19
Figura 1. 4: Diagrama general del proceso según cargo.....	20
Figura 1. 5: Mapa mental de la situación actual sujeto a problema.....	25
Figura 1. 6: Factores que inciden en la pérdida de oportunidad de generar nuevos ingresos....	26
Figura 1. 7: Factores que inciden en la imagen corporativa.....	27
Figura 1. 8: Factores que inciden en la entrega de un producto.....	28
Figura 1. 9: Factores que inciden en el rechazo de un producto.....	29
Figura 1. 10: Mala configuración de la ruta.....	30
Figura 1. 11: Modelo de Encuesta que mide el grado de satisfacción del cliente .....	32
Figura 1. 12: Gráfica que indica el tiempo involucrado desde el momento en que se solicitó el producto hasta su recepción final.....	33
Figura 1. 13: Gráfica que indica si existió o no coordinación para la entrega del producto.....	33
Figura 1. 14: Gráfica que indica si el producto fue recibido conforme .....	34
Figura 1. 15: Gráfica que indica la calificación asignada al servicio recibido por MV.....	34
Figura 1. 16: Gráfica que indica si el usuario elige nuevamente un producto de cliente.....	35
Figura 1. 17: Gráfica que indica el número de reclamos semanal.....	35
Figura 1. 18: Estado de productos al momento de solicitar la consulta del estado por cliente.....	36
Figura 1. 19: Número de productos entregados los últimos 36 meses.....	37
Figura 1. 20: Número de productos no entregados los últimos 36 meses.....	37
Figura 1. 21: Comuna de Valparaíso, incluye Laguna Verde, Placilla y Curauma .....	39
Figura 1. 22: Comuna de Viña del Mar, desde Recreo hasta Canal Beagle, como también sus aledaños, incluye además Con Con y Quinteros.....	40
Figura 1. 23: Comuna de Quilpué y Villa Alemana, la ruta incluye desde Canal Chacao hasta estación Peñablanca, como también alrededores.....	40
Figura 1. 24: Comuna de Limache, incluye comuna de Olmué como también alrededores.....	41
Figura 1. 25: Comuna de Quillota, incluye además La Calera, Hijuelas, Nogales, La Cruz, como también sus alrededores.....	41
Figura 1. 26: Comuna de Los Andes, y sus alrededores.....	42
Figura 1. 27: Comuna de San Felipe, incluye además San Esteban y Putaendo.....	42
Figura 1. 28: Comuna de Casablanca, incluye parcelas en ruta 68, Vinícolas y sectores aledaños.....	43
Figura 1. 29: Comuna de San Antonio, incluye además El Tabo, Las Cruces, Algarrobo, El Quisco y Santo Domingo. Las Cruces, Algarrobo, El Quisco y Santo Domingo.....	43
Figura 1. 30: Puntos de entrega clasificados por zona.....	44
Figura 1. 31: Llegada de productos a la empresa dentro de los últimos 36 meses.....	45
Figura 1. 32: Muestra de puntos de entrega de algunos productos.....	47
Figura 1. 33: Ruta de punto de entrega A a punto de entrega B.....	49

Figura 2. 1: Objetivos y metas de la logistica.....	56
Figura 2. 2: Ilustración de un modelo de Ruteo de Vehículos, en donde el inicio y término de cada ruta, corresponde al mismo punto, denominado Fuente.....	58
Figura 2. 3: Ilustración de una solución, formada por 2 sub-tours .....	63
Figura 2. 4: Ilustración de distintos clúster formados.....	71
Figura 3. 1: Modelo de Metodología a utilizar .....	73
Figura 3. 2: Ejemplo de ubicación de nodos en mapa .....	74
Figura 3. 3: Tiempo involucrado en la entrega de productos .....	77
Figura 3. 4: Ilustración que representa los clientes a visitar .....	84
Figura 3. 5: Clúster formados a partir de la primera iteración.....	85
Figura 3. 6: Clúster formados a partir de la segunda iteración .....	85
Figura 3. 7: Clúster formados a partir de la tercera iteración .....	86
Figura 3. 8: Clúster formados a partir de la cuarta iteración y final .....	86
Figura 3. 9: Clúster formados a partir de la segunda iteración .....	90
Figura 3. 10: Ejemplo de sub rutas formadas a partir del modelo .....	93
Figura 3. 11: Validación de modelo formulado a través del software LINDO 6.1. 1° parte .....	96
Figura 3. 12: Validación de modelo formulado a través del software LINDO 6.1. 2° parte .....	97
Figura 3. 13: Reporte de modelo formulado a través del software LINDO 6.1 sin restricciones de sub rutas .....	98
Figura 3. 14: Ruta sugerida por LINDO a partir del modelo matemático planteado, sin restricción de sub rutas.....	99
Figura 3. 15: Ruta sugerida por LINDO incluyendo restricción de sub rutas.....	100
Figura 3. 16: Ruta sugerida por LINDO a partir del modelo matemático planteado.....	101
Figura 3. 17: Tiempos mínimos involucrados para cada clúster .....	102

## Lista de Tablas

Tabla 1: Extracto de tiempos registrados de entrega de productos.....	48
Tabla 2: Dinero entregado para combustible de vehículo, según ruta otorgada. ....	50
Tabla 3: Extracto de levantamiento de procesos involucrados en la entrega de productos bancarios.....	75
Tabla 4: Ubicación en el espacio de 20 clientes, en función de su latitud y longitud, representado por las variables (x,y) respectivamente. ....	79
Tabla 5: Coordenadas de los nodos 10 y 20 .....	80
Tabla 6: Ilustración de la ubicación espacial de los nodos 10 y 20 .....	81
Tabla 7: Ilustración de la clasificación de cada uno de los nodos entre el Clúster N° 1 y Clúster N° 2, en función de su cercanía al respectivo centroide .....	82
Tabla 8: Ubicación espacial (latitud, longitud) de los centroides de los Clúster 1 y 2 respectivamente, generados en la primera iteración.....	83
Tabla 9: Ilustración que representa la reasignación de nodos a un nuevo Clúster, cuyo centroide ha sido actualizado.....	83
Tabla 10: Extracto de tabla asociada al tiempo de transporte de un nodo a otro .....	89
Tabla 11: Ilustración de tiempos totales del proceso a cada nodo.....	90
Tabla 12: Tabla asociada al tiempo de transporte de un nodo a otro .....	101
Tabla 13: Clúster con tiempos mayores a 480 minutos .....	106
Tabla 14: Costos variable asociado a cada ruta (\$) .....	107

## Resumen ejecutivo

La presente memoria de titulación, consiste en el diseño de una propuesta para la distribución de productos bancarios para la empresa MV, a través de algoritmos de agrupamiento y programación lineal.

La necesidad surge debido a que la empresa no ha sido capaz de satisfacer la demanda en su totalidad con la metodología actual. Por otra parte, ésta no posee un sistema de distribución formal para la distribución de productos bancarios.

El objetivo central es maximizar el número de entregas para la empresa a través de la configuración de rutas que se crearán estratégicamente, asegurando la llegada del distribuidor al punto de entrega.

Para ello, se ha recolectado información tanto dentro como fuera de la empresa, respecto de la metodología de distribución que posee actualmente MV, como también la percepción de sus clientes en términos del servicio y tiempo de entrega..

Para cumplir con el objetivo se ha utilizado el algoritmo *K- Means Clustering*, que consiste en agrupar los distintos puntos de entrega (nodos) a través de clúster (grupos) que poseen un determinado centroide. Los nodos que se encuentren más cercanos a éste, son incorporados, minimizando la distancia que existe al interior del clúster y maximizando la distancia con el resto de los clústeres.

Finalmente, se ha diseñado un modelo matemático, a modo de determinar el tiempo generado para cada ruta, utilizando el principio del agente viajero.

Los resultados son concluyentes. Al generar rutas que se encuentran con nodos más cercanos entre sí, es posible que todos los puntos de entrega sean visitados.

Palabras - claves: *producto bancario, logística, agrupamiento, k-means clustering, agente viajero.*

## Introducción

El Presente trabajo de titulación, hace referencia al proceso de distribución de productos bancarios.

Se desarrolla en una de las áreas de MV, una institución del servicio financiero para distintas entidades del rubro bancario, el cual posee presencia a nivel nacional y Latinoamérica.

La necesidad surge debido a que la empresa no posee un sistema para distribuir los productos, ya que sólo se realiza una clasificación generalizada de éstos, tomando un conjunto de clientes correspondiente a una determinada zona. Las entregas son coordinadas y se construye una ruta, con una metodología que no considera aspectos tales como la distancia y tiempo entre ellos. Como resultado, una cantidad no despreciable de productos no son entregados y regresan a la empresa. Además, mediante el procedimiento actual se deben generar rutas diariamente, lo cual no tiene sentido en términos estratégicos.

Debido al aumento sostenido de los puntos a visitar, la situación se ha tornado aún más compleja con el paso del tiempo, influyendo en sus costos y resultados operativos.

Por otra parte, el número de reclamos respecto al servicio entregado se ha incrementado, lo cual lleva a que las instituciones bancarias que confían en el servicio de MV cesen en relaciones comerciales futuras.

La zona geográfica de estudio será para la región de Valparaíso. Esto debido a que la información que se dispone es de término local.

En el capítulo N°1 se realiza una descripción de la empresa, describiendo su estructura organizacional, productos, cargos, actividades, para finalmente llegar al problema que se presenta, en términos preliminares, asociado a la gestión y logística en la entrega de productos bancarios.

En el capítulo N°2 se describe el marco teórico a utilizar para el desarrollo del problema. Se incluyen conceptos de logística y su importancia en los modelos de ruteo, problemas asociados de localización. Finalmente, indagar en modelos matemáticos asociados a problemas de ruteo.

En el capítulo N°3 se menciona la metodología utilizada a través del agrupamiento de los puntos a visitar. Posteriormente, se diseñará un modelo matemático aplicado a uno de los clúster, con el objeto de ilustrar su funcionamiento.

En el capítulo N°4 se analizan los resultados obtenidos para verificar la confiabilidad de la solución obtenida, como también la comparación de los costos involucrados entre la metodología actual y la metodología propuesta.

El capítulo N°5 presenta las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo del trabajo de esta memoria. Lo anterior, será con el fin de que se pueda dar continuidad al proyecto.

Los resultados llevan al aseguramiento de la visita a los clientes, permitiendo incluso realizar un número mayor de rutas dentro de un mismo periodo, incrementando los ingresos, controlando a su vez los costos variables, y llevando finalmente a una mejor manipulación de los recursos disponibles en la organización.

## **Capítulo I: Antecedentes generales**

---

*En este capítulo se realizará una descripción de la empresa, detallando su estructura, sus productos, sus distintas actividades, para finalmente llegar al problema que se presenta, en término preliminares, asociado a la gestión y logística en la entrega de productos bancarios.*

## **1. Antecedentes generales de la empresa**

### **1.1 Historia de la empresa**

MV remonta sus inicios a la década de los 90, con la idea de refundir la experiencia recogida por sus socios, y sus experiencias profesionales como integrantes de empresas del sector financiero nacional, especializados en materias operacionales, financieras y crediticias.

MV ha desarrollado una exitosa operatoria de gestión y recupero de cuentas morosas, como también en la venta de productos financieros, ofreciendo soluciones integrales de máxima tecnología y calidad, que aseguran un servicio eficiente y de alta confiabilidad.

Cuenta con tecnología avanzada, personal de primer nivel, y una metodología de trabajo que ha permitido satisfacer los requerimientos de sus clientes con un alto grado de satisfacción.

La Casa Matriz se ubica en Santiago, con sucursales en Santiago, La Serena, Viña del Mar y Concepción; además de cobertura propia con personal en terreno desde Arica hasta Puerto Montt.

Han preferido los servicios las más importantes empresas del Retail y Sistema Financiero, para lo que han desarrollado sistemas y equipos de trabajos exclusivos y profesionales. Hoy cuenta con más de 500 colaboradores que están atentos a atender con la máxima eficiencia los diferentes requerimientos de sus clientes.

Como parte del crecimiento necesario para cumplir con las necesidades de sus clientes, MV a partir del año 2011 pasa a ser parte del grupo de empresas NALAC, grupo el cual busca la mejora continua en los niveles estratégicos, tácticos y operativos de todos los actores.



**Figura 1.1:** Logo MV  
**Fuente:** MV SERVICIOS



**Figura 1.2:** Ubicación geográfica de inicio de operaciones de distribución  
**Fuente:** Google Earth

## **Misión y Visión definida por MV**

### **Misión**

Cumplir a plena satisfacción los requerimientos de nuestros clientes y convertirnos en su socio estratégico con la prestación de servicios y derivados.

Mantener una constante preocupación en contar con personal altamente capacitado, con procesos claros y bien definidos, tecnología innovadora y de primer nivel, que nos permita entregar soluciones a las necesidades de cada uno de nuestros clientes de modo de cumplir sus requerimientos con los máximos estándares de excelencia.

### **Visión**

Ser una empresa líder en servicios integrales reconocida por los amplios conocimientos en los procesos operativos y de gestión, de gran profesionalismo y que cuenta con estándares de alta calidad de servicio como compromiso principal con nuestros clientes.

La compañía tiene presencia en distintos países de Sudamérica, tales como Perú, Bolivia y Argentina, con ánimo de expansión hacia nuevos mercados y países.

## 1.2 Descripción del proceso actual de distribución de productos

Las instituciones bancarias, en su afán de generar nuevos usuarios realizan estudios para atraer a nuevos clientes, en la cual se realizan gestiones de búsqueda para el ofrecimiento de sus productos, las tarjetas de cliente titular, tarjeta de crédito y otras.

El proceso se inicia cuando la persona toma la decisión de formar parte de alguna institución bancaria. Para ello, el cliente debe solicitar la tarjeta de cliente titular, o bien ser contactado por la misma empresa a través de distintos medios, ofreciendo el producto. Lo que ocurre en la mayoría de los casos su renovación y ofrecimiento de un conjunto de nuevos productos que se generan a diario tales como tarjetas adicionales, de convenios con otras empresas, entre otras.

La persona pasa a un proceso de evaluación financiera donde la entidad puede aceptar o rechazar su solicitud. La respuesta toma un tiempo aproximado de cinco días hábiles y es solicitada. En caso contrario se genera en forma automática la solicitud. Si la persona cumple las condiciones, es aceptada como potencial cliente, y es en dicho instante donde el banco realiza la primera gestión para la entrega de su tarjeta.

Cuando el banco le informa a la persona que ha sido aceptada, se indica que una empresa externa al banco le entregará su producto bancario, la tarjeta, a la dirección registrada, o bien, a una dirección alternativa que el potencial cliente confirme. Posteriormente se verifica sus datos personales tales como nombre, teléfono, dirección, entre otros.

La empresa externa que se dedica a la entrega de ésta productos, dentro de otras funciones a nivel financiero se llama “MV”. Cabe mencionar que cuando el banco informa al cliente que ha sido aceptado, la tarjeta ya ha sido creada.

Una vez que la persona es cliente titular, y dependiendo de factores financieros, tales como nivel de transacción, alzas de sueldo y otros, tiene la opción de poder optar a otro grupo de tarjetas, el cual se describirá en detalle más adelante.

Al ser creada la tarjeta, el banco envía ésta tarjeta a la empresa MV para que coordine la entrega con el cliente, en términos de fecha, lugar y hora. Para ello MV cuenta con un grupo de trabajo, quienes en conjunto se encargan de que este proceso se cumpla.

Cuando la tarjeta llega a la empresa MV se debe registrar que la tarjeta se encuentra en la quinta región, para ello dentro de la base de datos se hace una modificación en la pantalla del cliente colocando “SI V”, lo cual indica que la tarjeta se encuentra en MV quinta región.

Luego se entrega una copia del listado de las tarjetas a los ejecutivos telemarketing, para que se gestione la entrega. Esto queda registrado en una base de datos. Puede darse la situación en donde el cliente potencial rechace el producto, o bien, que su residencia haya cambiado. Estos sucesos también se registran en la misma base de datos.

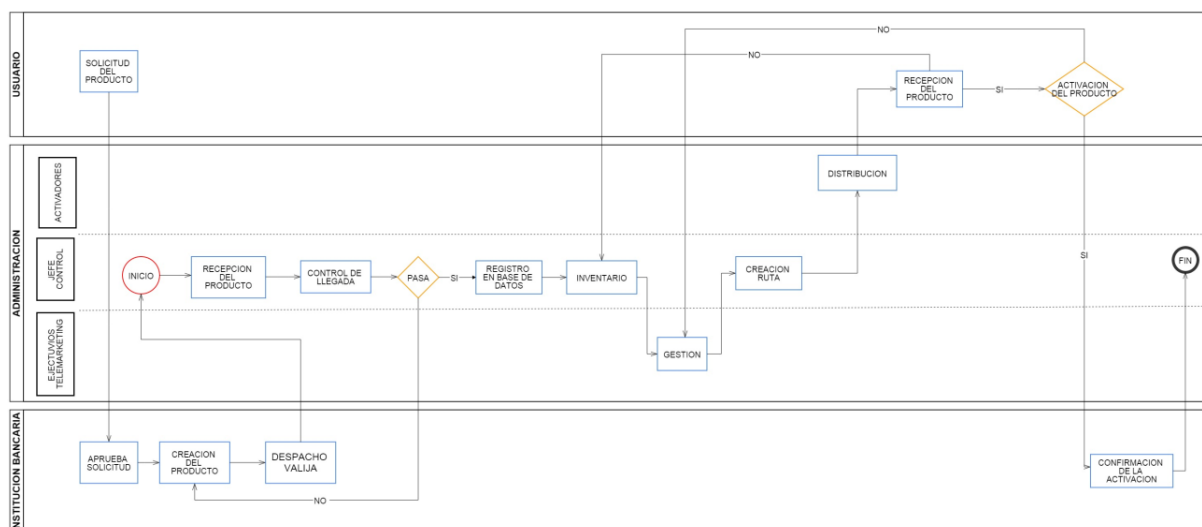
Una vez que se gestiona cierta cantidad de unidades, el paso siguiente corresponde a la creación de rutas. Se filtra la información registrada a partir del día, y se confecciona una hoja con los puntos a visitar. Una hoja de ruta es simplemente una guía para el activador, donde aparecen los datos del cliente, y que permite manejar en forma sencilla la información de cada uno de ellos.

Al generar dicha hoja, el Jefe de Gestión se dirige a inventario para recoger el producto en forma física, y forma un paquete.

Ésta se entrega a primera hora al activador (9:00 de la mañana del día siguiente), luego de que se declara los gastos correspondientes a combustible, y entregue la documentación que solicitada al cliente, para que inicie su ruta en forma normal.

El activador se guía fielmente de acuerdo a los horarios y direcciones de entrega según su hoja de ruta, cumpliendo los plazos y acudiendo a los lugares estipulados. Cuando se realiza la visita, éste debe entregar una serie de documentos solicitados con anterioridad tales como fotocopia de su carnet, acreditación de renta, verificando que toda información se encuentre vigente, y que posteriormente complete el contrato que trae adjunto al producto, el cual consta de tres firmas y huella digital en cada una de ellas.

Al momento de completar y entregar la información solicitada, el activador entrega el producto, junto con una copia de contrato firmado, la cual debe activar en cualquier cajero automático dentro de 48 horas, tiempo en donde MV debe enviar la documentación a la determinada institución bancaria, y éste, a su vez, procese e ingrese la información a su base de datos. Si no ocurren sucesos anormales tales como firmas faltantes, fotocopia de cedula de identidad no legible, vencida, entre otros, el proceso se finaliza, quedando la persona en estado de "usuario", y la empresa MV recibe el pago por la entrega del producto.



**Figura 1.3:** Diagrama de piscina del proceso de distribución actual de entrega.

**Fuente:** Elaboración Propia

### Proceso para otros tipos de tarjeta.

El proceso descrito es equivalente para todos los productos bancarios. La entrega de cada uno de ellos genera una ganancia.

En algunos casos, se requiere que el receptor del producto entregue documentación adicional, tales como: comprobante de domicilio, boleta de insumo y/o casa comercial a nombre del titular, y la acreditación de renta, la cual se puede obtener a través del Servicio de Impuesto Interno.

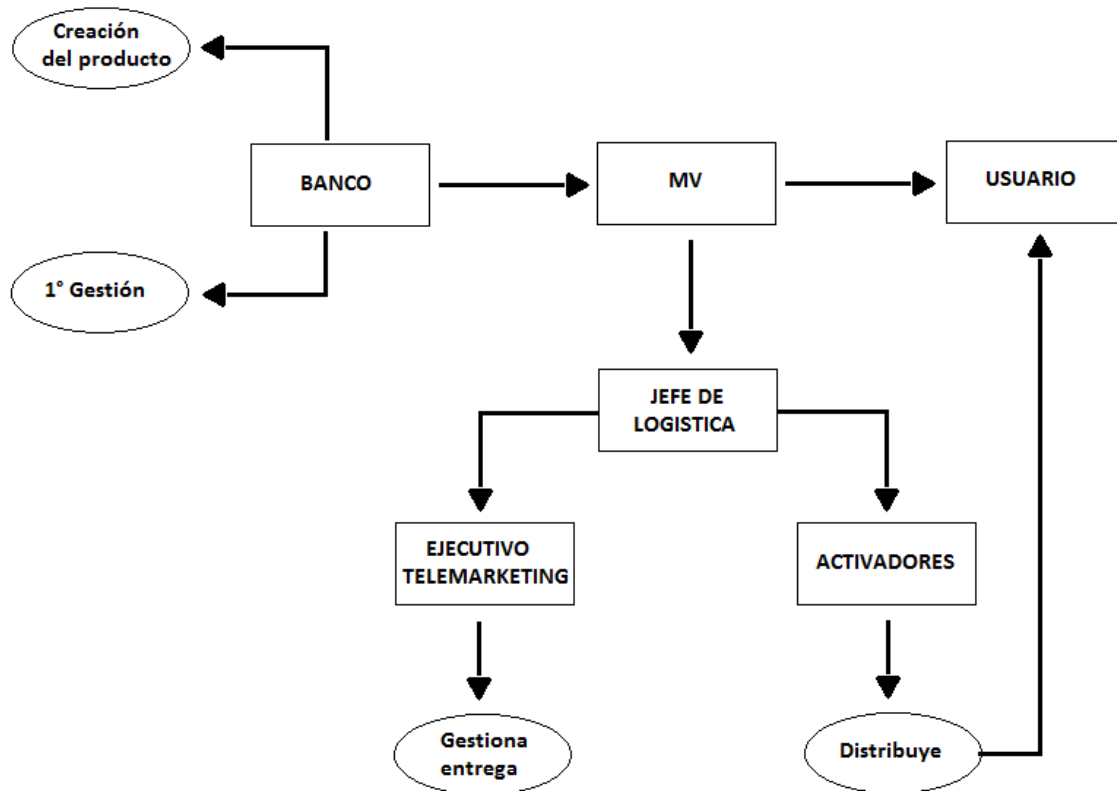
### Problemas con el producto.

Existe la posibilidad de que el cliente se haya dirigido a activar su tarjeta y lo haya realizado de forma normal, pero que al momento de utilizarla haya tenido problemas. Estos pueden estar sujetos en base a las siguientes situaciones:

- Cedula de identidad vencida, fotocopia borrosa o en mal estado.
- Falta de datos en el contrato llenado por el cliente, por ejemplo alguna de las firmas de la persona o de huellas digitales.
- Otros, ajenos a la empresa, tales como mal introducción de la tarjeta al cajero, mal estado de ella, etcétera.

En resumen, el producto fue entregado, pero presenta problemas debido a documentación faltante, llevando a que el proceso no haya finalizado, por lo que MV debe realizar las gestiones del caso para que se realice el pago por el producto pendiente.

## 1.4 Descripción de cargos



**Figura 1.4:** Diagrama general del proceso según cargo.

**Fuente:** Elaboración Propia

**Jefe de Control de Gestión (1):** Es la persona que recibe el conjunto de productos bancarios, también conocida como valija. Al momento de ser enviadas por el banco correspondiente, se verifica el contenido revisando en forma física el producto, donde a través de un listado que viene adjunto a la valija, verificando que las cifras sean las mismas, además debe revisar si tanto el producto como los datos personales del clientes son correctos, tales como nombre, RUT, dirección, y teléfono. Es el encargado de registrar la tarjeta dentro de la base de datos de MV indicando que fue recibida conforme, también de indicar si no se ha recibido, o bien, que informar si fue recibida alguna tarjeta que no se encuentre en el listado.

Además, es el encargado de realizar las rutas de los activadores, y de recibir la documentación que entregan estos y de enviarla al banco para que el cliente deje registro de ella y se finalice el proceso de entrega.

Otra de sus funciones es ser el medio de contacto entre el banco y el cliente, ya que ambos pueden solicitar información respecto a la situación de un determinado productos (si se ha recibido o no) y el estado en que se encuentra (en ruta, en inventario)

**Ejecutivos telemarketing (10):** Son aquellos quienes tienen la función de pactar la entrega con el cliente, coordinando la fecha, la hora y el lugar de entrega. Generalmente la tarjeta se pacta para el día siguiente, por ejemplo, si hoy es lunes se pactan para el martes en adelante. MV tiene como política pactar entregas hasta las 17:00 horas, ya que el jefe de control de gestión debe tener un margen de tiempo para poder realizar la ruta.

Además, tienen la función de verificar la documentación entregada por los activadores, en forma detallada, para que el jefe de control de gestión envíe esta documentación al banco.

**Activadores (15):** Son las personas quienes entregan los productos.

Requisitos para ejercer el puesto:

- Ser mayor a 18 años.
- Poseer licencia de conducir al día.
- Poseer vehículo propio. (Auto, camioneta, moto, etcétera)
- Aprobar test psicológico.

## 1.4 Productos

La empresa MV distribuye distintos tipos de productos bancarios.

### Platinum Santander LANPASS



### Gold Santander LANPASS



### Movistar



### Superpuntos



### Gold Santander Cocha



### Platinum Santander Cocha



### Master Card Universal



### Red Compra



### Club de lectores American Express



### Tarjeta MasterCard Preunic



### Tarjeta MasterCard Casa Ximena



### Tarjeta MasterCard Bata



Los productos presentan distintas características y requisitos para su obtención. Si se desea conocer mayor información revisar Anexo: Descripción de productos. Página 204.

## 1.5 Descripción del problema

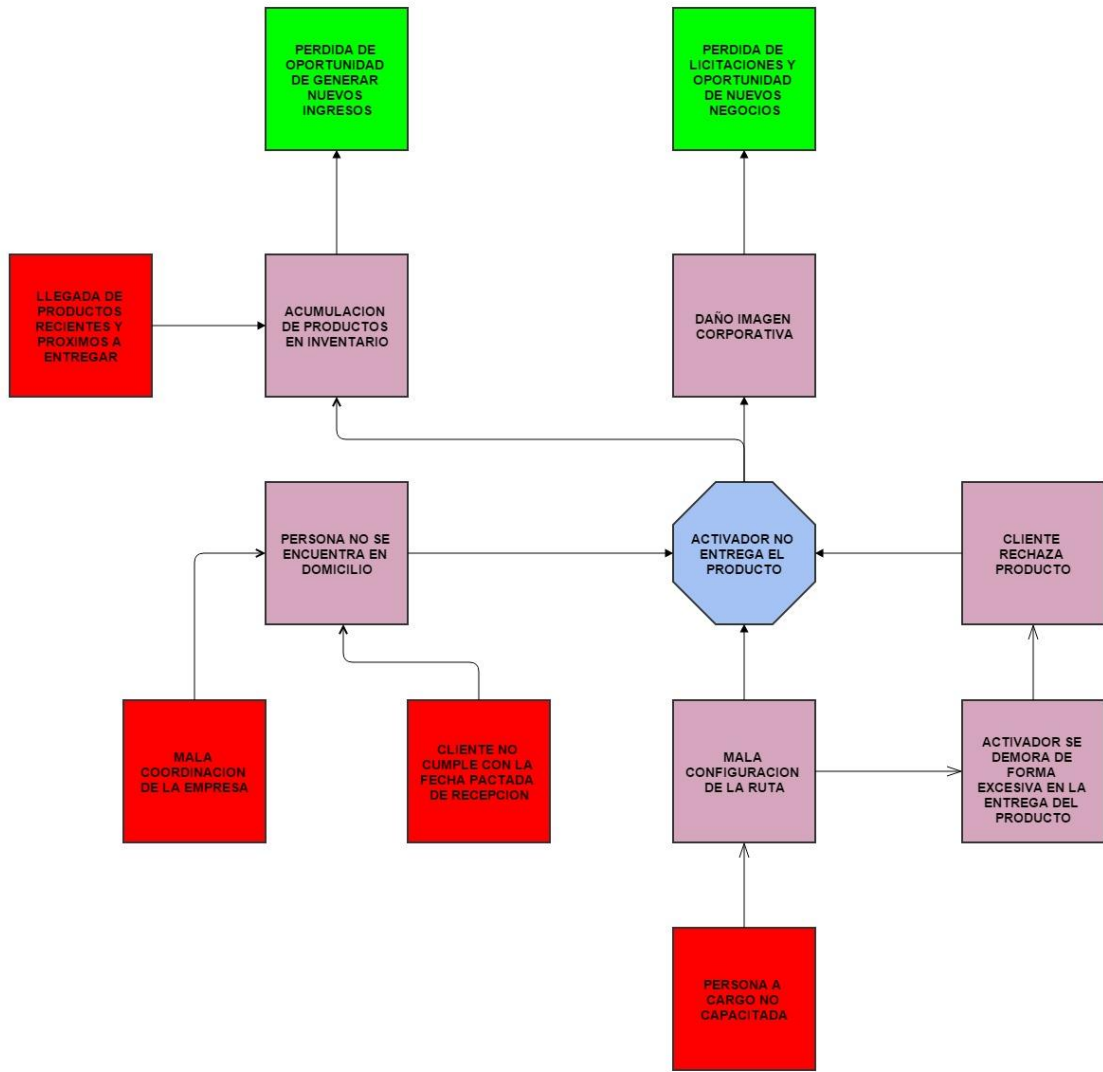
El Trabajo de Titulación, radica en una de las áreas de la empresa MV Servicios. Para la identificación del problema, así como cada una de las partes que lo conforma, se ha aplicado una de las herramientas de calidad, conocida como el Diagrama de Árbol Actual. Mediante esta herramienta, se ha plasmado los principales efectos indeseados de la empresa, para posteriormente comenzar a desarrollar cada uno de estas actividades, obteniendo una visión de conjunto de las causas y consecuencias de las situaciones indeseadas en el área de distribución de productos.

Con el objeto de facilitar la lectura de este esquema, y para posteriormente su respectivo análisis, ha sido construido de tal forma que exista un orden lógico de causa-efecto. En la parte inferior del diagrama, se encuentran las causas iniciales u originales que dan origen al conjunto de efectos indeseados dentro de la empresa. A medida que se va ascendiendo en el esquema, siguiendo las flechas correspondientes, se encontrará las consecuencias generadas.

Por otro lado, para incrementar la claridad del diagrama, se ha asignado un color particular a cada actividad señalada. El color *rojo*, corresponde a las causas originales que generan efectos indeseados en el funcionamiento de MV. Las casillas de color *púrpura*, indican los problemas o consecuencias a nivel intermedio (Es decir, no son las consecuencias finales del problema). Las casillas de color *verde*, corresponden a las consecuencias últimas que se encuentran al final de esta larga cadena, las cuales gatillan directamente en el resultado operacional de la empresa. Finalmente, existe una casilla de color *celestes*. Ésta fue marcada con un color diferente, debido a que es un eslabón clave en este Diagrama de Árbol. Al observar en detalle, corresponde al punto el cual lleva todos los efectos indeseados detectados, que se encuentran en el nivel inferior del esquema, y la vez, de ésta surgen el resto de las consecuencias indeseadas y finales, que se encuentran en la parte superior.

Aclarado los puntos anteriores, es posible realizar el analizar el esquema.

A continuación, se presenta el mapa mental que indica, en términos globales, la situación que vive la organización hoy en día.



**Figura 1.5:** Mapa mental de la situación actual sujeto a problema.

**Fuente:** Elaboración Propia

## Análisis del Diagrama de Árbol Actual aplicado a MV Servicios

### Consecuencias de no cumplir con la entrega de productos

- Pérdida de oportunidad de generar nuevos ingresos

Análisis de las causas que generan pérdida de oportunidad de nuevos ingresos a la empresa



**Figura 1.6:** Factores que inciden en la pérdida de oportunidad de generar nuevos ingresos.

**Fuente:** Elaboración Propia

Uno de los grandes problemas que tiene esta organización, es la cantidad de productos que permanecen en inventario. Son dos las grandes causas por la que este inventario crece de manera indeseada.

- La primera, es la llegada de productos recientes y próximos a entregar que recibe a diario MV, los cuales se acumulan en la cadena de inventario.

- La segunda, es la cantidad de tarjetas que, si bien fueron retiradas de inventario para ser distribuidas, la entrega no se ha concretado.

La empresa recibe una comisión por cada tarjeta entregada. Por lo tanto, el costo de distribuir una tarjeta, con resultados insatisfactorios y teniendo que ser ésta devuelta a inventario, no sólo produce pérdidas para la organización, sino también un error en términos de gestión.

Desde otra perspectiva, cada uno de los productos de inventario son, de ser distribuidos, una oportunidad de generar ingresos y rentabilidad. En la situación actual, estos ingresos se encuentran estáticos. Según datos históricos, esta situación se da con mayor frecuencia.



Es necesario mencionar que la capacidad de inventario no es un problema para MV. Tomando en cuenta las dimensiones físicas del producto (tarjetas más contrato), es posible almacenarlo en valijas en grandes cantidades. A su vez, las condiciones físicas del ambiente (Temperatura, presión, luminosidad, etc.) en donde éstos son guardados, no son de alta exigencia.

- Pérdida de licitaciones y oportunidades de nuevos negocios

El hecho de no entregar los productos bancarios a sus respectivos clientes, no sólo acarrea pérdidas monetarias, sino que a la vez, producen un daño de imagen a nivel corporativo.

Cuando la persona debe esperar por un tiempo excesivo (más de cinco días hábiles) la tarjeta que ella misma ha solicitado, o bien ofrecido, manifestará su descontento con la entidad bancaria, ya que el trato inicial fue establecido entre Persona-Banco. Por supuesto, la falla no radica en el banco, sino en la empresa subcontratada a cargo del reparto de productos, en este caso, MV Servicios.

La forma en que esta empresa adquiere oportunidades de negocio, es mediante la realización de licitaciones. Por lo tanto, entregar una mala imagen a nivel corporativo, no sólo dañará las relaciones y alianzas entre MV y los bancos con los que trabaja, sino que además perderá nuevos posibles clientes que deseen adquirir sus servicios, al poseer una mala reputación.

**Figura 1.7:** Factores que inciden en la imagen corporativa.

**Fuente:** Elaboración Propia

Una vez más, y a partir de lo ilustrado en la Figura 1.7, se puede apreciar que el problema de imagen de empresa surge en el momento que el activador no logra realizar la visita a la persona correspondiente. La función básica de MV en función del área de la distribución, no se cumple.

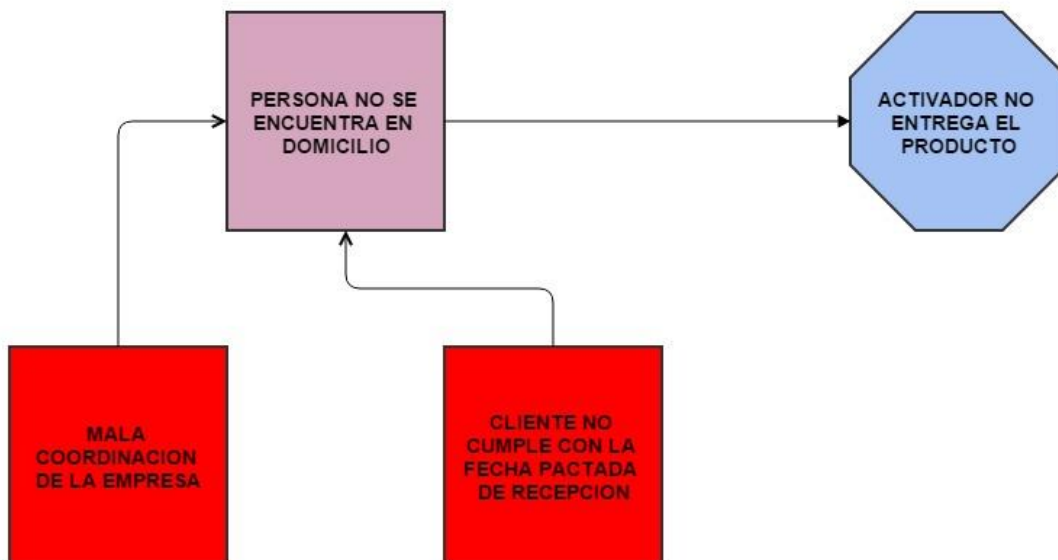
### Causas por la que el producto no es efectivamente entregado

- **Persona no se encuentra en el domicilio**

Uno de las excusas generalmente utilizadas por los activadores respecto a la falla de la entrega, es que la persona no se encuentra en el domicilio. Dos son las causas por la que esto puede suceder; por una mala coordinación por parte de la empresa, o bien, el cliente no cumple con la fecha de entrega pactada.

En el primer caso, es posible que por un error del activador no haya existido ningún tipo de contacto telefónico previo con la persona interesada en recibir su tarjeta. Lo que normalmente debería suceder es que el operario contacte vía telefónica al cliente, coordinando la hora de entrega. Una vez corroborada esta información, el distribuidor está en condiciones de entregar el producto. En caso contrario, de no haber habido contacto telefónico previo, se corre el riesgo que el cliente no se encuentre en el domicilio, perdiendo tiempo y recursos destinados al transporte.

El segundo caso, escapa de las manos de MV Servicios. Aquí radica en el mismo cliente, por no cumplir con la fecha destinada para la entrega de tarjeta.



**Figura 1.8:** Factores que inciden en la entrega de un producto.

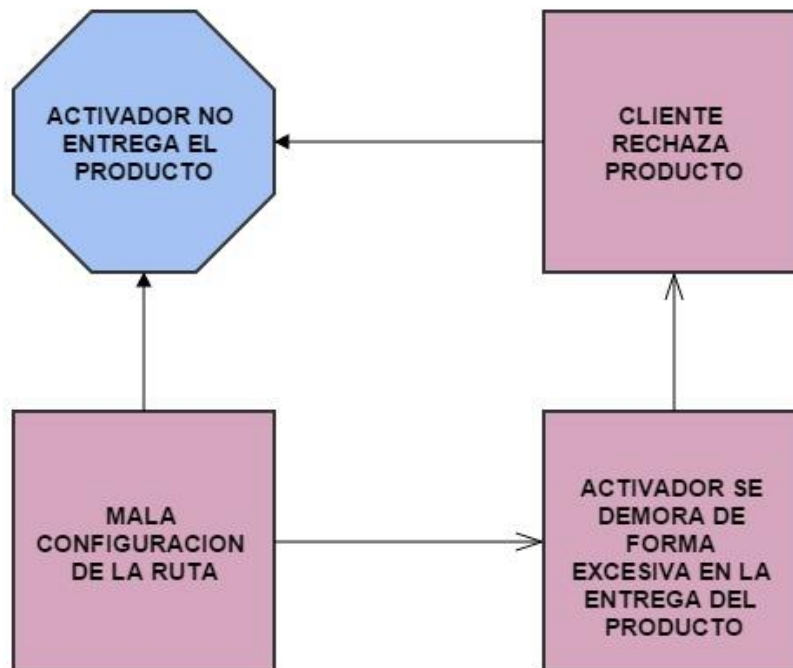
**Fuente:** Elaboración Propia

- **Persona rechaza el producto**

Esto puede ocurrir, como ha sido mencionado anteriormente, por una demora excesiva en la entrega de productos por parte de MV. Incluso, en algunos casos, estas demoras han sido por más de un año.

Existen ciertas épocas del año, en el que las personas desean obtener estos productos, con el fin de utilizar sus beneficios, como es en caso de navidad, año nuevo, fiestas patrias, vacaciones entre otros. Es posible obtener una gran variedad, según el tipo de cliente en el que esté catalogado el usuario, llevando a que adquiera tarjetas como Santander, LanPass, Enjoy Casino, y otros con beneficios exclusivos, u otras tarjetas comunes.

Lógicamente, el cliente adquiere (no en todos los casos) estos bienes en ciertos períodos del año para satisfacer una necesidad. Es decir, muchas personas responden a una demanda estacional. Una vez que ese período queda atrás, la necesidad desaparece, junto con el deseo de adquirir la tarjeta.



**Figura 1.9:** Factores que inciden en el rechazo de un producto  
**Fuente:** Elaboración Propia

Si el producto llega a las manos del cliente posterior a esta fecha es probable que éste la rechace. En primer lugar, el cliente ya no necesita la tarjeta, y en segundo lugar, se producirá un descontento hacia la entidad bancaria. Como se explicó en el punto 1.6 “Pérdida de licitaciones y oportunidades de nuevos negocios”, esto afectaría de manera directa en las relaciones futuras de MV.

Al observar la Figura 1.8 éste efecto se origina por una mala configuración de ruta. Debido a que éste último punto necesita ser analizado de manera más profunda, será explicado en mayor detalle en la siguiente sección

- **Mala configuración de Ruta**

La deficiencia que presenta la organización para planear la ruta de distribución, es uno de los problemas de mayor envergadura que aqueja a MV Servicios hoy en día.



La persona a cargo de la creación de una ruta nueva para cada día, no tiene un modelo o un sistema a su disposición que le permita asegurar que el activador tenga el tiempo suficiente para visitar a cada uno de los clientes durante su ruta. Resulta ilógico pensar que un activador deba entregar un producto correspondiente a un sector, y luego otro producto en un sector completamente distinto y alejado entre sí. Es posible confeccionar la ruta de una mejor forma, pero sin utilizar las herramientas adecuadas, resulta muchas veces complicado.

El hecho de no realizar una ruta adecuada, no sólo provoca que menos personas puedan recibir su pedido en la fecha y hora acordada. Existen otro tipo de recursos, excluyendo el tiempo invertido en la operación, que también se ven afectados por este deficiente sistema logístico. El combustible utilizado en una ruta que no considera un modelo matemático de optimización, y que su trayecto consiste en recorrer largas distancias de manera ilógica, provoca un gasto innecesario de combustible por parte de los vehículos distribuidores.

**Figura 1.10:** Mala configuración de la ruta.

**Fuente:** Elaboración Propia

## 1.6 Antecedentes asociados a la situación actual

### Medición del grado de satisfacción del servicio entregado por MV

Como la opinión de los clientes es fundamental, se ha realizado una encuesta anónima a los clientes de Banco Santander, considerando variables de interés, como es el tiempo desde se solicitó el producto, la calidad del servicio recibido, si el cliente del banco volvería a solicitar un producto al banco, entre otras. Esto se realiza debido a que la permanencia de los lazos económicos que existe entre Banco Santander y MV prospere con el tiempo, ya que si se observa una clara caída respecto al servicio ofrecido puede incidir en no contar con los servicios de MV a futuro al no cumplir con lo que se solicita.

Para realizar la encuesta, se escogió días hábiles aleatorios, donde se acompañó al activador en una ruta normal de entrega de productos. Al finalizar la entrega del producto se proporcionó a cada persona una encuesta de cinco preguntas breves, las cuales fueron las siguientes:

1. ¿Hace cuánto solicitó su producto?
2. ¿Existió coordinación previa para la entrega de su producto?
3. ¿El producto entregado se encuentra en perfectas condiciones?
4. ¿Si usted tuviera que calificar al transportador según la tabla, en términos de la calidad del servicio recibido por la empresa, cuál sería el valor asignado?
5. ¿Usted volvería a solicitar un nuevo producto a la misma entidad financiera?

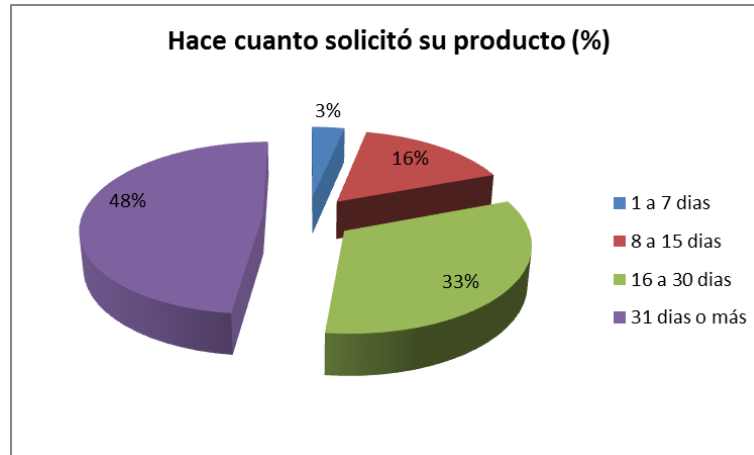
Como fue mencionado anteriormente, la opinión del cliente respecto a la calidad del servicio es vital para que el futuro de la empresa MV, ya que si el Banco pierde un cliente, es un producto menos para entregar para MV, lo que es la pérdida de oportunidad de recibir ingresos a nivel micro, pero a nivel macro puede influir en el resultado operacional de la empresa.

Para efecto se utilizó un modelo sencillo de encuesta, y que fuese amigable con el cliente, tal como se muestra en la figura.

ENCUESTA SATISFACCION DEL CLIENTE	MARQUE CON UNA "X" SU RESPUESTA										
<p>1. ¿Hace cuanto solicitó su producto?</p> <p> <input type="checkbox"/> 1 a 7 días      <input type="checkbox"/> 8 a 15 días      <input type="checkbox"/> 16 a 30 días      <input type="checkbox"/> 31 días o más </p>											
<p>2. ¿Existió coordinación previa para la entrega de su producto?</p> <p> <input type="checkbox"/> SI      <input type="checkbox"/> NO </p>											
<p>3. ¿El producto entregado se encuentra en perfectas condiciones?</p> <p> <input type="checkbox"/> SI      <input type="checkbox"/> NO </p>											
<p>4. ¿Si usted tuviera que calificar al transportador según la tabla, en términos de la calidad del servicio recibido por la empresa, cual sería el valor asignado?</p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tbody> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Excelente</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Bueno</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Suficiente</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Malo</td></tr> <tr><td><input type="checkbox"/></td><td>Pesimo</td></tr> </tbody> </table>		<input type="checkbox"/>	Excelente	<input type="checkbox"/>	Bueno	<input type="checkbox"/>	Suficiente	<input type="checkbox"/>	Malo	<input type="checkbox"/>	Pesimo
<input type="checkbox"/>	Excelente										
<input type="checkbox"/>	Bueno										
<input type="checkbox"/>	Suficiente										
<input type="checkbox"/>	Malo										
<input type="checkbox"/>	Pesimo										
<p>5. ¿Usted volvería a solicitar un nuevo producto a la misma entidad financiera?</p> <p> <input type="checkbox"/> SI      <input type="checkbox"/> NO </p>											
<p>Gracias por su tiempo.</p>											

**Figura 1.11:** Modelo de Encuesta que mide el grado de satisfacción del cliente  
**Fuente:** Elaboración Propia

La encuesta se realizó a 295 personas. La anterior fue realizada en los meses de junio y julio de 2013. A partir de ella se obtuvieron los siguientes resultados:



**Figura 1.12:** Gráfica que indica el tiempo involucrado desde el momento en que se solicitó el producto hasta su recepción final.

**Fuente: Elaboración Propia**

Se concluye que el 88% de los clientes que solicitaron el producto, lo recibieron 16 días después de su solicitud, siendo así otro efecto indeseado.

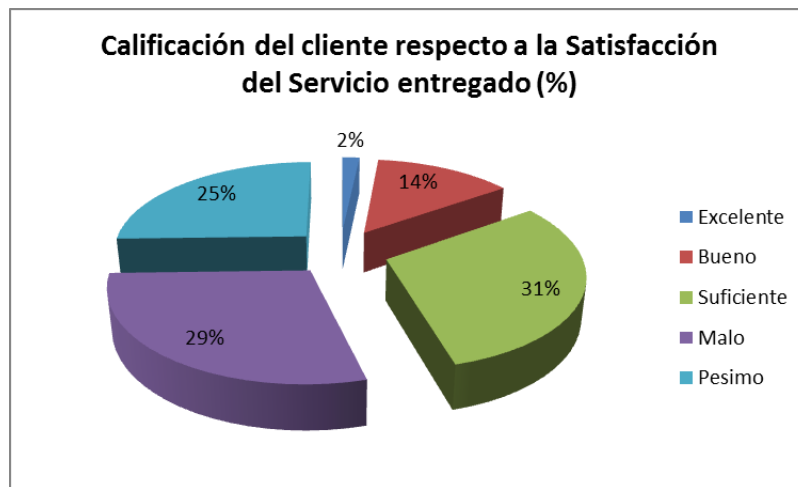


**Figura 1.13:** Gráfica que indica si existió o no coordinación para la entrega del producto

**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura 1.14:** Gráfica que indica si el producto fue recibido conforme  
**Fuente: Elaboración Propia**



**Figura 1.15:** Gráfica que indica la calificación asignada al servicio recibido por MV.  
**Fuente: Elaboración Propia**

A partir del gráfico anterior, se concluye que el 54% de los usuarios encuentra el servicio malo y pésimo, siendo así otro **efecto indeseado**.

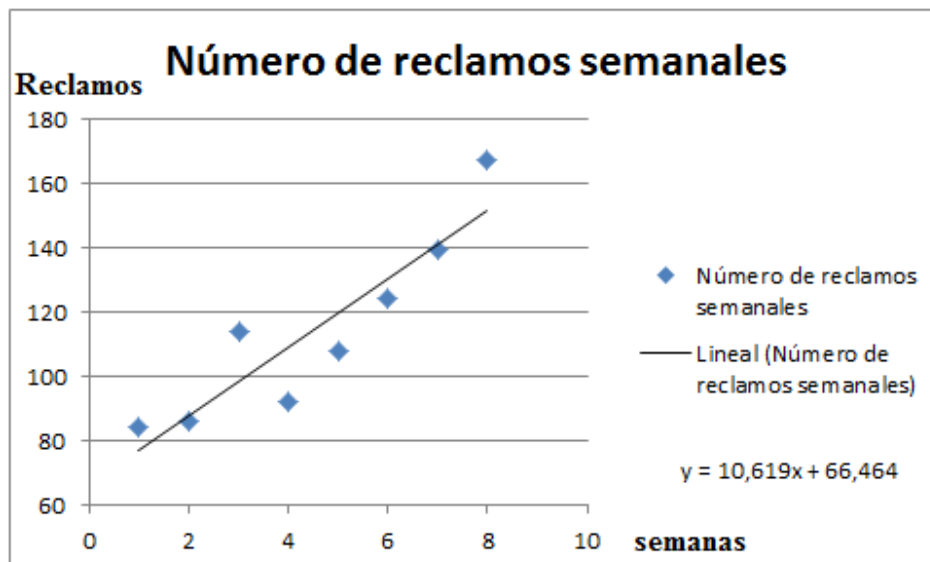


**Figura 1.16:** Gráfica que indica si el usuario elige nuevamente un producto de cliente.  
**Fuente: Elaboración Propia**

Si se desea conocer mayor información respecto al resultado de las encuesta, toda la información se encuentra en Anexo N° 1, Encuesta de Satisfacción del Cliente, página 114.

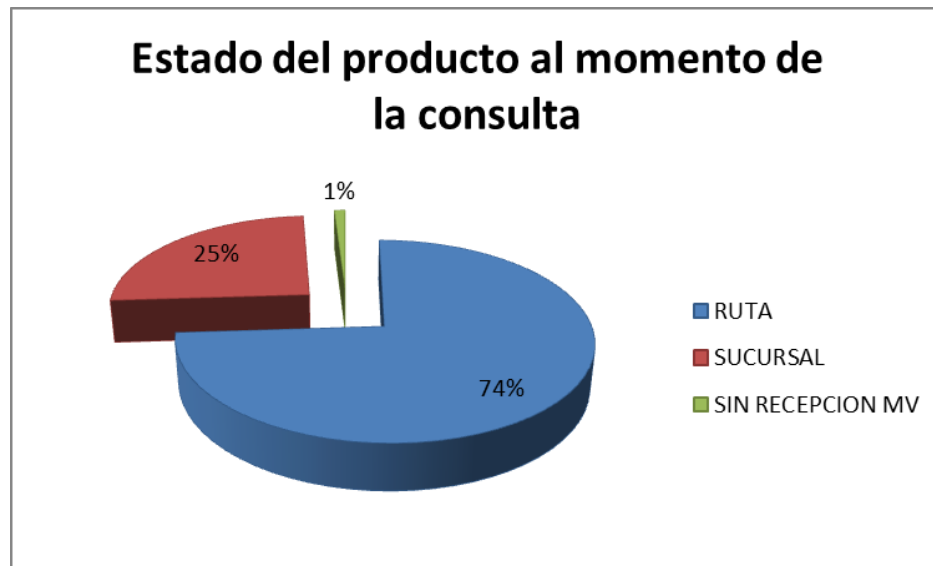
#### Número de reclamos recibidos

El número de reclamos recibidos se ha ido incrementando con el paso del tiempo. Es por ello, que se ha llevado un control de las consultas por fallas en las entregas de los últimos dos meses.



**Figura 1.17:** Gráfica que indica el número de reclamos semanal.  
**Fuente: MV. Gráfica Elaboración Propia**

Al observar la gráfica se aprecia que existe tendencia al aumento. Este se produce debido a que al momento de la consulta del producto el estado del producto es que se encuentra en ruta, entonces al consultar nuevamente por la no llegada del producto, estas se reiteran de forma consecutiva. Por otra parte, existe una cantidad de productos que se encuentra en inventario y que no ha salido en ruta. La cantidad de consultas respecto a la no llegada del producto a MV es mínima.

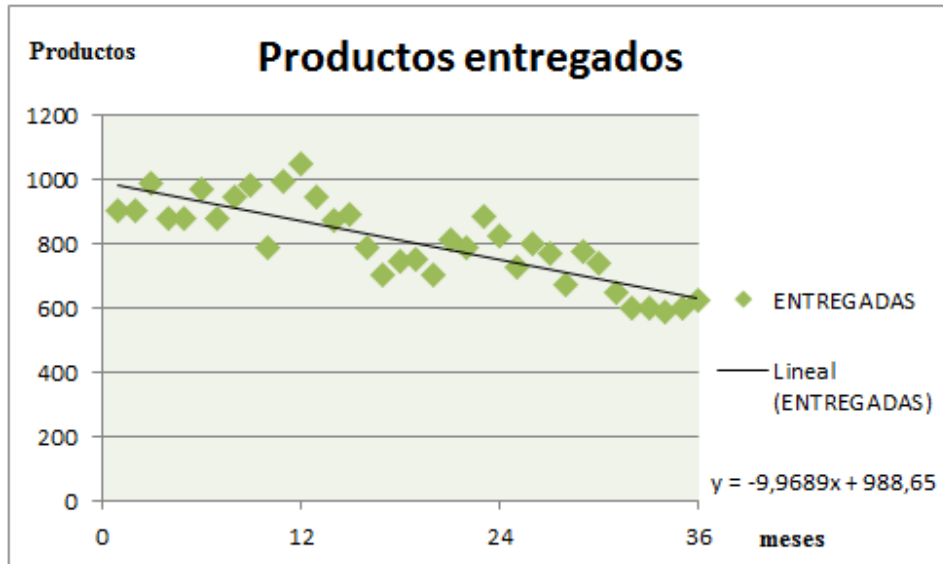


**Figura 1.18:** Estado de productos al momento de solicitar la consulta del estado por cliente.

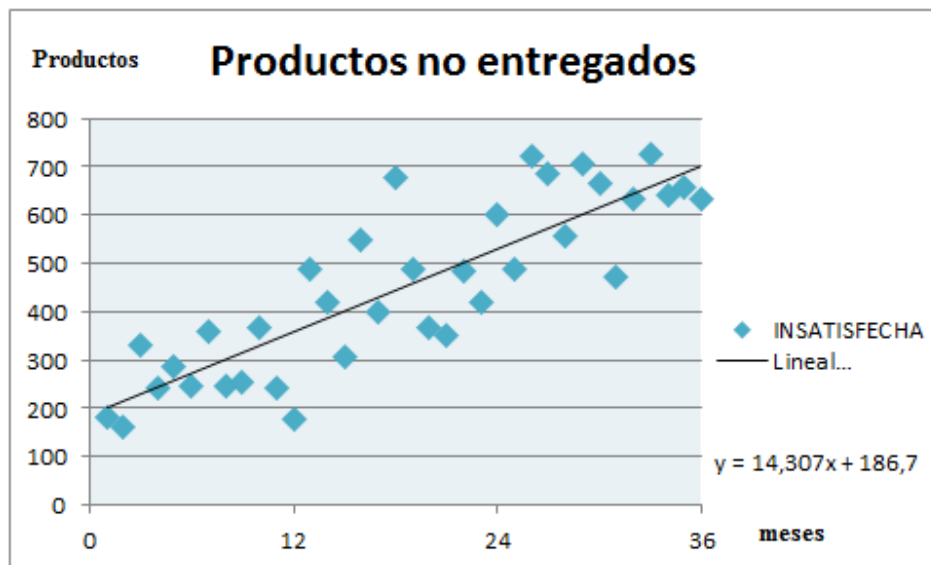
**Fuente:** MV. **Gráfica Elaboración Propia**

### **Productos entregados y no entregados**

Como fue mencionado en párrafos anteriores, el número de productos entregados ha ido disminuyendo con el paso de los meses. Por lo que se realizará una comparación entre los productos entregados y los no entregados.



**Figura 1.19:** Gráfica que indica el número de productos entregados los últimos 36 meses.  
**Fuente:** MV. Gráfica elaboración propia



**Figura 1.20:** Gráfica que indica el número de productos no entregados los últimos 36 meses.  
**Fuente:** MV. Gráfica elaboración propia

Lo que se puede observar claramente es que existen periodos donde se entrega un mayor número de productos, especialmente en aquellos donde se encuentran próximos a festividades tales como:

- Navidad
- Año nuevo
- Vacaciones
- Inicio de periodo escolar

La explicación es que en dichas fechas las personas deciden aprovechar los beneficios del producto, por lo tanto se puede concluir que son periodos de alta demanda. En pocas palabras el producto es altamente solicitado.

Los datos se comportan en forma estacional. Independiente de ello, el número de productos entregados ha ido disminuyendo proporcionalmente, en relación a los no entregados donde las cifras han ido en aumento.

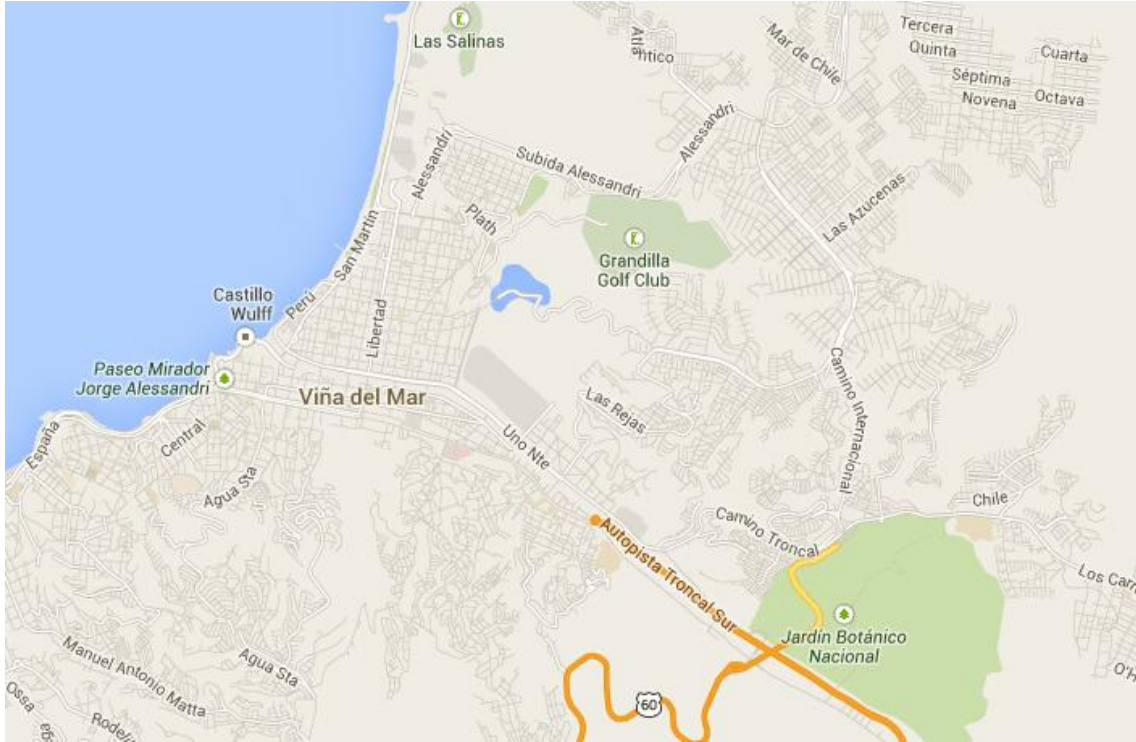
La media aritmética de los productos entregados corresponde a 804 productos para los tres años, con una desviación estándar de 126,98. En tanto la para los productos no entregados corresponde a 447, con una desviación estándar de 181,55.

## Zona geográfica de estudio

MV al ser una empresa con presencia a nivel nacional, presenta su casa matriz en Santiago, con sucursales en todo Chile, donde entregan los productos hasta los lugares más recónditos del país. Dada la información que se conoce solo de la sucursal de Viña del Mar, el alcance de la memoria será a nivel de la región de Valparaíso, considerando las siguientes zonas:

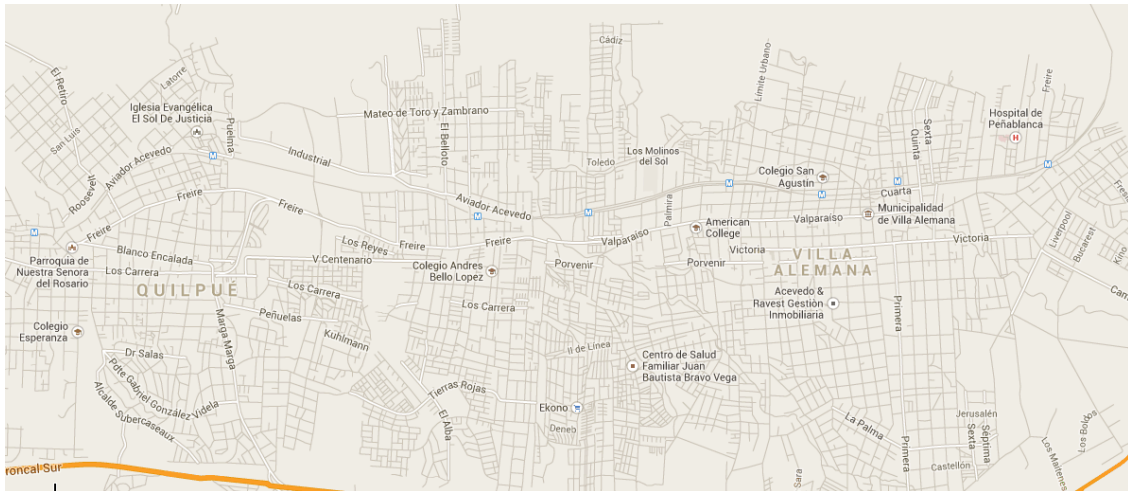


**Figura 1.21:** Comuna de Valparaíso, incluye Laguna Verde, Placilla y Curauma  
**Fuente:** Google Maps



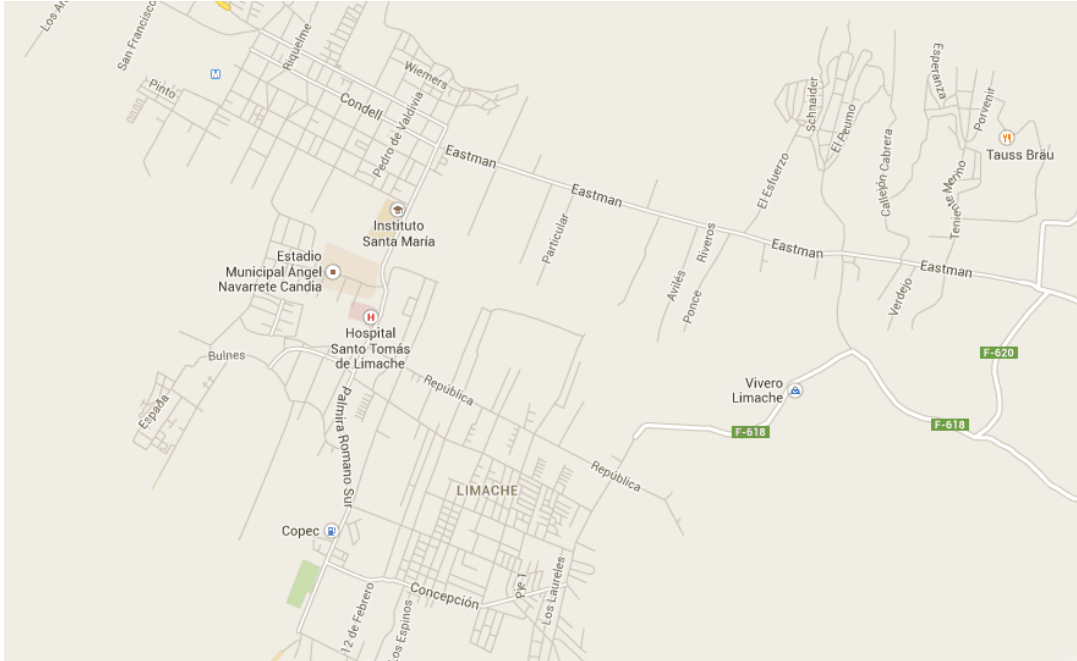
**Figura 1.22:** Comuna de Viña del Mar, desde Recreo hasta Canal Beagle, como también sus aledaños, incluye además Con Con y Quinteros.

**Fuente:** Google Maps

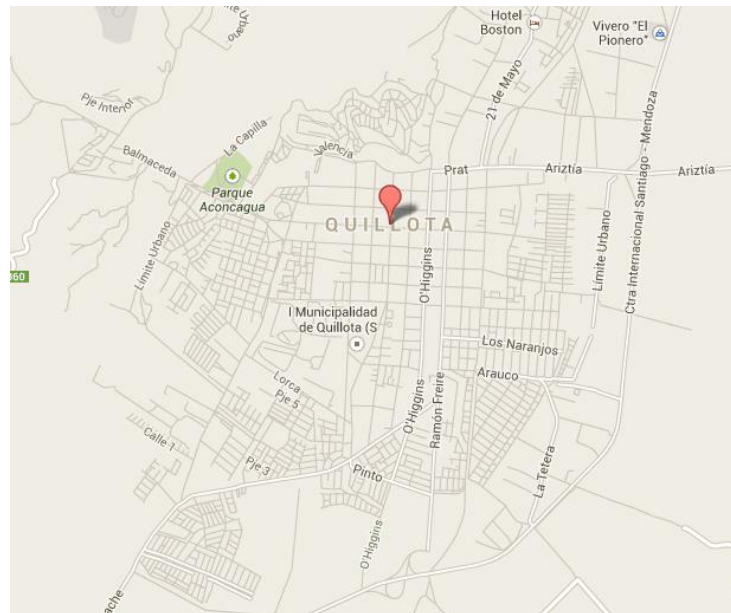


**Figura 1.23:** Comuna de Quilpué y Villa Alemana, la ruta incluye desde Canal Chacao hasta estación Peñablanca, como también sus alrededores.

**Fuente:** Google Maps



**Figura 1.24:** Comuna de Limache, incluye comuna de Olmué como también sus alrededores.  
**Fuente: Google Maps**



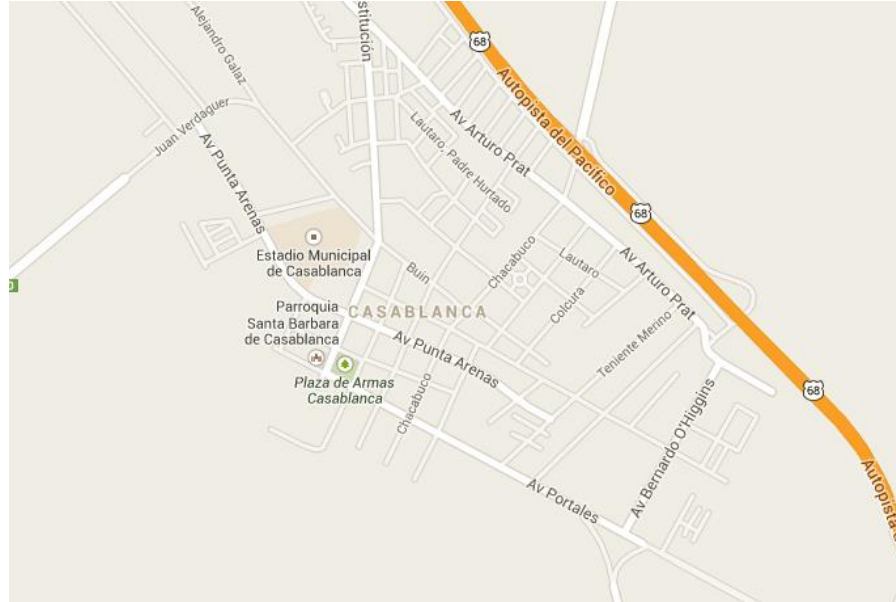
**Figura 1.25:** Comuna de Quillota, incluye además La Calera, Hijuelas, Nogales, La Cruz, como también sus alrededores.  
**Fuente: Google Maps.**



**Figura 1.26:** Comuna de Los Andes, y sus alrededores.  
**Fuente:** Google Maps

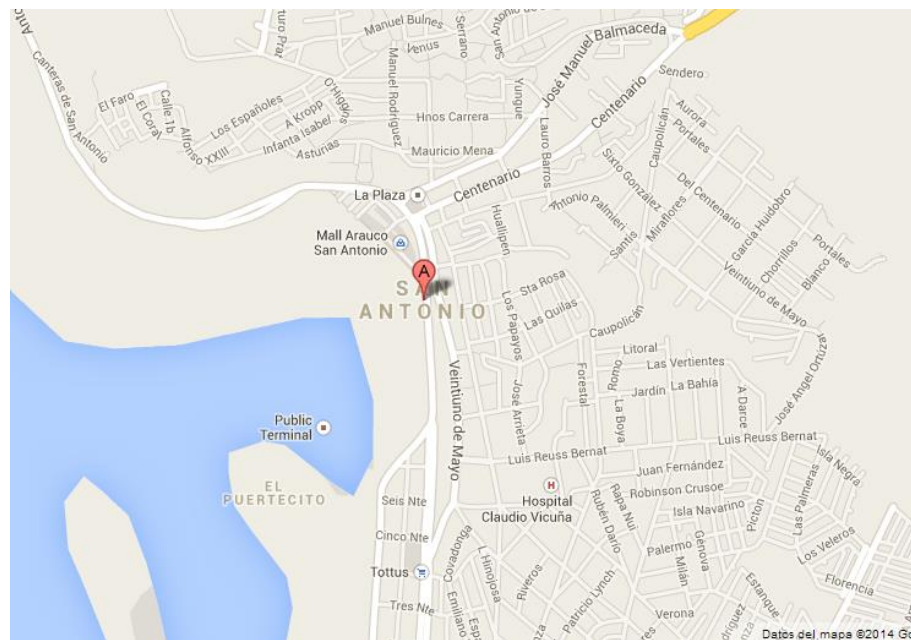


**Figura 1.27:** Comuna de San Felipe, incluye además San Esteban y Putaendo.  
**Fuente:** Google Maps



**Figura 1.28:** Comuna de Casablanca, incluye parcelas en ruta 68, Vinícolas y sectores aledaños.

**Fuente:** Google Maps

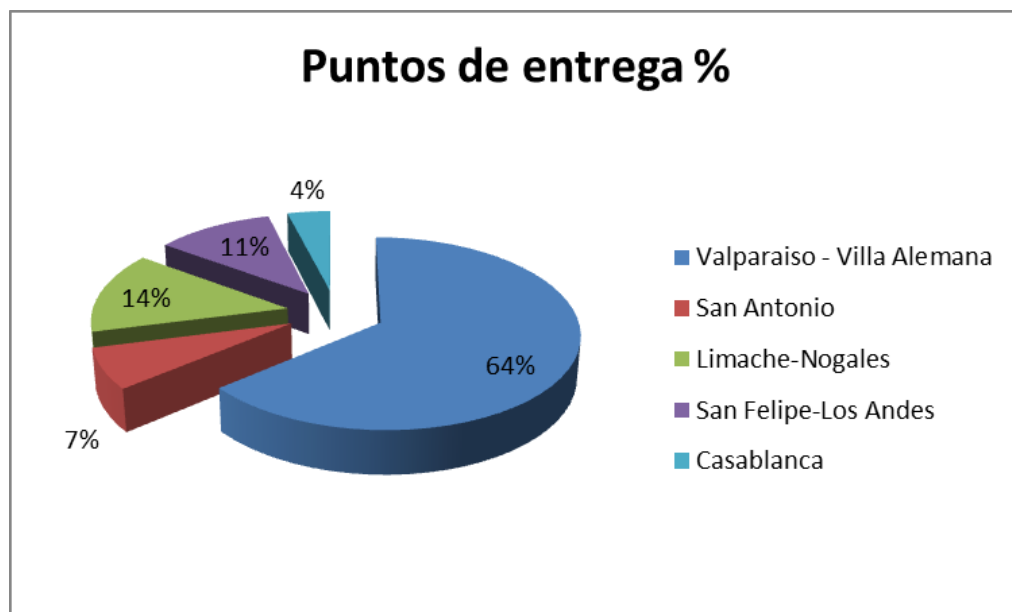


**Figura 1.29:** Comuna de San Antonio, incluye además El Tabo, Las Cruces, Algarrobo, El Quisco y Santo Domingo.

**Fuente:** Google Maps

Al elegir la zona de la quinta región se presentarán soluciones para términos locales. Al momento de generar resultados se podrá analizar su factibilidad para ser aplicado a nivel nacional. Otra ventaja es que utilizando un modelo en términos locales, y con la validación de la solución encontrada, y si existe deseo de acoger la propuesta, se puede realizar una comparación del problema local, y si se obtiene un resultado favorable, expandir la solución en términos nacionales.

Lo anterior además permite tener un mejor control de la zona geográfica, analizando los problemas puntuales que tiene la Sucursal de Viña del Mar, ya que la información que se dispone corresponde solo a la región de Valparaíso.



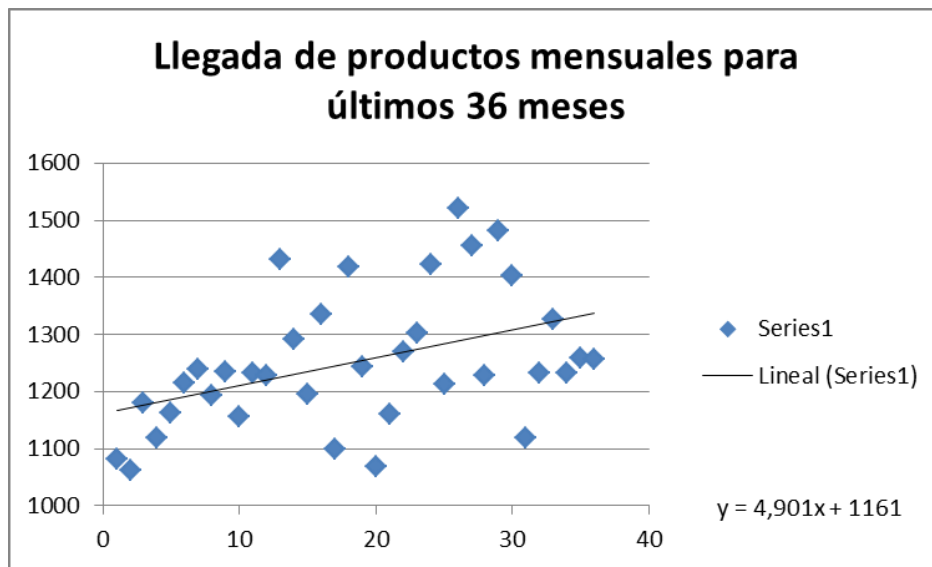
**Figura 1.30:** Puntos de entrega clasificados por zona.  
**Fuente:** MV. Gráfico Elaboración Propia

## 1.7 Análisis de procesos del sistema actual

Utilizando conceptos de Goldratt, lo que se corresponde identificar es dónde se están produciendo los “cuellos de botella” en el proceso de entrega del producto. Es por ello que se debe analizar todos los procesos y los subprocesos que conlleva desde que el producto llega a la empresa, hasta la recepción del cliente.

### 1. Llegada del producto a la empresa

La información entregada por la empresa es que llegan productos cada 10 días hábiles. La cantidad de productos es variable, ya que los lotes recibidos corresponden de 100 a 300 unidades, con excepción cuando el producto debe entregarse en forma urgente, donde se envía vía Chile Express.



**Figura 1.31:** Llegada de productos a la empresa dentro de los últimos 36 meses.

**Fuente:** Elaboración Propia

La cantidad de productos detallada en el gráfico es mensual.

## 2. Productos que se encuentran en inventario

Los productos que se encuentran en inventario se han incrementado con el tiempo. A partir de un pronóstico realizado se obtuvo que las unidades entregadas bordeaban las 578 unidades\*. La realidad es que con fecha 12 de diciembre de 2013 se entregaron 589, la cual es una cifra que se encuentra bastante cercana a la pronosticada. Si se realiza una proyección sencilla mediante regresión lineal simple, para diciembre de 2014, las entregas podrían llegar a sólo 495 unidades.

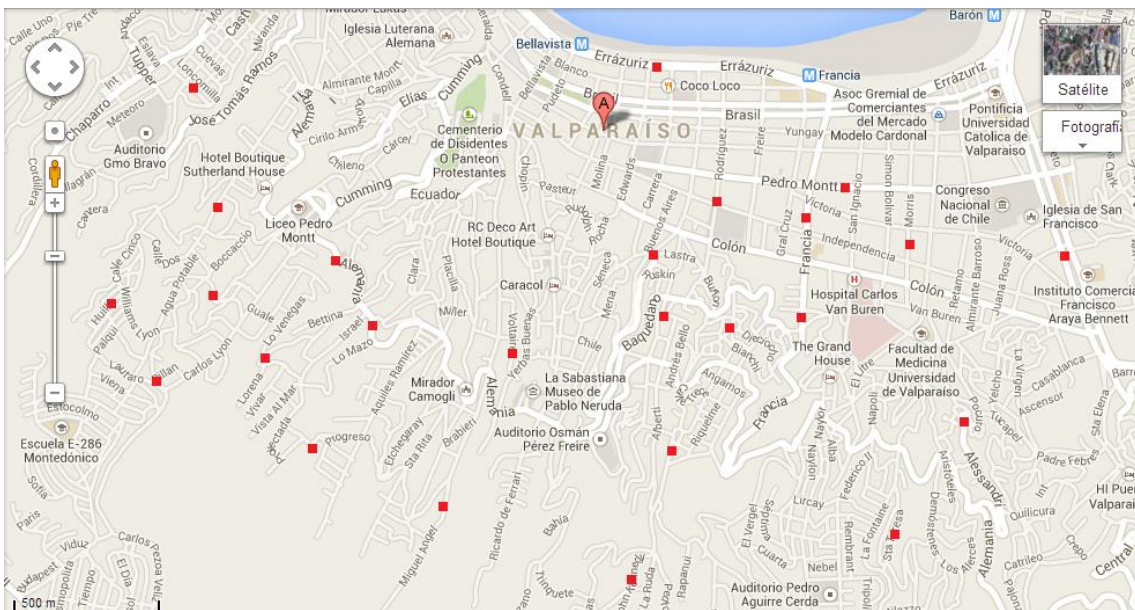
Un factor crítico detectado es la antigüedad que presentan algunos productos, el cual lleva desde el año 2011 en inventario. Se ha consultado los motivos a los ejecutivos por el cual no se ha entregado, y la respuesta es que simplemente no se logra dar con la persona en su residencia. Se realizó la misma pregunta a los repartidores e indican lo siguiente:

- La persona no se encuentra en su domicilio cuando se ha visitado.
- No contesta su número de contacto.
- Los repartidores, al ya conocer la dirección del producto, deciden simplemente no realizar la visita, ya que es “tiempo y bencina perdida”
- Prefieren dejar este tipo de tarjetas para el final de la ruta, debido a que afirman poder encontrar a la persona después del horario de trabajo.
- No alcanzan a llegar a la hora pactada debido a que la dirección es complicada de llegar.
- El lugar de residencia de cliente es muy peligroso, especialmente después de las 18:00 horas.
- La dirección no existe, número de casa no encontrado, o no coincide con la residencial del cliente.

### 3. Ruta de activadores

Se ha realizado en forma aleatoria un seguimiento a tres de los activadores en ruta, para analizar la forma en que realizan la operación. A su vez se registran los tiempos en cada uno de las actividades que realizan para poder realizar una comparación. Las actividades son las siguientes:

- Llegada al lugar de entrega.
- Recepción del cliente al activador.
- Entrega del producto al cliente.
- Revisión del producto, del contrato, recepción de la documentación, dudas y consultas, y firma de la documentación.
- Resolución a dudas finales, distintas a las anteriores.



**Figura 1.32:** Muestra de puntos de entrega de algunos productos.

**Fuente:** Google Maps

**Tabla 1: Extracto de tiempos registrados de entrega de productos**

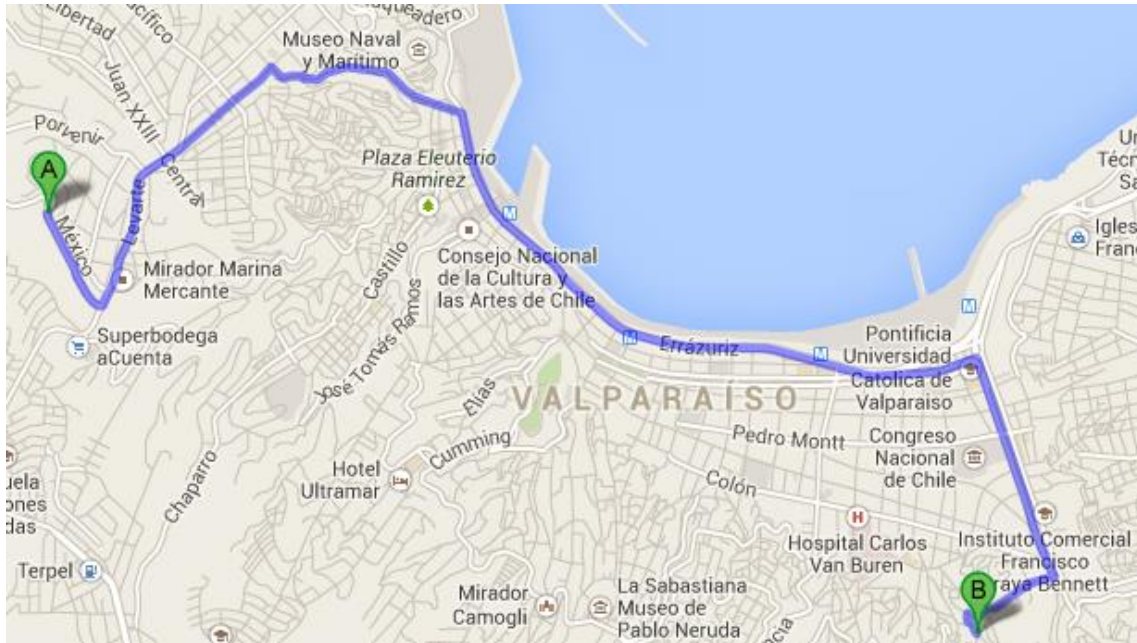
N°	ACTIVIDAD (En secuencia lógica)	Medición N° 1		Medición N° 2		Medición N° 3		Medición N° 4		Medición N° 5	
		Tiempo Registrado	Diferencia Resultante	Tiempo Registrado	Diferencia Resultante	Tiempo Registrado	Diferencia Resultante	Tiempo Registrado	Diferencia Resultante	Tiempo Registrado	Diferencia Resultante
1	Llegada al lugar de entrega	0:28:50	28:50	0:29:12	03:12	0:32:45	32:45	0:39:07	39:07	0:32:02	04:49
2	Recepción del cliente al activador	0:33:24	04:34	0:39:49	10:37	0:34:10	01:25	0:41:58	02:51	0:33:23	01:21
3	Entrega de producto al cliente	0:38:24	05:00	0:44:29	04:40	0:36:11	02:01	0:43:21	01:23	0:38:57	05:34
4	Revisión de producto, contrato, firmas y dudas primarias	0:41:41	03:17	0:59:10	14:41	0:37:00	00:49	0:49:33	06:12	0:48:54	09:57
5	Responder dudas y consultas secundarias	0:43:37	01:56	1:14:31	15:21	0:39:23	02:23	0:54:23	04:50	0:58:09	09:15

**Fuente: Elaboración Propia.**

Los tiempos calculados se ha realizado para las rutas de Villa Alemana – Quilpué, Valparaíso, Viña del Mar y Limache por el momento. Se espera coordinar para eventualmente realizar el mismo registro para zonas del interior como Quillota, Los Andes, San Felipe, como también a Casablanca y San Antonio, zonas las cuales poseen un vasto territorio.

A partir de la información recolectada se obtiene lo siguiente:

Si bien al activador entregan productos que corresponden a una misma comuna, los puntos de entrega son muy distantes entre sí. Una situación observada fue que tuvo que dirigirse a entregar un producto a las 10:00 horas a una dirección alemana en el tercer sector de Playa Ancha, y a las 10:30 debía realizar una entrega en otro punto cercano a Barón, donde claramente debido al tiempo involucrado no iba a alcanzar a llegar a la hora. Se le consulta al activador como soluciona el problema, e indica que por lo general se desplaza la hora de llegada, y si el cliente se encuentra se entrega, de lo contrario, se indica al momento de rendir la ruta que no se alcanzó a llegar al punto de entrega.



**Figura 1.33:** Ruta de punto de entrega A a punto de entrega B.

**Fuente:** Google Maps

Para este caso en especial, la distancia desde el punto A al punto B es de 7,1 kilómetros, lo que llevaría un tiempo de 14 minutos. Este a su vez debe considerar factores que pueden aumentar el tiempo de llegada como son los semáforos, tráfico, entre otros, lo que se conoce como “congestión”.

Al finalizar la entrega en el punto A, el activador llegó al punto B a las 11:14 horas, es decir, se demoró 44 minutos más de la hora programada, lo que finalmente lleva a tomar una decisión por parte del activador a lo siguiente:

- Desplazar el tiempo de entrega de todos los clientes, llevando un efecto en cadena.
- No visitar un número definido para poder cumplir con los clientes restantes en la hora correspondiente.

Esta decisión es común entre los activadores, ya que día a día deben tratar de entregar el mayor número de unidades para obtener mejores ingresos.

Como información adicional los activadores indican lo siguiente: Se ha indicado a las personas pertinentes que la ruta nunca está bien configurada”, debido a las grandes distancias a la que deben llegar, y no consideran el tiempo del proceso, ya que solo identifican el lugar de entrega, pero no consideran el tiempo que salida de un punto a otro.

Otro factor considerado en el seguimiento de la ruta fue que, en ciertos casos, los activadores trabajan por un periodo de tiempo diario menor al que corresponde. Un caso que se repitió en forma constante con un activador fue que entregó productos hasta las 14:00 horas, justificando que debía realizar trámites personales. Al realizar un catastro de la información sobre la cantidad de productos se obtuvo que el activador efectúa las entregas solo en puntos que se encuentran cercanos entre sí, dejando en forma aislada aquellos productos que se encuentran muy alejados.

**Tabla 2: Dinero entregado para combustible de vehículo, según ruta otorgada.**

DESTINO	\$
Viña del Mar - Valparaíso	7.000
Villa Alemana- Quilpue	10.000
Limache Quillota y alrededores	12.000
San Felipe - Los Andes	20.000
Casablanca	10.000
San Antonio	20.000

**Fuente:** MV. Tabla Elaboración Propia

#### 4. Configuración de la ruta

La ruta, es el punto más importante. Esta siempre se realiza de un día para otro.

La forma en que se configura la ruta es la siguiente.

- La persona a cargo, a través de una base de datos que posee, por medio de un filtro selecciona a todas las personas que tienen fecha de entrega para el día siguiente, donde se tienen distintos tipos de comunas, a distinta hora y lugar de entrega.
- Luego separa cada ruta por zona, es decir, separa por Quilpué-Villa Alemana, Los Andes-San Felipe, Valparaíso, Viña del Mar, entre otros.
- Con dicha información se dirige a inventario y retira los productos, según el rut asociado al producto.
- A continuación separa los productos por comuna, y forma paquetes.
- Dependiendo del número de productos, si es inferior a 15, se rellena con aquellos productos que se encuentran en inventario, y sin haber sido pactada.

- Si existe un número de productos pactados mayor a 15, y todos corresponden a su comuna se puede llevar tantos como pueda. No existe límite definido.
- Se entrega al día siguiente la hoja correspondiente a la ruta, la cual incluye nombre del titular, RUT, dirección y teléfono de contacto.
- Además se entrega otra hoja, la cual tiene el RUT y tipo de producto, junto con un espacio para que el activador coloque si fue entregado o no, y los motivos de la no entrega.

## **1.8 Objetivos**

### **1.8.1 Objetivo general:**

“Diseñar una propuesta que permita maximizar la entrega de productos bancarios”

### **1.8.2 Objetivos específicos:**

- Generar alternativas de rutas de forma de reducir los tiempos asociados entre cada nodo por medio del agrupamiento.
- Diseño y validación de un modelo que permita resolver el problema de ruteo entre los nodos obtenidos por medio del agrupamiento.
- Verificar la magnitud del beneficio económico que aporta la propuesta realizada, mediante una comparación entre los datos históricos y los resultados obtenidos en el modelo.

## **Capítulo II: Marco Teórico**

---

*En este capítulo se realizará una descripción del marco teórico a utilizar para el desarrollo del problema, incluyen conceptos de logística y su importancia en los modelos de ruteo, problemas asociados de localización. Finalmente, indagar en modelos matemáticos asociados a problemas de ruteo.*

## **II Marco Teórico**

### **2.1 Logística, y su importancia en un sistema de ruteo**

#### **Introducción**

Los altos niveles de competencia en los mercados internacionales, ha llevado a las empresas a la conclusión que para sobrevivir y tener éxito en entornos más agresivos, ya no basta con mejorar sus operaciones ni integrar sus funciones internas, sino que se hace necesario ir más allá de las fronteras de la empresa donde aspectos tales como la información, materiales y recursos con los proveedores y clientes en una forma mucho más integrada, es aquí donde la logística juega un papel crucial, a partir del manejo eficiente del flujo de bienes y servicios hacia el consumidor final.

Logística es un término que frecuentemente se asocia con la distribución y transporte de productos terminados; sin embargo, ésta es una apreciación parcial de la misma, ya que la logística se relaciona con la administración del flujo de bienes y servicios, desde la adquisición de las materias primas e insumos en su punto de origen, hasta la entrega del producto terminado en el punto de consumo.

De esta forma, todas aquellas actividades que involucran el movimiento de materias primas, materiales y otros insumos forman parte de los procesos logísticos, al igual que todas aquellas tareas que ofrecen un soporte adecuado para la transformación de dichos elementos en productos terminados: las compras, el almacenamiento, la administración de los inventarios, el mantenimiento de las instalaciones y maquinarias, la seguridad y los servicios de planta (suministros de agua, gas, electricidad, combustibles, aire comprimido, vapor, etc.).

En el sentido más básico, es asegurar la distribución de un producto o servicio en el mercado. En un sentido medio, es coordinar y alinear las fuentes de producción a los mercados según su demanda. Y en un sentido amplio, es planear, coordinar y ejecutar los procesos que aseguren el flujo de las materias primas, componentes, existencias en proceso y productos terminados de tal manera que éstos lleguen al consumidor en el momento adecuado y en el lugar correcto, minimizando los costos y las existencias finales.

Las actividades logísticas deben coordinarse entre sí para lograr mayor eficiencia en todo el sistema productivo. Por dicha razón, la logística no debe verse como una función aislada, sino como un proceso global de generación de valor para el cliente, esto es, un proceso integrado de tareas que ofrezca una mayor velocidad de respuesta al mercado, con costos mínimos.

Evidentemente según las características de cada empresa cada una de las partes de la logística tendrá una importancia distinta que puede ir desde ser el principal proceso en el caso de empresas de distribución, hasta dejarla reducida a la mínima expresión como en los casos de “just-in-time” se recibe el material ya puesto en las líneas de producción, dejando la logística de los acopios en manos del proveedor.

## **Objetivos de la logística**

### a) Objetivos de tipo financieros:

- Disminución de los costes financieros de los stocks.
- Optimización de los costes de almacenamiento y de transporte.
- Reducción de los costes de planificación y puesta en marcha.
- Reducción de los costes de personal.
- Precios ventajosos de los servicios logísticos subcontratados.

### b) Objetivos cara al mercado y los clientes:

- Mantenimiento de relaciones más estrechas con los clientes.
- Creación de una logística orientada a los mercados.
- Flexibilidad frente a las variables exigencias de todos los clientes en general.
- Satisfacción creciente de los clientes mediante la disminución de las tasas de error.

### c) Objetivos de gestión de stocks y del transporte:

- Reducción de los plazos e itinerarios de entrega.
- Mayor rotación de stocks.
- Reducción de los stocks, costos de manutención (manipulación de los productos o mercancías dentro del almacén) y de preparación de pedidos.
- Optimización de la utilización de las capacidades de almacenamiento y de transporte.
- Disminución de los costos de control de la cadena logística.

### d) Objetivos dentro de la empresa:

- Transparencia creciente dentro de la cadena logística.
- Definición y reparto claro de tareas.
- Estructuras de información eficaces, que se pueden obtener gracias a los sistemas informatizados.

## **Importancia de la logística**

Tal como fue mencionado en párrafos anteriores, la logística puede definirse en su forma natural como una ciencia que estudia como los productos, servicios, o simplemente información supera el tiempo y la distancia. Es por ello que la logística, desde su forma más básica, siempre ha estado asociada al transporte, y orientadas a entregarlas en el momento adecuado, la cantidad necesaria, con la calidad requerida, logrando finalmente la satisfacción del cliente.

Existe una prolongada variedad de definiciones de logística, dentro de las cuales se tienen por ejemplo:

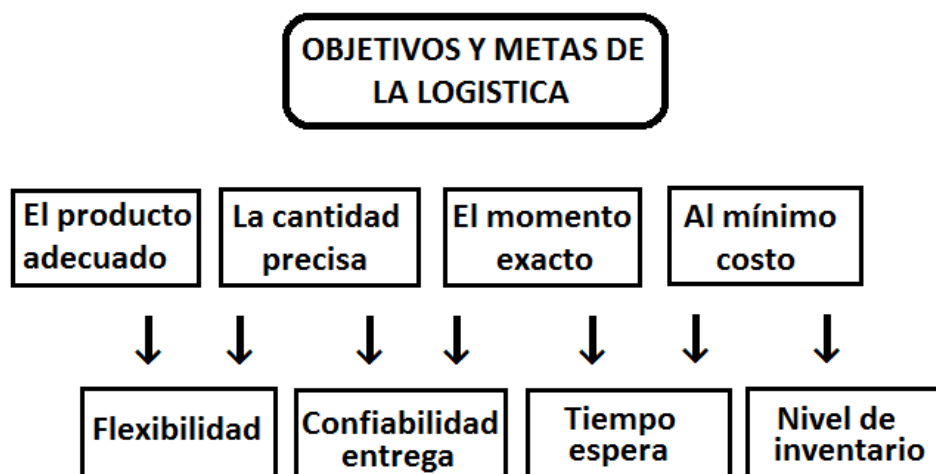
“Es una función operativa importante que comprende todas las actividades necesarias para la obtención y administración de materias primas y componentes, así como el manejo de los productos terminados, su empaque y distribución a clientes”. (1)

“Es el proceso de administrar estratégicamente el flujo y almacenamiento eficiente de las materias primeras, de las existencias en el proceso y de los bienes terminados del punto de origen al de consumo”. (2)

“Es el movimiento de los bienes correctos en la cantidad adecuada hacia el lugar correcto en el momento apropiado”. (3)

Lo que se considerará para el desarrollo de la propuesta, será la definición de logística establecida por el Council Logistics Management, la cual dice:

“Logística es el proceso de planear, implementar y controlar efectiva y eficientemente el flujo y almacenamiento de bienes, servicios e información relacionada del punto de origen al punto de consumo con el propósito de cumplir los requisitos del cliente”.



**Figura 2.1:** Objetivos y metas de la logística.

**Fuente:** Manual de la Gestión Logística de transporte. Andrés Castellanos. Ed. Uninorte.

1 Ferrel O, Hirt G, Ramos L, Adriaensen M y Florez. Introducción a los negocios en un mundo cambiante, 4° edición. McGraw – Hill, 2004, página 282.

2 Lamb, Ch., Hair, J., y McDaniel, C. Marketing 6° edición, Thompson editors, 2002, página 383.

3 Franklin, B.E Organización de empresas, 2° edición. McGraw-Hill, 2004, página 362

## 2.2 Conceptos generales dentro de problemas de Ruteo de Vehículos

### Introducción

La gran mayoría de las empresas a nivel mundial, deben lidiar con el transporte de personas, productos, y muchos otros elementos. Es por ello, que resulta imperativo realizar una gestión en los sistemas logísticos, ya que se ha estimado que los costos asociados a transporte y distribución, representan alrededor del 20% del costo final de los bienes.

Debido a la fuerte incidencia que tienen estos costos en la economía de las empresas, se ha venido haciendo un esfuerzo considerable, durante muchos años, para manejar este tipo de problemas, con miras a aumentar la productividad. Fueron Ramser y Dantzig los primeros en indagar en este campo, intentando formular un problema para ser aplicado en la distribución de combustible. Años más tarde, se creó el Algoritmo de Ahorros, el que sirvió como base para futuros trabajos en el área de Ruteo de Vehículos. Desde ese entonces, el impulso que ha recibido esta área de estudio, ha sido inminente.

Podemos decir que, ciertamente, el avance de los sistemas informáticos ha sido un claro soporte en la evolución de estos algoritmos. Gracias al poder, la capacidad, la rapidez, y el costo que la computación involucra, se han podido crear modelos cada vez más cercanos a la realidad, con una complejidad superior, resolviendo de mejor manera los problemas de enrutamiento.

Para la creación de estos modelos y algoritmos, es necesario conocer ciertas herramientas matemáticas que nos ayuden a optimizar las rutas de distribución. En el campo de la Investigación de Operaciones, podemos encontrar dichos métodos de optimización, las cuales, al tener un dominio sobre ellas, nos pueden ayudar a encontrar soluciones bastante acertadas.

A grandes rasgos, un problema de Ruteo Simple, es aquel en donde los componentes son netamente geográficos. En otras palabras, el objetivo único, es encontrar el camino más corto entre una variedad de puntos. Por otro lado, un problema Ruteo y Scheduling, involucra más aspecto que un problema de Ruteo puro, porque además de encontrar el camino más corto, toma en cuenta el utilizar de manera adecuada los recursos limitados que se tienen, agregando otro tipo de restricciones al modelo, haciendo posible llegar a una solución más precisa.

En las siguientes páginas, se explica en detalle el concepto matemático de estos algoritmos, sus variantes, y sus componentes.

## Conceptos generales de los problemas de Ruteo de Vehículos

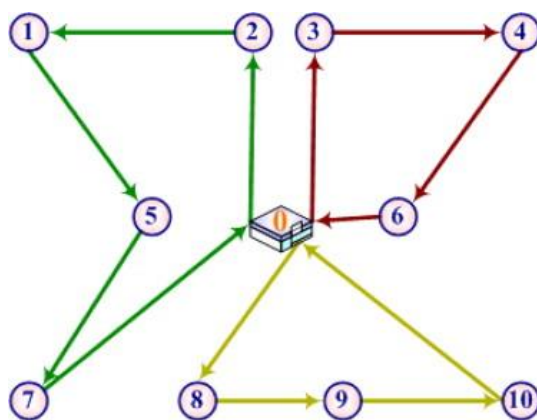
Para comenzar a describir estos modelos o algoritmos, es necesario definir la base sobre la que se sustentan.

En primer lugar, un problema de Ruteo de Vehículos, es considerado un problema de optimización combinatoria, en donde su conjunto de soluciones es finito pero exponencial, o bien, contablemente infinito en función de los datos del problema.

Por lo tanto, es posible resolver un problema de optimización de Rutas, mediante la minimización de una función objetivo  $f(x)$ , sujeta a un conjunto determinado de restricciones, el cual acotará el universo de soluciones posibles, llamado “ $A$ ”. Este universo acotado, comprenderá todas las combinaciones de las variables de decisión que satisfacen las restricciones del problema ( $x \in A$ ).

Dependiendo del problema de optimización que se esté resolviendo, éste puede ser planteado de distintas maneras. Todos buscan llegar a la solución óptima, pero cada uno posee características diferentes, lo cual hace que la formulación matemática deba ser construida de modo distinto, cambiando, de esta manera, la complejidad y las variables que éste implica.

La idea central de un problema de Ruteo de Vehículos, consiste en transportar un elemento (productos, personas) desde sus fuentes hasta sus destinos correspondientes (los cuales se encuentran dispersos geográficamente), teniendo como objetivo principal, encontrar la ruta que comience y termine en las fuentes, y que minimice el costo de transporte, satisfaciendo la oferta y la demanda.



**Figura 2.2:** Ilustración de un modelo de Ruteo de Vehículos, en donde el inicio y término de cada ruta, corresponde al mismo punto, denominado Fuente.

Fuente: Sitio web <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957417410005865>

Son tres los componentes básicos del modelo que condicionarán las características de su formulación matemática; Los clientes, las fuentes y los vehículos. A continuación, se profundizará en la explicación de cada uno de ellos.

### **Los Clientes**

En un problema de ruteo, los clientes, son aquellos agentes cuya demanda debe ser satisfecha por algún vehículo. Normalmente, la demanda que exigen los clientes, se encuentra dentro de los vehículos (Productos, personas, etc.).

Es posible que un solo vehículo no sea capaz de satisfacer toda la demanda de un cliente, por lo que será necesario contar con más de un vehículo que acuda a dicho cliente.

Existen otros casos, en los que los clientes son los que poseen algún tipo de mercadería, y los vehículos deben ir a ese punto para recogerla, para luego distribuirla en otros lugares (Una o más fuentes). Análogamente, es posible que se necesite más de un vehículo para satisfacer la demanda del cliente (En caso de que un solo vehículo no sea capaz de almacenar toda la mercadería).

Otra situación posible, consiste en que el producto no se encuentre almacenado solamente en una fuente, sino que en más de una. En este caso, es necesario que los vehículos acudan previamente a cada una de las fuentes proveedoras, para luego distribuir el producto a los clientes correspondientes.

Puede suceder, que la demanda no consista en un bien material, sino que en un servicio. Para este caso en particular, los vehículos sólo deben visitar al cliente. Incluso, un vehículo podría llegar a visitar a todos los clientes. También, puede darse el caso de que el cliente sea el que necesite ser transportado a otro punto geográfico, por lo que la capacidad del vehículo se convierte en un parámetro a considerar en la formulación del problema.

Usualmente, es necesario visitar al cliente sólo una vez. Esta visita, puede estar sujeta a condiciones horarias según la disponibilidad de tiempo que ofrece el cliente. A estos espacios de disponibilidad de tiempo, se les llama intervalos de tiempo (más conocidos como ventanas de tiempo, en problemas de ruteo).

Cabe mencionar, que no todos los vehículos pueden visitar a todos los clientes. Existen ciertas restricciones que impiden que los vehículos tengan acceso a ciertos puntos geográficos. Ejemplo de ello, son las calles que prohíben la entrada de grandes camiones o buses.

### **Las Fuentes**

En el caso de que la mercadería a distribuir sean bienes materiales y no servicios, éstas se encuentran almacenadas en lugares específicos, llamados fuentes. Es común que la ruta a seguir por los vehículos, comience en las fuentes y termine en las mismas. Una variante del problema, puede consistir en que la ruta termine en el domicilio del repartidor (vehículo).

Dependiendo de las características de cada fuente, los parámetros serán diferentes para cada formulación matemática que intente modelar un problema determinado. Cuando se debe trabajar con más de una fuente para un problema en particular, se debe considerar la ubicación, la capacidad productiva y de almacenaje de cada una de ellas.

En función de lo anterior, se debe asignar un número de vehículos para cada una de las fuentes. El tamaño de la flota, puede ser un parámetro conocido con anterioridad, o bien, puede resultar ser la variable del problema en cuestión.

Se les puede asociar ventanas de tiempo a las fuentes. El intervalo de tiempo mínimo que necesitan los vehículos, dependerá de su tiempo de preparación antes de empezar la ruta, del tiempo de carga de mercancía, y del tiempo invertido en limpieza al terminar la ruta. Es posible considerar algunos o todos los tiempos mencionados anteriormente, dependiendo de la situación del problema en particular.

La congestión de la fuente suele ser un parámetro a considerar en fuentes pequeñas. El tamaño de la fuente, puede acotar el número de vehículos operando al mismo tiempo en la fuente.

## **Los Vehículos**

El parámetro más común a considerar en un vehículo involucrado en un problema de ruteo, es su capacidad de almacenaje, la cual, es posible medir en términos de su peso o volumen. Generalmente, el vehículo a utilizar tiene asociado un costo fijo determinado simplemente por su uso, y un costo variable, que van en proporción de la distancia a recorrer en la ruta.

Podemos hacer una distinción entre dos tipos de flotas. Las Flotas Homogéneas, en donde todos los vehículos poseen las mismas características de costo y capacidad. Por otro lado, en las Flotas Heterogéneas, estos parámetros no son los mismos en el conjunto de vehículos.

La cantidad de vehículos con que se cuenta en un problema de ruteo, puede ser un parámetro fijo, o bien, una variable de decisión. Por lo general, se intenta reducir al máximo el tamaño de la flota, y luego, minimizar la distancia recorrida por cada uno de los vehículos.

Hay que tener en cuenta los aspectos legales de cada país, para determinar la máxima cantidad de horas que un conductor puede efectuar sus labores de transporte, y verificar las zonas por donde se permite el tránsito de vehículos pesados, que son normalmente utilizados en la distribución de bienes, debido a su amplia capacidad de almacenaje.

En la mayor cantidad de los casos, se asume que los vehículos recorren sólo una ruta en un período de planificación.

### 2.3 Modelos matemáticos asociados a problemas de ruteo de vehículos

Es necesario denotar la ruta por la cual circulan los vehículos. La red de transporte se define como el grafo ponderado  $G = (V, E, C)$ , en donde  $N$  corresponde al conjunto de nodos,  $E$  corresponde al conjunto de arcos, y  $C$  a la matriz de costos de ir del nodo “ $i$ ” al nodo “ $j$ ”. Los nodos, son puntos en la red de transporte que representan la(s) fuentes y los clientes. Al existir solamente un depósito, éste será representado por el nodo cero, y los clientes, por los nodos  $1, 2, 3, 4, 5, \dots, n$ . En algunos casos, el nodo que representa la fuente, queda representado por la expresión  $n + 1$ .

Los arcos, representan la distancia entre dos nodos. El arco  $ij$ , representa el mejor camino para ir desde el nodo “ $i$ ” al nodo “ $j$ ” en la red de transporte. Cada distancia recorrida, tiene asociado un costo  $c_{ij}$ , y un tiempo de viaje  $t_{ij}$ .

Al suponer que  $G$  es completo, se asume que entre todo par de nodos de la red de transporte, existe al menos un camino.

La diferenciación entre nodos se realiza de la siguiente manera:

$\Delta^+(i)$ : Conjunto de nodos adyacentes al nodo “ $i$ ”, en donde  $\{j \in V \mid (i, j) \in E\}$

$\Delta^-(i)$ : Conjunto de nodos incidentes al nodo “ $i$ ”, en donde  $\{j \in V \mid (j, i) \in E\}$

Por otro lado, es necesario realizar la diferenciación entre arcos incidentes del nodo “ $i$ ”:

$\delta^+(i)$ : Conjunto de arcos incidentes hacia el exterior del nodo “ $i$ ”, en donde  $\{(i, j) \in E\}$

$\delta^-(i)$ : Conjunto de arcos incidentes hacia el interior del nodo “ $i$ ”, en donde  $\{(j, i) \in E\}$

#### **Problema del Agente Viajero (TSP, *Travelling Salesman Problem*)**

Cuando nos referimos a problemas de ruteo, la gran mayoría de ellos, son generalizaciones del TSP, ya que este modelo corresponde al modo más simple de expresar este tipo de problemas. A medida que se quiera modelar de manera más exacta las condiciones reales del problema, es posible agregarle más parámetros y restricciones.

El Problema del Agente Viajero, se presenta cuando se cuenta solamente con un vehículo, el cual tiene capacidad ilimitada. Este vehículo, debe visitar a todos los clientes sólo una vez, a través de una ruta, la cual comienza y termina en el mismo nodo (Nodo fuente) y queda expresada en términos de tiempo o distancia. Los clientes no poseen una demanda ni ventanas de tiempo (restricciones de tiempo).

Las ciudades, son representadas por los nodos, y los caminos, quedan expresados por los arcos. Cada arco tiene un peso, que representa la distancia existente entre dos nodos adyacentes.

En términos generales, es posible representar la red de transporte como una secuencia de  $n + 1$  ciudades, donde el recorrido comienza y termina en el mismo lugar.

Es posible aplicar este modelo en otro tipo de problemas, como cuando se requiere minimizar el tiempo utilizado en el set-up (configuración) de una máquina para la producción de diversos artículos. Cada nodo, representa un producto en particular. Cada arco, representa el tiempo invertido en cambiar la configuración de la máquina para producir un artículo diferente. De esta manera, se deduce que la aplicación de este modelo matemático es mucho más amplia que cuando sólo se consideran los nodos como lugares físicos.

El problema de programación lineal del Agente Viajero, se formula de la siguiente manera:

Sea

$$x_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{si se llega a la ciudad "j" desde la ciudad "i", o bien} \\ 0 & \end{cases}$$

Función Objetivo:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{\substack{i=1 \\ (i,j) \in E}}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \in \Delta^+(i)}}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \forall i \in V \quad \text{Restricción 1}$$

$$\sum_{\substack{i=1 \\ i \in \Delta^-(j)}}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \forall j \in V \quad \text{Restricción 2}$$

$$x_{ij} = (0,1) \text{ para todo "i" y "j"}$$

- La *Variable Binaria*  $x_{ij}$ , indica si el arco (i,j) se utiliza en la solución.
- La *Función Objetivo* indica que la distancia total recorrida en la red de transporte, es la suma de la distancia de cada arco (i,j) por el que se ha transitado.
- La *Restricción 1* asegura que desde la ciudad (nodo) "i", será posible llegar a solamente una ciudad (nodo) "j".

- La *Restricción 2* asegura que se podrá llegar a una ciudad (nodo) “j”, solamente desde una ciudad (nodo) “i”.

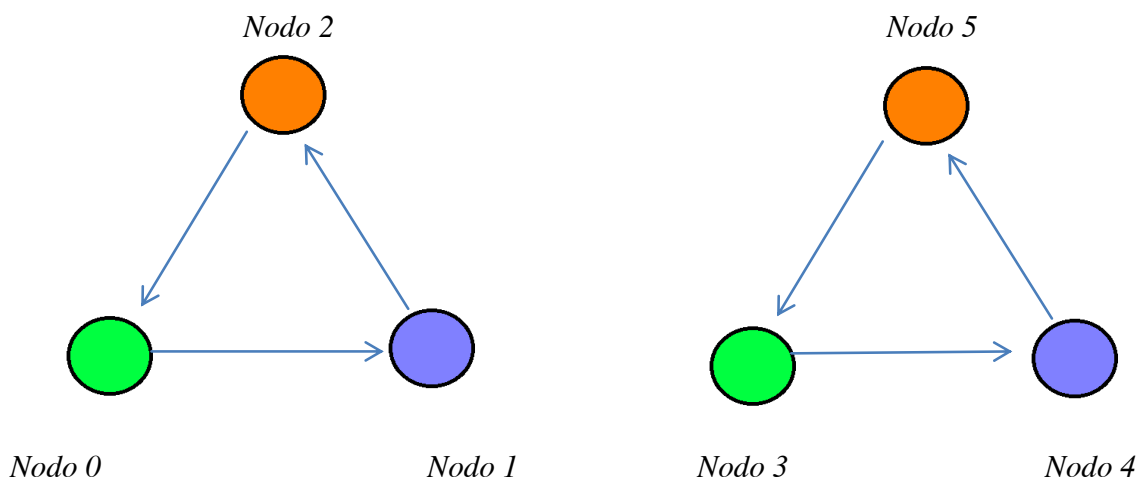
En el caso de que el valor de “i” sea igual al valor de “j”, será necesario asignar un valor muy grande a la distancia entre esos puntos ( $d_{ij}$ ), con el fin de que aquella ruta no sea una opción viable, y el modelo matemático no la tome como una opción válida, debido a su excesiva longitud. En la formulación del problema, dicho valor se representa con la letra  $M$ .

En ocasiones, la función objetivo (F.O) se puede establecer de la siguiente manera:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

En este caso, la F.O indica que el costo total de la solución, corresponde a la suma de los costos de cada uno los arcos que se han utilizado.

Existen otras restricciones más específicas que se le pueden agregar a este modelo. Las *Restricciones de eliminación de sub-tours*, indican que cada subconjunto de nodos (denominado S), debe ser necesariamente abandonado a lo menos una vez. En el caso de no considerar esta restricción, es posible que la solución conste con más de un ciclo.



**Figura 2.3:** Ilustración de una solución, formada por 2 sub-tours  
**Fuente:** Elaboración Propia.

La restricción que se debe agregar a la formulación matemática del problema, es la siguiente:

$$\sum_{i \in S} x_{ij} \geq 1 \quad \forall S \subset V$$

### Problema de los “ $m$ ” Agentes Viajeros ( $m$ -TSP)

Consiste en la primera generalización del problema básico del TSP. En el  $m$ -TSP, se tiene un solo depósito y una cantidad “ $m$ ” de vehículos. Luego, el objetivo consiste en construir una ruta para cada vehículo, por lo tanto, se tendrá una cantidad “ $m$ ” de rutas. De esta manera, cada cliente (nodo) es visitado una vez por un vehículo. La cantidad máxima de clientes (nodos) se representará por el valor  $p$ . Cada ruta comienza y finaliza en la misma fuente.

El problema queda representado como se muestra a continuación:

Función Objetivo:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{\substack{i=1 \\ (i,j) \in E}}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \in \Delta^+(0)}}^n x_{0j} = m \quad \text{Restricción 1}$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \in \Delta^+(i)}}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \forall i \in V \setminus \{0\} \quad \text{Restricción 2}$$

$$\sum_{\substack{i=1 \\ i \in \Delta^-(j)}}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \forall j \in V \setminus \{0\} \quad \text{Restricción 3}$$

$$\begin{aligned} u_i - u_j + px_{ij} &\leq p - 1 && \forall (i,j) \in E, i \neq 0, j \neq 0 && \text{Restricción 4} \\ x_{ij} &\in \{0,1\} && \forall (i,j) \in E \\ u_i &\geq 0 && \forall i \in V \end{aligned}$$

La Función Objetivo indica que la distancia total recorrida en la red de transporte, es la suma de la distancia de cada arco  $(i,j)$  por el que se ha transitado.

La Restricción 2 y Restricción 3, aseguran que cada cliente, representará un nodo en exactamente una ruta.

En la Restricción 4, los sub-tours son eliminados, limitando cada ruta a una cantidad máxima de “ $p$ ” clientes. Como se explicó anteriormente, la desigualdad utilizada para eliminar los sub-tours, se aplica con el objetivo de visitar cada uno de los nodos en una sola ruta, de manera que la solución no implique realizar dos o más tours. Ésta es la llamada “*Desigualdad de Tucker*”, y su base matemática se expresa de la siguiente manera:

$|E| = O(n^2) \rightarrow$  Se asume que el valor positivo del conjunto de nodos, es igual a la cantidad de variables binarias

$O(n^2)$  = Cantidad de variables binarias en el problema

$O(2^n)$  = Cantidad de restricciones

$O(n)$  = Cantidad de variables positivas

$u_i, u_j \rightarrow$  Variables reales.

El valor  $p$ , tiene el mismo valor que  $n$ , por lo tanto, no hay una cantidad definida de clientes por ruta.

En tal caso, el problema de los “ $m$ ” agentes viajeros, se puede plantear como un TSP con una cantidad “ $m$ ” de fuentes, siendo la distancia entre ellas infinita. No se incluirán arcos que unan dos fuentes en la solución del TSP.

### **Problema con Capacidades (VRP – CVRP)**

Cada cliente, representado por un nodo “ $i$ ”  $\in V$  (distinto a la fuente), posee una demanda asociada  $d_i$ . El conjunto de vehículos, que denominaremos *flota*, es homogéneo. La capacidad de cada vehículo quedará expresada por  $C$ .

A diferencia del modelo TSP y  $m$ -TSP, no existe una cantidad de rutas fijadas con anterioridad.

Se denomina  $S$  al conjunto de clientes a visitar. Por consiguiente, la demanda total de todos clientes, queda expresada en función de  $S$ , de la siguiente manera:

$$d(S) = \sum_{i \in S} d_i \longrightarrow \text{Demanda total}$$

Por otro lado, se debe expresar el tamaño mínimo que debe tener la flota para satisfacer a cada uno de los clientes, cuyo valor también quedará expresado en función de  $S$ , tal como se muestra a continuación:

$r(S) \longrightarrow$  Tamaño mínimo de la flota

El problema queda expresado de la siguiente forma:

Función Objetivo:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{\substack{i=1 \\ (i,j) \in E}}^n \sum_{j=1}^n d_{ij} x_{ij}$$

Sujeto a:

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \in \Delta^+(0)}}^n x_{0j} = m \quad \text{Restricción 1}$$

$$\sum_{\substack{i=1 \\ i \in \Delta^-(0)}}^n x_{i0} = m \quad \text{Restricción 2}$$

$$\sum_{\substack{j=1 \\ j \in \Delta^+(i)}}^n x_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, n \quad \forall i \in V \setminus \{0\} \quad \text{Restricción 3}$$

$$\sum_{\substack{i=1 \\ i \in \Delta^-(j)}}^n x_{ij} = 1 \quad j = 1, 2, \dots, n \quad \forall j \in V \setminus \{0\} \quad \text{Restricción 4}$$

$$\sum_{i \in S, j \in \Delta^+(i) \setminus S} x_{ij} \geq r(S) \quad \forall S \subset V \setminus \{0\} \quad \text{Restricción 5}$$

$$m \geq 1$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall (i,j) \in E$$

La Función Objetivo indica que la distancia total recorrida en la red de transporte, es la suma de la distancia de cada arco  $(i,j)$  por el que se ha transitado.

La Restricción 1 y Restricción 2, indican que el tamaño de la flota es de  $m$  vehículos, y que cada uno de ellos, debe regresar a la fuente (nodo de partida) desde donde inició la ruta.

La Restricción 3 y Restricción 4, aseguran que cada cliente, será representado por un nodo, en exactamente una ruta.

La Restricción 5, elimina los posibles sub-tours, y además, asegura que la demanda total de los clientes  $d(S)$  no puede superar a la capacidad de la flota  $C$ .

### Problema con Ventanas de Tiempo (VRPTW)

Cada cliente, representado por un nodo “ $i$ ”, perteneciente al conjunto de nodos definido anteriormente como  $V$ , y distinto al nodo de la fuente  $\{0\}$ , tiene asociado una ventana de tiempo. Se definen a continuación, los siguientes términos:

$[e_i, l_i]$ : Ventana de tiempo. Son los límites temporales, dentro de los cuales, el cliente está disponible para ser visitado por un vehículo.

$s_i$ : Tiempo de visita o servicio, por parte de un vehículo, al cliente  $i$ .

$(i, j)$ : Arco que se incluye en la solución.

$t_i$ : Hora en que un vehículo llega al cliente  $i$ .

$t_j$ : Hora en que un vehículo llega al cliente  $j$ .

Luego, deben cumplirse las siguientes restricciones:

$t_i \leq l_i$ : El vehículo, debe llegar al cliente  $i$  antes que la hora máxima establecida por el mismo.

$t_j \leq l_j$ : El vehículo, debe llegar al cliente  $j$  antes que la hora máxima establecida por el mismo.

$t_i < e_i$ : Si el vehículo llega antes del intervalo temporal establecido, éste deberá esperar hasta que el cliente  $i$  esté disponible para ser atendido.

$t_j = e_i + s_i + t_{ij}$ : El horario de llegada de un vehículo al cliente  $j$ , quedará definido por el horario inicial del intervalo de tiempo disponible del cliente  $i$ , más el tiempo de servicio requerido para satisfacer al mismo cliente, más el tiempo que demore recorrer la distancia desde el cliente  $i$  al cliente  $j$ .

Una misma fuente, quedará definida por dos nodos;  $\{0\}$ ,  $\{n+1\}$

El conjunto  $K$ , como se mencionó anteriormente, representa el tamaño de flota necesario para satisfacer la demanda total de los clientes. Cada vehículo, será representado por  $k$  (Por lo tanto,  $k \in K$ ).

Se formula el problema de la siguiente manera:

Función Objetivo:

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{k \in K} \sum_{\substack{i=1 \\ (i,j) \in E}}^n \sum_{j=1}^n d_{ij}^k x_{ij}^k$$

Sujeto a:

$$\sum_{k \in K} \sum_{j \in \Delta^-(i)} x_{ij}^k = 1 \quad \forall i \in V \setminus \{0, n+1\} \quad \text{Restricción 1}$$

$$\sum_{j \in \Delta^+(0)} x_{0j}^k = 1 \quad \forall k \in K \quad \text{Restricción 2}$$

$$\sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ij}^k - \sum_{j \in \Delta^-(i)} x_{ji}^k = 0 \quad \forall k \in K, i \in V \setminus \{0, n+1\} \quad \text{Restricción 3}$$

$$\sum_{i \in V \setminus \{0, n+1\}} d_i \sum_{j \in \Delta^+(i)} x_{ij}^k \leq q^k \quad \forall k \in K \quad \text{Restricción 4}$$

$$y_j^k - y_i^k \geq s_i + t_{ij}^k - M(1 - x_{ij}^k) \quad \forall i, j \in V \setminus \{0, n+1\}, k \in K \quad \text{Restricción 5}$$

$$e_i \leq y_i^k \leq l_i \quad \forall i \in V \setminus \{0, n+1\}, k \in K \quad \text{Restricción 6}$$

$$x_{ij}^k \in \{0,1\} \quad \forall (i,j) \in E, k \in K$$

$$y_i^k \geq 0 \quad \forall i \in V \setminus \{0, n+1\}, k \in K$$

$x_{ij}^k$  : Variable binaria. Su valor indica si el arco  $(i,j)$  es recorrido por el vehículo  $k$ .

$y_i^k$  : Variable que indica la hora en la que el vehículo  $k$  visita al cliente  $i$ . El valor de esta variable, solamente tendrá valor si aquel cliente es visitado por dicho vehículo).

Función Objetivo: Distancia total de la ruta.

- La Restricción 1 indica que todos los clientes de la ruta son visitados.
- La Restricción 2 y Restricción 3, indica que cada uno de los vehículos pertenecientes al conjunto  $K$ , recorren una ruta que se inicia y termina en la misma fuente.
- La Restricción 4 establece la capacidad de  $k$ .

- La Restricción 5 asegura que un vehículo que se traslada del punto  $i$  al  $j$ , no puede llegar  $j$  antes del tiempo establecido por la suma del horario inicial del intervalo de tiempo disponible del cliente  $i$ , más el tiempo de servicio requerido para satisfacer al mismo cliente, más el tiempo que demore recorrer la distancia desde el cliente  $i$  al cliente  $j$ .  $M$  es una constante suficientemente grande. Además, elimina posibles sub-tours.
- La Restricción 6 establece los límites de las ventanas de tiempo.

### Otros problemas asociados a VRP

- Problema de ruteo con backhauls

*Vehicle Routing Problem con Backhauls (VRPB)*, o también conocido como el problema de *linehaul-backhaul*, es una extensión del VRP, que involucra tanto lugares de entrega como de recogida.

Los puntos de entrega (Linehaul), son los sitios que van a recibir una cantidad de productos de la única fuente. Los puntos de recogida (Backhaul), son los sitios que envían una cantidad de mercancías de vuelta a la fuente. El supuesto crítico, es que todas las entregas deben ser hechas en cada ruta antes de empezar a recoger productos.

La flota de vehículos se supone que es homogénea. Por lo tanto, una solución factible para el problema se compone de un conjunto de rutas en las que todas las entregas para cada ruta se completan antes de que cualquier recogida de productos se efectúe, y la capacidad del vehículo no es violada por los puntos linehaul ni por los backhaul, asignados a la ruta. El objetivo es encontrar un conjunto de rutas, tal que se minimiza el total de la distancia recorrida.

### Problema de ruteo con múltiples fuentes

En este caso, ya no existe una fuente única que abastecerá a todos los clientes. La demanda total de clientes es satisfecha por más de una fuente. A cada una de las fuentes, se le asigna una flota de vehículos, lo cual puede resultar ser un problema adicional. Existen otras situaciones en las que los vehículos no necesariamente terminan su ruta en su fuente de origen.

### *Split Delivery VRP (SDVRP)*

Se utiliza cuando es posible satisfacer la demanda de un cliente utilizando más de un vehículo. Este método es muy útil cuando la demanda de un cliente en particular sobrepasa la capacidad de un vehículo (Suponiendo flota homogénea).

## Técnicas utilizadas en la solución del problema de VRP

### Métodos exactos

El nivel de dificultad que puede llegar a presentar los problemas de VRP, puede llegar a ser muy alto. Cuando la situación incluye una baja cantidad de clientes, es posible resolverla utilizando métodos exactos. Normalmente, se resuelve una relajación del problema, por ejemplo, mediante Branch and Bound, o también, mediante generación de columnas.

### Heurísticas

Son definidas como métodos simples que exploran, de manera limitada, en el espacio de búsqueda, dando soluciones de una calidad aceptable, no en todos los casos óptimos,

Es más sencillo programar y comprender una heurística que un método exacto, ya que, algorítmicamente, son menos sofisticadas, siendo ésta una ventaja que poseen por sobre los métodos exactos.

Las heurísticas resuelven problemas sencillos de VRP. Pero, a lo largo de los años, se han ido modificando y agregando nuevas restricciones para poder abarcar nuevos tipos de problemas de ruteo. Dentro de ellas, podemos encontrar las ventanas de tiempo.

Algunos tipos de heurísticas se mencionarán a continuación:

**-Inserción:** Se va creando una solución mediante sucesivas inserciones de nodos (clientes) en las rutas. En cada una de las iteraciones, se obtiene una solución parcial, cuyas rutas sólo visitan un subconjunto de clientes, y se selecciona uno no visitado para insertarlo en aquella solución.

**-Ahorro:** Se crea una solución, de manera que en cada paso del procedimiento, una situación actual (probablemente infactible) es comparada con otra situación alternativa, la cual también puede ser infactible. Esta situación alternativa, entrega el mayor ahorro en términos, por ejemplo, del costo total. La iteración es finalizada cuando se encuentra una configuración factible.

**-Mejora/Intercambio:** La factibilidad es mantenida en toda la iteración, buscando en todo momento la optimalidad. En cada paso, se avanza hacia una solución factible. La cual es modificada para llegar a otra solución factible, la que posee un costo total menor. El procedimiento se detiene cuando es imposible seguir haciendo reducciones en costo.

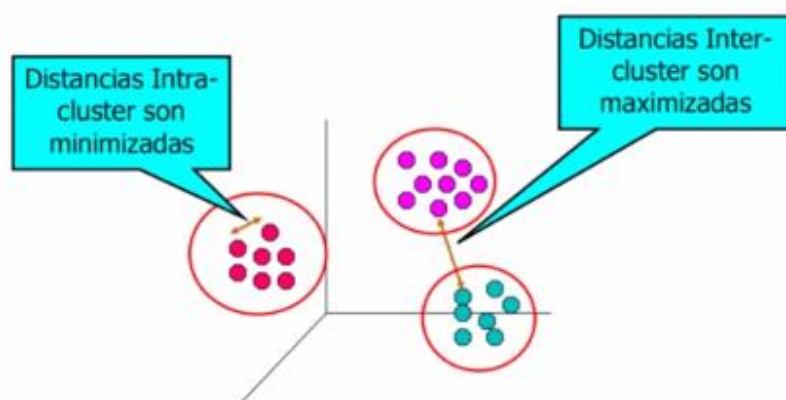
**-Clúster first, Route second:** Consiste en agrupar nodos, para luego, crear una ruta y satisfacerlos (*Clúster First, Route Second*). Posee dos etapas. En la primera fase, se generan grupos de clientes (Clúster), que estarán en una misma ruta en la solución final. Luego para cada uno de los clúster generados, se construye una ruta que pase por todos sus nodos (clientes). Las restricciones relacionadas con la capacidad de los vehículos, se consideran en la primera fase, asegurando que la demanda total de cada clúster no supere la capacidad del vehículo. Construir las rutas de cada uno de los clúster, es resolver un TSP, que dependiendo del número de nodos del clúster, es posible resolverlo de manera aproximada, o bien, exacta. Normalmente, para construir clúster, se utiliza el algoritmo Sweep (o algoritmo de barrido). Otro método, es *K-Means*, el cual se explicará a continuación.

**-K-Means:** Es una forma de agrupamiento mediante un algoritmo, que tiene por objetivo encontrar grupos de observaciones con características similares. Las observaciones inter-clúster, deben ser lo más diferentes posible. En otras palabras, se intenta maximizar la variación inter-clúster, y minimizar la variación intra-cluster.

*K-means*, es un ejemplo de minería de datos no supervisada, en donde todas las variables poseen el mismo estatus.

Para la aplicación del algoritmo *K-Means* se debe definir lo siguiente:

- 1) Dado una cantidad “n” de objetos, elegir un número “k” de centroides.
- 2) Asignar cada objeto al centroide más cercano.
- 3) Actualizar mediante iteraciones el centroide de cada clúster
- 4) Repetir el paso 2 y 3, hasta que los centroides de cada clúster no cambien.



**Figura 2.4:** Ilustración de distintos clúster formados  
**Fuente:** “Introduction to Data Mining”, por Pang-Ning Tan, et al.

### **Capítulo III: Metodología**

---

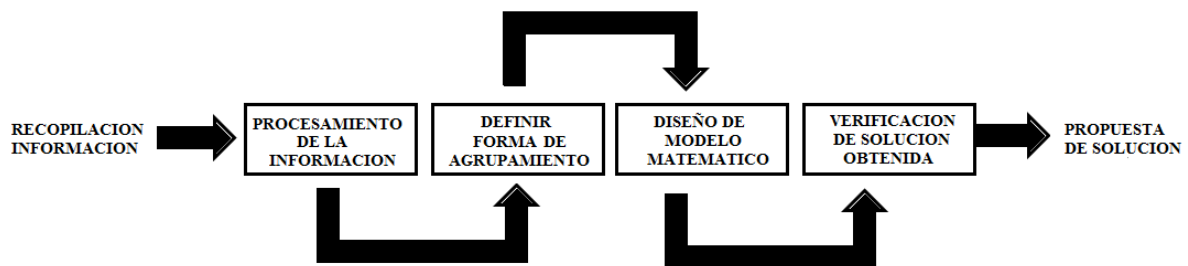
*En este capítulo, se describirá la metodología utilizada a través del agrupamiento. Posteriormente, se diseñará el modelo matemático aplicado a uno de los clúster, con el objeto de ilustrar el funcionamiento del modelo, donde la aplicación al modelo en su totalidad se encontrará en los respectivos anexos.*

### 3. Metodología y resolución del problema

#### 3.1 Metodología propuesta

Considerando los antecedentes conocidos del problema, la metodología utilizada dentro de la memoria de titulación es la siguiente:

- Procesamiento y selección de la información conocida.
- Selección de la forma de agrupamiento.
- Diseño de un modelo matemático para la validación de la solución.
- Verificación de la solución obtenida.



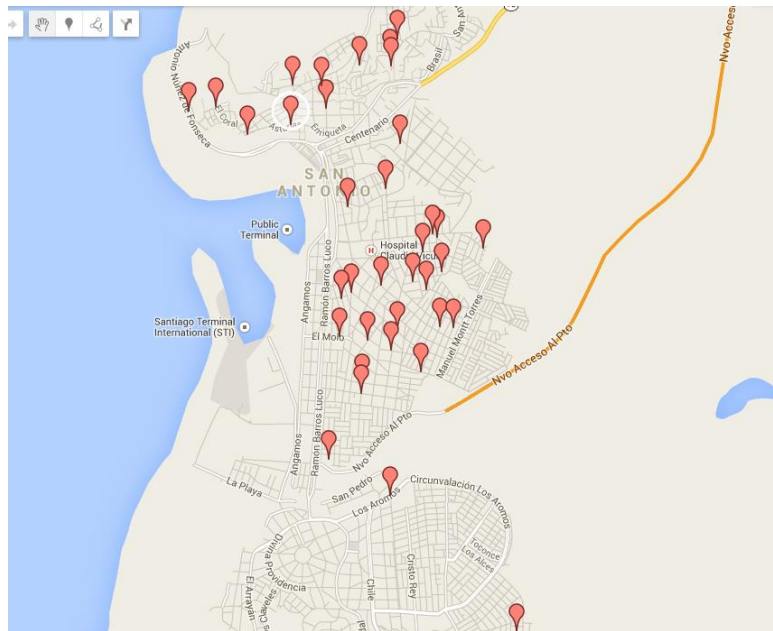
**Figura 3.1:** Modelo de Metodología a utilizar  
**Fuente:** Elaboración Propia.

Dentro de la metodología se incluye los siguientes antecedentes:

- Se dispone de datos históricos de 1000 clientes, realizada en un mes, los cuales sólo fue entregado 634 unidades.
- La localidad de los clientes va desde Valparaíso hasta Villa Alemana.
- Se conoce con certeza el punto de entrega.
- Disponibilidad para recepción del producto.
- Generar rutas para 3 activadores durante el mes.
- Diseño de un modelo completamente determinístico (no existen factores aleatorios).
- Validación de propuesta para el ruteo de un mes.

### 3.2 Procesamiento de la información

Lo que se conoce con antelación es un listado con los puntos de entrega para cada cliente. Lo que se debe realizar es ubicar los puntos en un mapa. Para ello se utiliza la herramienta de GOOGLE “Google Maps”, tal como se ilustra en la siguiente figura.



**Figura 3.2:** Ejemplo de ubicación de nodos en mapa  
**Fuente:** Elaboración Propia.

Esto se puede realizar en función de distintas variables, distancia, tiempo, coordenadas. En este caso se utilizará su posición geográfica (latitud y longitud). Se reitera que esto se aplica para tener una orientación de la ubicación dentro de un plano.

Dentro de este grupo de puntos en el plano se aprecia principalmente de dos a tres sub-grupos que se encuentran alejados entre sí, pero cada uno incluye un número definido de puntos los cuales se encuentran a una menor distancia.

### Tiempos involucrados dentro del proceso de entrega

La información recolectada indica que un activador requiere para desplazarse de un nodo a otro, un tiempo promedio de 30 minutos. Si se considera una jornada laboral de 8 horas, implica que un activador debería visitar en promedio 16 clientes. Sin embargo, el número de clientes atendidos dentro de la jornada laboral no representa la realidad, debido a que se excluyen factores tales como la hora de inicio del servicio, ya que al tener que rendir las entregas del día anterior, y al ser el inicio de su jornada laboral a las 9:00 horas, puede retrasar su salida incluso hasta que toda la documentación entregada quede totalmente clara.

Otro aspecto es que no existe fiscalización respecto de la hora a la que se finaliza el proceso. Desde el punto de vista de la empresa, no importa hasta qué hora termine el activador en entregar el producto, solo que este sea entregado. En tanto por parte del activador, existen distintas versiones ya que puede trabajar hasta más tarde para entregar la mayor cantidad de productos, o bien, trabajar solo media jornada, dejando productos pendientes.

Para ejemplificar lo que ocurre en la empresa, se ilustra un extracto de levantamiento de procesos realizado para dicha ruta.

**Tabla 3: Extracto de levantamiento de procesos involucrados en la entrega de productos bancarios.**

PROCESO	1	2	3	4	5	6	7
Llegada al lugar de entrega	28:50	19:12	32:45	12:07	22:02	07:03	12:42
Recepción del cliente al activador	04:34	10:37	01:25	09:51	01:21	03:24	01:10
Entrega de producto al cliente	03:00	04:40	02:01	01:23	02:34	05:07	01:31
Revisión de producto, contrato, firmas y dudas	04:17	04:41	00:49	06:12	02:57	02:58	04:41
Responder dudas y consultas	00:56	05:21	02:23	04:50	05:15	02:02	02:05

Fuente: Elaboración Propia

Dentro del proceso de entrega se ha considerado los factores principales involucrados. Claramente es apreciable que la cantidad de tiempo involucrado dentro de cada visita es mayor al entregado por parte de la empresa (30 minutos promedio). Los tiempos de mayor valor ocurre entre la visita de uno cliente a otro, superando en algunos casos los 30 minutos.

Considerando lo anterior, la expresión del tiempo involucrado desde que llega a un nodo, hasta que sale de él, queda expresada de la siguiente forma:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Tiempo} & + & \text{Tiempo} & + & \text{Violación} & = & \text{TIEMPO INVOLUCRADO} \\ \text{Transporte} & & \text{servicio} & & \text{Ventana de Tiempo} & & \text{A UN SOLO NODO} \end{array}$$

Esta igualdad representa el tiempo involucrado desde un cliente a otro, lo cual se denominará tiempo del proceso. El tiempo de transporte corresponde al tiempo involucrado de llegar desde un nodo a otro.

El tiempo de servicio es el tiempo que el activador necesita para desvincularse del producto con el cliente, el cual incluye tiempo de presentación, la recepción del cliente, la entrega del producto tal, revisión del contrato y recepción de la documentación, y resolución de dudas y consultas.

Esta igualdad se puede representar matemáticamente de la siguiente forma:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_i X_{ij} \quad \forall i \neq j, \quad i=1,2,3\dots n, \quad j=1,2,3\dots n$$

Dónde:

$C_i$ : Corresponde al tiempo involucrado de visitar un nodo  $i$ .

$X_{ij}$ : Variable de decisión, binario, con valor 1 si activador visita el nodo  $i$  luego de  $j$ , 0 en caso contrario.

## Comparación de la ruta realizada y la ruta obtenida a través de herramienta *Google Maps*

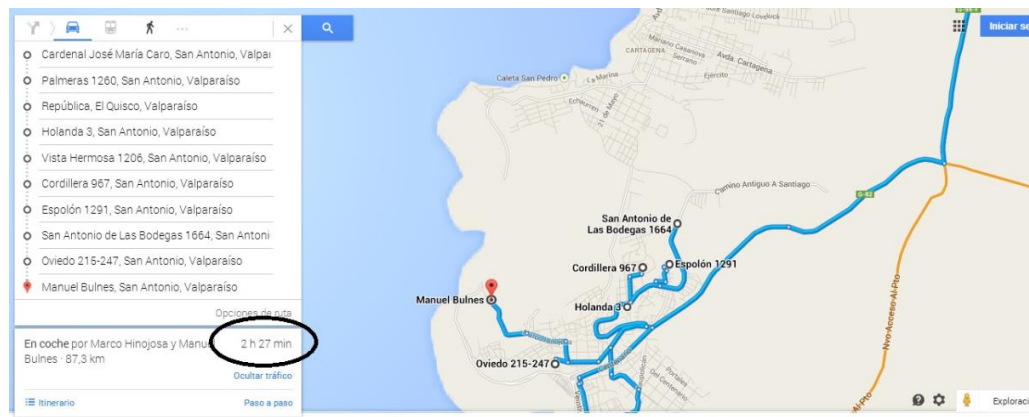
Es necesario generar la ruta realizada y comparar los tiempos involucrados en la ruta, debido a que se desea conocer la confiabilidad de la herramienta a utilizar.

Como fue mencionado anteriormente, a través de *Google Maps*, se puede determinar tanto la distancia que existe entre los distintos nodos, como también el tiempo involucrado entre dichos nodos.

Una forma de poder agruparlos es a través de las ventanas de tiempo que dispone que el cliente para recibir el producto, de forma que elegir la mejor propuesta, se debe cumplir que el activador debe maximizar las entregas.

Los activadores depende de un periodo de tiempo acotado para cada entrega, o bien, dicho activador desea entregar la mayor cantidad de productos, lo cual es un beneficio tanto para él como para la empresa. Desde el punto de vista del activador al aumentar sus entregas aumentan sus utilidades. Pero además, al entregar más productos bancarios, la empresa además de maximizar sus utilidades, mantiene la cantidad justa de productos bancarios en la bodega, permaneciendo lo menos posible en inventario.

Una forma de crear una ruta se puede realizar de distintas formas. Por ejemplo el siguiente caso



**Figura 3.3:** Tiempo involucrado en la entrega de productos

**Fuente:** Elaboración Propia.

El tiempo en transporte entregado por la herramienta corresponde a 2 horas, y 27 minutos, el cual es muy cercano al tiempo obtenido experimentalmente (dos horas, 36 minutos). Si bien puede cumplir con la entrega de todos los productos, esto debe considerar que puede sobrepasar el horario establecido para la entrega del total de ellos, y lo más grave aún, incrementar los costos por concepto de combustible. Por lo tanto, esto es reflejado por el tiempo involucrado, lo que lleva a un determinado costo. Es por ello que se debe encontrar una forma de agrupar un conjunto de clientes que posean una característica similar, de modo que permita la entrega del producto, como también sugerir la mejor ruta en términos de costo o tiempo.

Se considera además que el cliente puede recibir uno o más producto, a la misma hora, pero en distintos días de la semana.

También se debe considerar si el activador inicia su ruta desde la fuente o no, como también si debe o no llegar al nodo de inicio. Este factor es clave debido si inicia de la fuente y/o vuelve a ella, genera un costo el cual sobrepasa el presupuesto entregado al activador. Por otra parte, si la persona que entrega los productos puede dar inicio a su ruta, y él se encuentra dentro de la fuente o nodo más cercano a él, los costos involucrados a transporte se reducen considerablemente. Por ejemplo, si un activador realiza una ruta en Viña del Mar, el activador debe llegar a la fuente para iniciar su ruta, (la cual también se ubica en Viña del Mar) ya que se encontrará de manera cercana a su primer modo.

Por otra parte, si la persona debe realizar una ruta a algún lugar lejano, por ejemplo Los Andes, y la persona que realiza la ruta tiene residencia en La Calera, no tiene sentido tener que ir a la fuente para retirar su conjunto de productos. Es en estos casos, cuando el activador finaliza su ruta, debe volver a la fuente para retirar su ruta para el día siguiente realizarla desde el nodo más cercano, lo que reduce considerablemente los costos de transporte. Esto en términos globales beneficia al activador, ya que permite realizar su ruta lo más temprano posible y así abarcar la mayor cantidad de nodos que pueda.

Para resolver problemas asociados a ruteo se utilizan distintos tipos de algoritmos. Uno de ellos es el algoritmo de ahorro, o conocido como el algoritmo de Clark & Wright, la cual se expresa de la siguiente forma

$$S_{ij} = C_{0i} + C_{0j} - C_{ij}$$

Lo que desea lograr es minimizar el tiempo o bien los costos, asociados a desplazarse de un nodo "i" al nodo "j".

Si bien este tipo de algoritmo es muy utilizado para los problemas de ruteo, se encuentra orientado en función de la capacidad de entrega en un punto determinado, y definida para un número acotado de nodos. Además, en determinados casos el activador debería volver al mismo nodo de inicio (centro de operaciones), involucrando tiempos excesivos, los cuales presentan un costo, los cuales se incrementan a medida que existen nodos muy alejados entre sí. Es por ello que en primera instancia, se rechaza su utilización.

### 3.3 Aplicación de K-Means como método de agrupamiento

#### Formación de Clusters

El primer paso para iniciar la entrega de productos a los clientes, antes de crear la ruta, es la agrupación de los mismos en el mapa. La cercanía existente entre los distintos clientes, dará lugar a la formación de grupos (*clúster*), los cuales serán visitados por los activadores.

Es necesario formar clúster con una cantidad de nodos tal que un activador sea capaz de satisfacer dicha demanda, en un periodo de tiempo determinado.

El concepto de agrupamiento (*clustering*), permite encontrar elementos con características semejantes. El tamaño dimensional de cada elemento, no es una limitación para encontrar la distancia cartesiana entre dos puntos.

Para comenzar la agrupación de clientes en función de su cercanía, se obtienen las coordenadas de latitud y longitud de cada uno de ellos, mediante la herramienta *Google Maps*. De esta manera, se trabajará con dos variables (latitud, longitud) para encontrar la distancia cartesiana entre cada nodo y el centroide del clúster.

**Tabla 4: Ubicación en el espacio de 20 clientes, en función de su latitud y longitud, representado por las variables (x,y) respectivamente.**

	A	B	C	D	E
1			x	y	
2		1	-33,599509	-71,609547	
3		2	-33,588115	-71,602154	
4		3	-33,580708	-71,605952	
5		4	-33,590861	-71,601785	
6		5	-33,595263	-71,602054	
7		6	-33,592528	-71,610393	
8		7	-33,600518	-71,609513	
9		8	-33,591628	-71,604797	
10		9	-33,58774	-71,602847	
11		10	-33,60852	-71,606793	
12		11	-33,598657	-71,603695	
13		12	-33,595279	-71,600813	
14		13	-33,589154	-71,603906	
15		14	-33,578138	-71,625875	
16		15	-33,577956	-71,612827	
17		16	-33,573959	-71,606743	
18		17	-33,597114	-71,606625	
19		18	-33,574591	-71,606667	
20		19	-33,596321	-71,60903	
21		20	-33,592181	-71,603421	

**Fuente: Elaboración Propia.**

De modo de ejemplificar el funcionamiento del algoritmo, se toma la decisión de crear dos clúster. Por ende, se deben elegir dos nodos de forma arbitraria como centroides iniciales, para comenzar el proceso de agrupamiento.

Para el caso, se eligen los nodos número 10 y 20 para iniciar las iteraciones.

**Tabla 5: Coordenadas de los nodos 10 y 20**

<b>10</b>	-33,60852	-71,606793
<b>20</b>	-33,592181	-71,603421

**Fuente: Elaboración Propia.**

Independiente del nodo inicial a considerar, y si los puntos no cambian de posición, ni tampoco su número, los nodos que tendrá cada clúster no cambia, solo llevará a que el número de iteraciones aumente o disminuya. Para mayor información revisar Anexo N° 6: “Verificación de nodos agrupados por clúster mediante la variación del centroide inicial”. Página 147.

El siguiente paso es calcular la distancia que existe entre cada uno de los nodos del problema, y los nodos elegidos que corresponden a los centroides iniciales (nodos 10 y 20), de la siguiente forma:

Sea:

K= Número de clúster; k=1,2..n

C= Centroides; C1,C2 ... Ck

Xi=Nodo i; i=1,2..n

$$dE = \sqrt{\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n (x_i - C_j)^2} \quad \forall i \neq j$$

Dónde:

dE : Distancia cartesiana existente entre punto (x1,y1) y (x2, y2)

(x1,y1 ) : Coordenadas de latitud y longitud respectivamente para nodo N° 1

(x2,y2) : Coordenadas de latitud y longitud respectivamente para nodo N° 2

Otra forma de realizar el mismo procedimiento es a través de la distancia de Manhattan, el cual opera de la siguiente forma:

$$\sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^n |x_i - C_j|^2$$

La distancia de Manhattan se diferencia de la Euclidiana debido a que considera el camino del taxista, es decir, las distancias de la cual están conformadas las vías de tránsito son líneas son verticales y horizontales y no constituyen la distancia mínima entre dos puntos como es el caso de la euclidiana.

Debido a que el efecto del modelo se basa a partir del agrupamiento, y no del recorrido en términos de distancia, se considerará la distancia euclidiana como el algoritmo de agrupamiento.

De esta forma, la distancia existente desde cada nodo hasta los centroides del Clúster 1 y Clúster 2, queda expresada de la siguiente manera:

**Tabla 6: Ilustración de la ubicación espacial de los nodos 10 y 20**

	CLUSTER 1	CLUSTER 2
<b>1</b>	0,00942245	0,00955131
<b>2</b>	0,02092569	0,00425883
<b>3</b>	0,02782471	0,01174886
<b>4</b>	0,01835539	0,00210212
<b>5</b>	0,01407857	0,00337156
<b>6</b>	0,0163922	0,00698063
<b>7</b>	0,00845165	0,0103256
<b>8</b>	0,01700952	0,00148296
<b>9</b>	0,02115134	0,00447794
<b>10</b>	0	0,01668332
<b>11</b>	0,0103381	0,00648179
<b>12</b>	0,01452875	0,0040496
<b>13</b>	0,01958001	0,00306561
<b>14</b>	0,03587741	0,02648373
<b>15</b>	0,03115393	0,01705355
<b>16</b>	0,03456104	0,01852234
<b>17</b>	0,01140724	0,00588219
<b>18</b>	0,03392923	0,017887
<b>19</b>	0,01240241	0,0069714
<b>20</b>	0,01668332	0

**Fuente: Elaboración Propia.**

Al observar la figura anterior, se puede apreciar que la distancia del nodo 10 al centroide del clúster 1, al igual que la distancia del nodo 20 al centroide del clúster 2, es cero. Esto se debe a que los nodos extraídos aleatoriamente de la lista inicial, corresponden a los centroides de cada clúster. Esto cambiará a medida que se empiecen a realizar iteraciones para ajustar el centro de cada grupo de nodos.

Al conocer cada una de las distancias nodo-centroide, se verifica cual presenta menor tamaño, y se decide a qué clúster debe pertenecer a cada uno de los nodos. Por ejemplo, el nodo 5 presenta mayor cercanía con el centroide 2, por lo tanto, dicho nodo es asignado al clúster 2.

La clasificación de cada uno de los nodos, se presenta en la siguiente imagen.

**Tabla 7: Ilustración de la clasificación de cada uno de los nodos entre el Clúster N° 1 y Clúster N° 2, en función de su cercanía al respectivo centroide**

F	G	H	I	J	K	L
	CLUSTER 1	CLUSTER 2		MINIMO		CLUST ASIG
1	0,00942245	0,00955131		0,00942245		1
2	0,02092569	0,00425883		0,00425883		2
3	0,02782471	0,01174886		0,01174886		2
4	0,01835539	0,00210212		0,00210212		2
5	0,01407857	0,00337156		0,00337156		2
6	0,0163922	0,00698063		0,00698063		2
7	0,00845165	0,0103256		0,00845165		1
8	0,01700952	0,00148296		0,00148296		2
9	0,02115134	0,00447794		0,00447794		2
10	0	0,01668332		0		1
11	0,0103381	0,00648179		0,00648179		2
12	0,01452875	0,0040496		0,0040496		2
13	0,01958001	0,00306561		0,00306561		2
14	0,03587741	0,02648373		0,02648373		2
15	0,03115393	0,01705355		0,01705355		2
16	0,03456104	0,01852234		0,01852234		2
17	0,01140724	0,00588219		0,00588219		2
18	0,03392923	0,017887		0,017887		2
19	0,01240241	0,0069714		0,0069714		2
20	0,01668332	0		0		2

CLUSTER 1	1, 7, 10, 30, 31
CLUSTER 2	2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 32, 33, 34, 35, 36, 37

**Fuente: Elaboración Propia.**

La siguiente etapa, consiste en calcular el promedio de los nodos de cada clúster por separado. Se calcula la media aritmética de variable  $x$  (latitud) y la variable  $y$  (longitud) por separado. Dichos valores, corresponden a las coordenadas espaciales de los nuevos centroides asociados a cada clúster. El centroide se actualiza en cada iteración.

**Tabla 8: Ubicación espacial (latitud, longitud) de los centroides de los clúster 1 y 2 respectivamente, generados en la primera iteración**

<b>C1</b>	-33,600072	-71,606045
<b>C2</b>	-33,591257	-71,607059

**Fuente: Elaboración Propia.**

Se repite el paso anterior, calculando la distancia de cada nodo al nuevo centroide, y reasignando, si es necesario, los nodos a un clúster diferente, si la distancia que presentan entre ellos, es la menor.

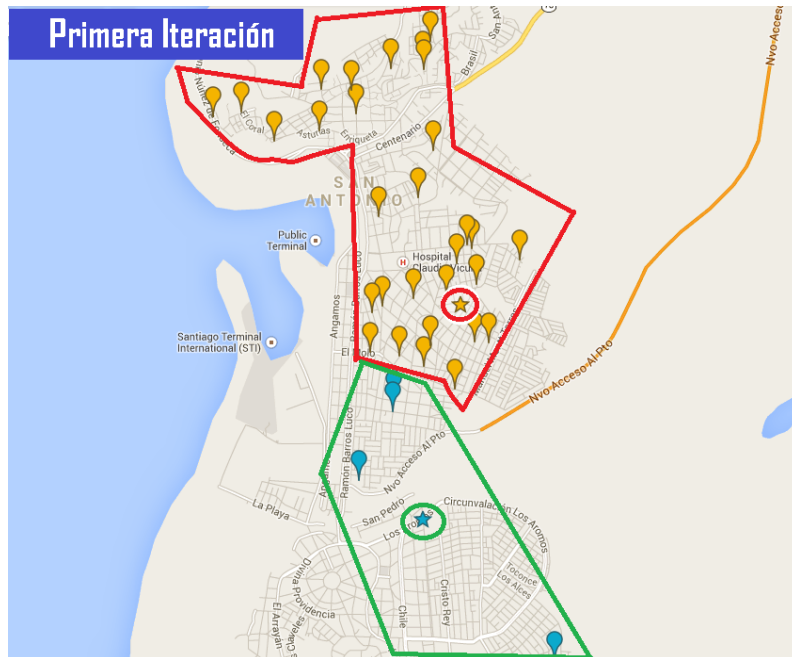
**Tabla 9: Ilustración que representa la reasignación de nodos a un nuevo Clúster, cuyo centroide ha sido actualizado.**

F	G	H	I	J	K	L
	<b>CLUSTER 1</b>	<b>CLUSTER 2</b>		<b>MINIMO</b>		<b>CLUST ASIG</b>
<b>1</b>	0,0035468	0,0086189		0,0035468		1
<b>2</b>	0,0125746	0,005825		0,005825		2
<b>3</b>	0,0193646	0,0106069		0,0106069		2
<b>4</b>	0,0101488	0,0052888		0,0052888		2
<b>5</b>	0,0062498	0,0064108		0,0062498		1
<b>6</b>	0,0087075	0,0035681		0,0035681		2
<b>7</b>	0,0034963	0,0095806		0,0034963		1
<b>8</b>	0,0085361	0,0022922		0,0022922		2
<b>9</b>	0,0127403	0,0054873		0,0054873		2
<b>10</b>	0,0084807	0,017265		0,0084807		1
<b>11</b>	0,0027435	0,0081287		0,0027435		1
<b>12</b>	0,0070959	0,0074289		0,0070959		1
<b>13</b>	0,0111259	0,00379		0,00379		2
<b>14</b>	0,0295692	0,022938		0,022938		2
<b>15</b>	0,0231328	0,0144978		0,0144978		2
<b>16</b>	0,0261227	0,0173009		0,0173009		2
<b>17</b>	0,0030146	0,0058731		0,0030146		1
<b>18</b>	0,0254889	0,0166706		0,0166706		2
<b>19</b>	0,0047939	0,0054341		0,0047939		1
<b>20</b>	0,0083162	0,0037535		0,0037535		2

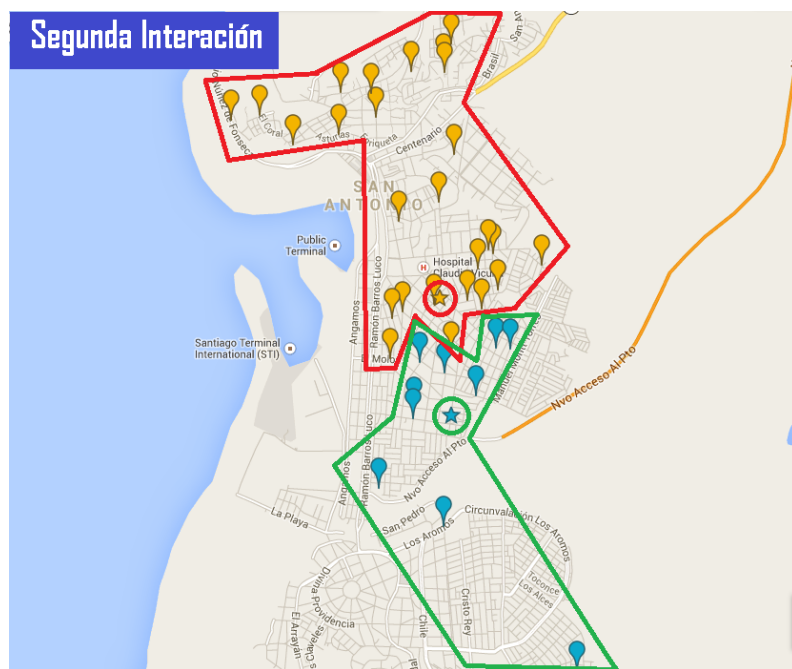
**Fuente: Elaboración Propia.**

De la misma forma, se siguen realizando iteraciones, con las cuales, el centroide de cada clúster va cambiando de posición, debido a que se van agregando y/o excluyendo nodos de cada grupo. Las iteraciones continúan hasta que la variación que presenten los clúster sea muy leve, o cero, siendo criterio de la persona encargada el fijar los grupos y detener las iteraciones.

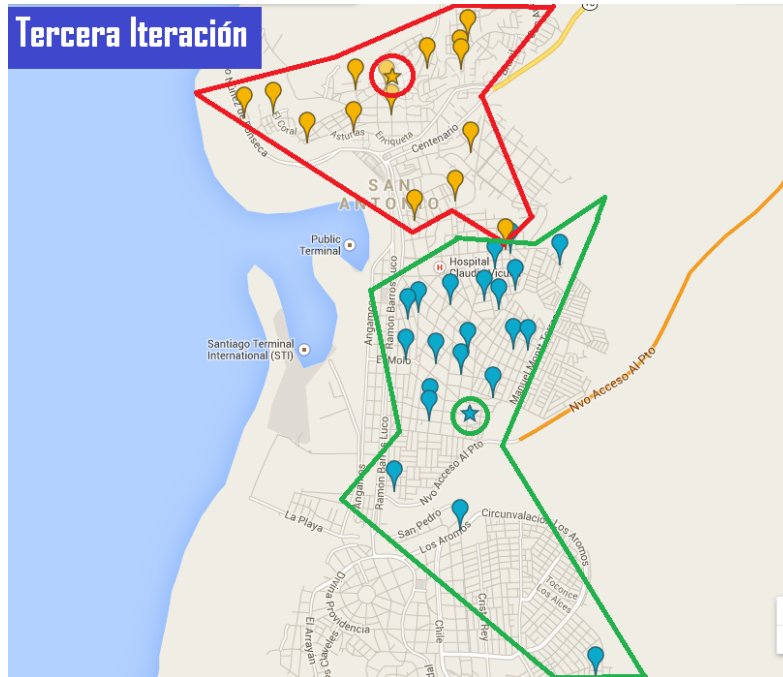




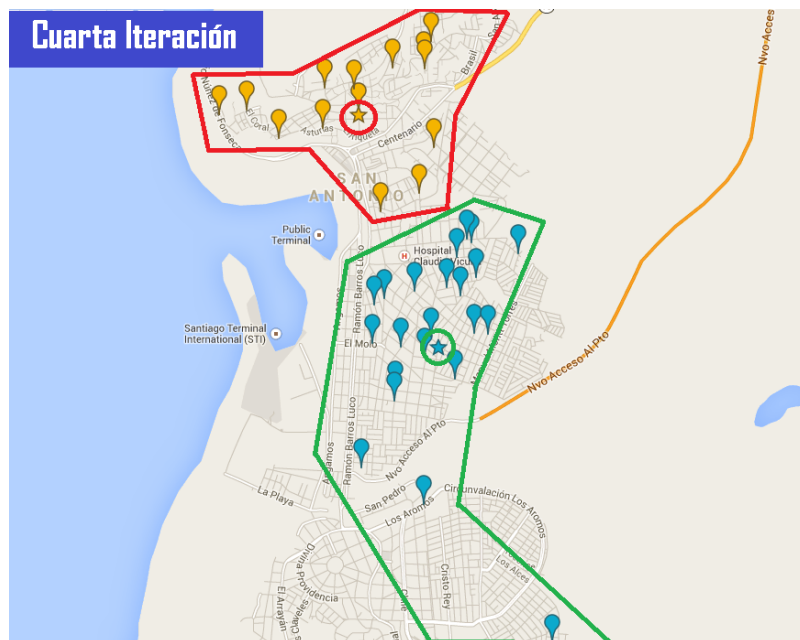
**Figura 3.5:** Clúster formados a partir de la primera iteración  
**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura 3.6:** Clúster formados a partir de la segunda iteración  
**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura 3.7:** Clúster formados a partir de la tercera iteración  
**Fuente:** Elaboración Propia.



**Figura 3.8:** Clúster formados a partir de la cuarta iteración y final  
**Fuente:** Elaboración Propia.

Dado el gran tamaño de los grupos formados, el proceso de agrupamiento de todos los *clúster* formados con sus respectivos nodos, se puede apreciar de forma clara en Anexo N° 4: “Conjunto de nodos formados mediante *k-means*”.Página 142.

### **Aspectos del proceso de agrupamiento de clientes**

La formación de clúster, comienza al elegir, de forma aleatoria, una cantidad de nodos igual a la cantidad de grupos que se quieran formar. Cada uno de ellos, se representa por la línea que encierra los conjuntos de nodos, y el centroide, queda identificado por el círculo que rodea dicha locación.

A medida que se van realizando iteraciones, los nodos van entrando, o bien, saliendo de cada clúster. De esta manera, se recalcula dónde se encuentra el nuevo centroide, en función de los nuevos nodos que se tienen.

La primera iteración, corresponde al agrupamiento inicial, y a la vez, más inexacto de todo el proceso. Es la única etapa del proceso iterativo en donde los centroides corresponden a la locación de nodos del problema.

Las siguientes iteraciones, producen centroides que no coinciden con ningún nodo del problema. Son locaciones con coordenadas diferentes, ajustándose de mejor manera al centro real de cada clúster.

Es posible establecer una condición para determinar cuándo detener el proceso iterativo. Cuando en las últimas iteraciones no se producen cambios sustanciales, se puede decidir detener la operación, y empezar a trabajar con los clúster formados.

Una vez formado los distintos grupos de clientes en función de su cercanía, es posible establecer rutas para cada uno de ellos. Teniendo en cuenta el tiempo promedio de entrega de productos bancarios de los activadores, es posible determinar la cantidad de nodos por clúster para la solución del problema definiendo su tamaño, asegurando que el activador tenga el espacio de tiempo suficiente para visitar todos los nodos, entregando todos los productos bancarios (en el mejor de los casos), dentro de los límites de su jornada laboral.

Si bien los nodos se encuentran muy cercanos entre sí, no se puede asegurar en su totalidad si el activador podrá visitar todos los nodos asignados en su ruta. Se debe definir la variable que refleje de la mejor forma la solución al problema presentado considerando ciertos factores. Un ejemplo de ello es que puede dirigirse a un nodo que se encuentra a una distancia muy lejana en comparación a otro, pero dicha distancia extensa, la puede recorrer en un intervalo de tiempo pequeño, tal como ocurre al viajar de Quilpué a Viña del Mar, por el troncal sur.

Un caso opuesto ocurre involucrar puntos donde geográficamente se encuentran muy cercanos entre sí, pero el tiempo para llegar de un nodo a otro es mayor, tal como ocurre dentro de una rotonda.

Debido a lo mencionado anteriormente, la variable considerada para formular el modelo será en función del tiempo y en minutos.

El tiempo que involucra a cada nodo, corresponde al tiempo que toma el activador en trasladarse del nodo “i” al nodo “j”. A lo anterior se debe agregar el tiempo que toma al activador en ser atendido por el cliente, ya que debe entregar determinada documentación, revisar el contrato, recolectar firmas entre otros.

A partir de los datos se puede extraer el tiempo de servicio promedio de cada cliente. Así mismo, se debe determinar un intervalo de tiempo el cual se encuentre muy cercano a la salida del nodo. Este tiempo se encuentra dentro de las ventanas de tiempo, pero que permite al activador considerar que se encuentra muy cercano al límite de la ventana de tiempo.

En consideración a lo anterior, la expresión del tiempo involucrado desde que llega a un nodo, hasta que sale de él, queda expresada de la siguiente forma:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{Tiempo} & + & \text{Tiempo} & + & \text{Violación} & & \text{TIEMPO INVOLUCRADO} \\ \text{Transporte} & & \text{servicio} & & \text{Ventana de Tiempo} & = & \text{AL VISITAR UN SOLO NODO} \end{array}$$

Lo anterior considera la llega del activador a un nodo, además del tiempo involucrado con el tiempo, y finalmente un intervalo de violación de la ventada de tiempo.

Para los efectos futuros, el tiempo de servicio será de 12 minutos, que corresponde al tiempo promedio de servicio para cada cliente, correspondiente a las doce últimas rutas. Además, la violación de la ventana de tiempo, es un rango de tiempo establecido por política. Para efectos del caso se incluye dentro del tiempo de servicio.

Por lo tanto, en base de todas las consideraciones anteriores y basándose en datos históricos, el siguiente paso es determinar el tiempo involucrado al transporte de nodo a nodo. Para ello se utiliza la herramienta “*Google Maps*” ya que como se ha mencionado anteriormente, el tiempo es un variable que se acerca más a lo que ocurre en la realidad del problema.

La siguiente tabla ilustra los tiempos asociados al transporte de un nodo a otro. El tiempo se considera en minutos y recordando que lo que se representará es el tiempo involucrado para recorrer todos los nodos para un determinado clúster.

**Tabla 10: Extracto de tabla asociada al tiempo de transporte de un nodo a otro**

I/J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0	6	4	4	15	11	1	17	4	6	9	17	3	6	8	9
2	4	0	4	5	12	11	4	7	1	9	4	13	3	8	7	9
3	6	4	0	5	6	5	6	4	3	9	5	6	4	5	3	5
4	4	1	5	0	3	4	5	2	2	9	4	3	2	9	8	10
5	4	4	6	2	0	4	4	3	4	9	1	1	3	8	9	11
6	3	4	5	4	4	0	3	2	3	7	3	4	3	5	6	8
7	1	4	6	4	4	3	0	3	4	6	2	4	3	7	8	10
8	3	2	4	2	2	3	3	0	2	7	2	3	1	7	7	9
9	4	1	4	2	4	3	4	2	0	9	4	4	1	8	6	8
10	14	17	17	18	17	15	14	16	17	0	16	18	17	17	18	20
11	2	2	5	4	1	3	2	2	4	7	0	2	3	7	8	10
12	4	4	6	3	1	4	5	3	4	9	2	0	3	9	9	11
13	3	1	4	3	3	3	3	1	1	8	3	4	0	8	6	9
14	8	7	6	9	9	6	8	7	7	9	9	9	7	0	4	7
15	7	6	4	8	8	5	7	6	6	8	8	8	6	3	0	4
16	9	8	5	9	10	8	10	8	8	10	10	11	8	6	4	0

**Fuente: Elaboración Propia**

La matriz posee su diagonal con valores igual a cero, debido a que el tiempo de llegada al mismo nodo es nulo.

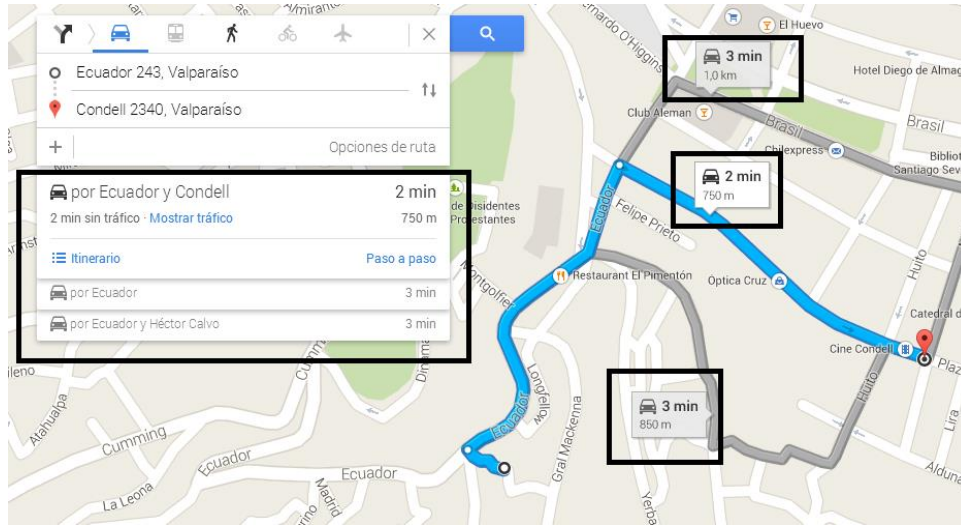
Para comprobar los tiempos obtenidos se ha realizado una práctica en terreno, en donde los tiempos registrados son muy cercanos a los obtenidos.

La principal ventaja de utilizar *Google Maps*, es que agrega el factor “congestión” dentro de sus resultados, entregando la mejor ruta para trasladarse de un nodo a otro.

Ortuzar y Willumsen (1994), definen congestión como una condición en donde la demanda se acerca a la capacidad de la infraestructura transitada, y en donde el tiempo de tránsito aumenta a un valor extremadamente superior al que rige en condiciones de baja demanda.

Esto permite que los resultados entregados por *Google Maps* sean más precisos, lo cual comprueba lo realizado en terreno.

Al momento de establecer la matriz final es necesario agregar el tiempo involucrado que le toma al activador iniciar sus actividades desde el centro de operaciones.



**Figura 3.9:** Clúster formados a partir de la segunda iteración  
**Fuente: Elaboración Propia.**

Al incluir el tiempo de servicio, se obtiene la siguiente matriz

**Tabla 11: Ilustración de tiempos totales del proceso a cada nodo.**

I/J	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	0	18	16	16	27	23	13	29	16	18	21	29	15	18	20	21
2	16	0	16	17	24	23	16	19	13	21	16	25	15	20	19	21
3	18	16	0	17	18	17	18	16	15	21	17	18	16	17	15	17
4	16	13	17	0	15	16	17	14	14	21	16	15	14	21	20	22
5	16	16	18	14	0	16	16	15	16	21	13	13	15	20	21	23
6	15	16	17	16	16	0	15	14	15	19	15	16	15	17	18	20
7	13	16	18	16	16	15	0	15	16	18	14	16	15	19	20	22
8	15	14	16	14	14	15	15	0	14	19	14	15	13	19	19	21
9	16	13	16	14	16	15	16	14	0	21	16	16	13	20	18	20
10	26	29	29	30	29	27	26	28	29	0	28	30	29	29	30	32
11	14	14	17	16	13	15	14	14	16	19	0	14	15	19	20	22
12	16	16	18	15	13	16	17	15	16	21	14	0	15	21	21	23
13	15	13	16	15	15	15	15	13	13	20	15	16	0	20	18	21
14	20	19	18	21	21	18	20	19	19	21	21	21	19	0	16	19
15	19	18	16	20	20	17	19	18	18	20	20	20	18	15	0	16
16	21	20	17	21	22	20	22	20	20	22	22	23	20	18	16	0

**Fuente: Elaboración Propia**

### 3.4 Formulación y validación de un modelo matemático para la verificación de la solución del problema

Como se requiere que visite todos los nodos asociados a cada clúster, se debe formular un modelo que ilustre los tiempos necesarios para cada ruta encontrada, en términos de factibilidad de una jornada de trabajo normal.

Es necesario mencionar y recalcar que independiente de la ruta que entregue el modelo, sólo se considerará el tiempo mínimo que el activador puede realizar la ruta. Esto debido a que será dicha persona quien tomará la decisión del nodo que elegirá para iniciar su ruta, ya que independiente del camino que elija, el clúster definido se encontrará bien acotado, por lo que el tiempo de llegar de un nodo a otro será mucho menor en comparación al sistema de distribución utilizado anteriormente, permitiendo poder visitar y entregar los productos a todos los nodos que compongan la ruta. Lo que se desea fundamentar a través del modelo matemático es la ruta óptima visitando todos los nodos.

El modelo matemático queda expresado de la siguiente forma:

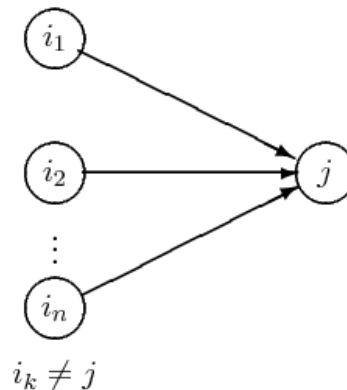
**Función objetivo:**

$$MIN \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

**Sujeto a:**

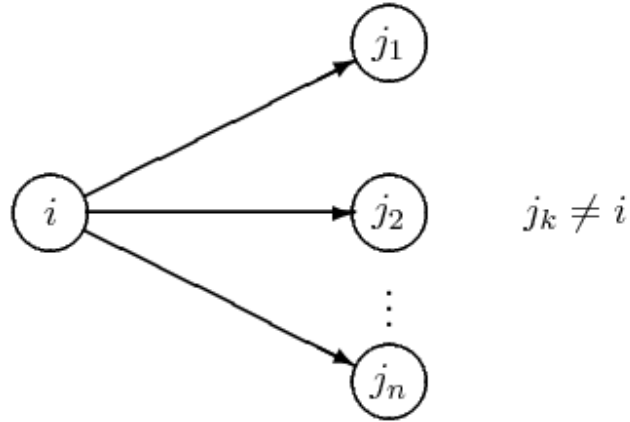
1.- **Restricción de llegada a un solo nodo**

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall j = 1, 2..n$$



2.- Restricción de salida a un solo nodo

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = 1 \quad \forall i = 1, 2, \dots, n$$



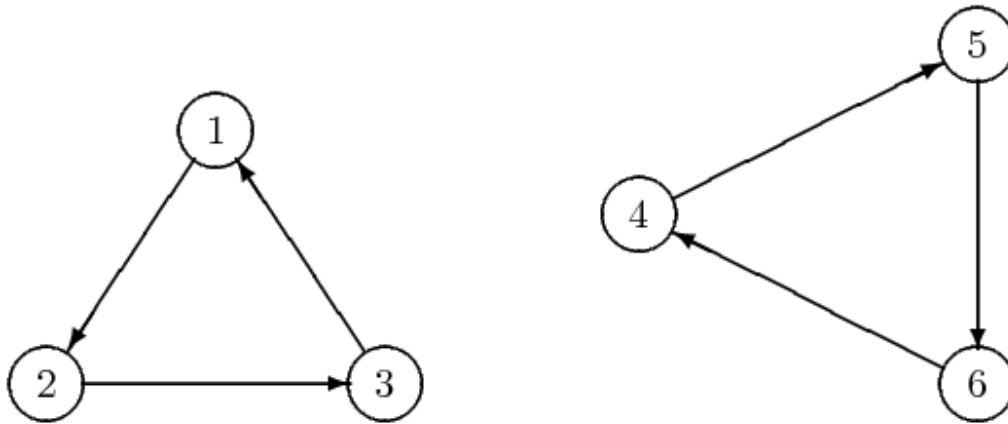
3.- Restricción de ruteo continuo

$$\sum_{i=1}^n x_{ij} - \sum_{j=1}^n x_{ij} = 0$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall i, j \text{ binario}$$

#### 4.- Restricción que elimina las sub rutas encontradas

Si se aplica el modelo planteado en base a la función objetivo y las restricciones mencionadas anteriormente, existe la posibilidad de que se formen sub rutas lo que también se conoce como "subtour". Este fenómeno genera que la solución encontrada se encuentre alejada de la óptima propuesta por el modelo, tal como lo ilustra la siguiente figura.



**Figura 3.10:** Ejemplo de sub rutas formadas a partir del modelo

**Fuente: Elaboración Propia.**

$$X_{12} = X_{23} = X_{31} = X_{45} = X_{56} = X_{64} = 1$$

$$x_{ij} = 0, \text{ en otros casos}$$

Es necesario mencionar que para exista una sub ruta debe cumplirse las siguientes condiciones:

1. Debe existir subconjuntos " $|U|$ ", que contengan entre al menos dos nodos, es decir, existe  $U$  el cual es subconjunto de  $|V|$ , tal que:
2. No debe existir conexiones entre el subconjunto de nodos " $|U|$ " y el subconjunto de nodos de " $|V| - |U|$ "

Dónde:

$U$  = Corresponde a la cardinalidad del subconjunto de nodos formados dentro de cada ruta (clúster)

$V$  = Corresponde al conjunto de nodos totales formados por cada ruta.

Lo anterior se puede expresar de la siguiente forma:

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in \bar{S}} x_{ij} = 0 \quad 2 \leq |U| \leq |V| - 2$$

Donde:

$S$  = Conjunto de elementos formados por la sub ruta  $|U|$

$\bar{S}$  = Conjunto de elementos formados por la sub ruta  $|V| - |U|$

Por lo tanto, para la eliminación de las sub rutas generadas, se debe agregar la siguiente restricción:

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} x_{ij} \leq |S| - 1 \quad \forall \text{ Subtour } S$$

#### **Explicación de las variables involucradas:**

- La función objetivo permite minimizar el tiempo involucrado en la ruta.
- La restricción (1) indica solo se puede visitar un nodo desde un solo nodo anterior, ya que se considera que cada cliente es visitado una sola vez.
- La restricción (2) indica que desde el nodo “i” solo se puede visitar un nodo siguiente, es decir, desde el nodo “i” sólo se puede salir por un camino.
- La restricción (3) permite que el ruteo por los nodos sea continuo.
- La restricción (4) elimina las sub rutas formadas dentro de cada clúster.

#### **Validación para todos los clúster formados.**

Para obtener la solución de cada una de las rutas formadas por cada clúster del modelo se ha utilizado el software LINDO 6.1. Para la demostración de la propuesta se elegirá uno de los clúster formados, encontrando los tiempos de todos los clúster dentro del Anexo N° 7, página 150, expresado de la siguiente manera. El nodo elegido para la ilustración corresponde al N° 24.

**Minimizar:**

$$\begin{aligned}
&16X00Y01 + 15X00Y02 + 16X00Y03 + 16X00Y04 + \\
&16X01Y00 + 16X01Y02 + 14X01Y03 + 13X01Y04 + \\
&15X02Y00 + 16X02Y01 + 15X02Y03 + 15X02Y04 + \\
&16X03Y00 + 14X03Y01 + 15X03Y02 + 13X03Y04 + \\
&16X04Y00 + 13X04Y01 + 15X04Y02 + 13X04Y03
\end{aligned}$$

**Sujeto a:****Restricción de llegada a un solo nodo:**

$$\begin{aligned}
&X00Y01+X00Y02+X00Y03+X00Y04=1 \\
&X01Y00+X01Y02+X01Y03+X01Y04=1 \\
&X02Y00+X02Y01+X02Y03+X02Y04=1 \\
&X03Y00+X03Y01+X03Y02+X03Y04=1 \\
&X04Y00+X04Y01+X04Y02+X04Y03=1
\end{aligned}$$

**Restricción de salida de un solo nodo:**

$$\begin{aligned}
&X01Y00+X02Y00+X03Y00+X04Y00=1 \\
&X00Y01+X02Y01+X03Y01+X04Y01=1 \\
&X00Y02+X01Y02+X03Y02+X04Y02=1 \\
&X00Y03+X01Y03+X02Y03+X04Y03=1 \\
&X00Y04+X01Y04+X02Y04+X03Y04=1
\end{aligned}$$

**Restricción de ruteo continuo:**

$$\begin{aligned}
&X00Y01+X00Y02+X00Y03+X00Y04-X01Y00-X02Y00-X03Y00-X04Y00=0 \\
&X01Y00+X01Y02+X01Y03+X01Y04-X00Y01-X02Y01-X03Y01-X04Y01=0 \\
&X02Y00+X02Y01+X02Y03+X02Y04-X00Y02-X01Y02-X03Y02-X04Y02=0 \\
&X03Y00+X03Y01+X03Y02+X03Y04-X00Y03-X01Y03-X02Y03-X04Y03=0 \\
&X04Y00+X04Y01+X04Y02+X04Y03-X00Y04-X01Y04-X02Y04-X03Y04=0
\end{aligned}$$

**Tal que:**

$$\{X00Y01, X00Y02, X00Y03, X00Y04, X01Y00, X01Y02, X01Y03, X01Y04, X02Y00, X02Y01, X02Y03, X02Y04, X03Y00, X03Y01, X03Y02, X03Y04, X04Y00, X04Y01, X04Y02, X04Y03\} = \{0,1\} \text{ (binario)}$$

Llevando el modelamiento anterior a LINDO 6.1 queda de la siguiente forma:

```

LINDO
File Edit Solve Reports Window Help
MAX <untitled>
MIN
16X00Y01 + 15X00Y02 + 16X00Y03 + 16X00Y04 +
16X01Y00 + 16X01Y02 + 14X01Y03 + 13X01Y04 +
15X02Y00 + 16X02Y01 + 15X02Y03 + 15X02Y04 +
16X03Y00 + 14X03Y01 + 15X03Y02 + 13X03Y04 +
16X04Y00 + 13X04Y01 + 15X04Y02 + 13X04Y03
ST
X00Y01+X00Y02+X00Y03+X00Y04=1
X01Y00+X01Y02+X01Y03+X01Y04=1
X02Y00+X02Y01+X02Y03+X02Y04=1
X03Y00+X03Y01+X03Y02+X03Y04=1
X04Y00+X04Y01+X04Y02+X04Y03=1
X01Y00+X02Y00+X03Y00+X04Y00=1
X00Y01+X02Y01+X03Y01+X04Y01=1
X00Y02+X01Y02+X03Y02+X04Y02=1
X00Y03+X01Y03+X02Y03+X04Y03=1
X00Y04+X01Y04+X02Y04+X03Y04=1
X00Y01+X00Y02+X00Y03+X00Y04-X01Y00-X02Y00-X03Y00-X04Y00=0
X01Y00+X01Y02+X01Y03+X01Y04-X00Y01-X02Y01-X03Y01-X04Y01=0
X02Y00+X02Y01+X02Y03+X02Y04-X00Y02-X01Y02-X03Y02-X04Y02=0
X03Y00+X03Y01+X03Y02+X03Y04-X00Y03-X01Y03-X02Y03-X04Y03=0
X04Y00+X04Y01+X04Y02+X04Y03-X00Y04-X01Y04-X02Y04-X03Y04=0
END
INT X00Y01
INT X00Y02
INT X00Y03

```

**Figura 3.11:** Validación de modelo formulado a través del software LINDO 6.1.

Primera parte

**Fuente: Elaboración Propia**

```

MAX <untitled>
X02Y00+X02Y01+X02Y03+X02Y04-X00Y02-X01Y02-X03Y02-X04Y02=0
X03Y00+X03Y01+X03Y02+X03Y04-X00Y03-X01Y03-X02Y03-X04Y03=0
X04Y00+X04Y01+X04Y02+X04Y03-X00Y04-X01Y04-X02Y04-X03Y04=0

END

INT X00Y01
INT X00Y02
INT X00Y03
INT X00Y04

INT X01Y00
INT X01Y02
INT X01Y03
INT X01Y04

INT X02Y00
INT X02Y01
INT X02Y03
INT X02Y04

INT X03Y00
INT X03Y01
INT X03Y02
INT X03Y04

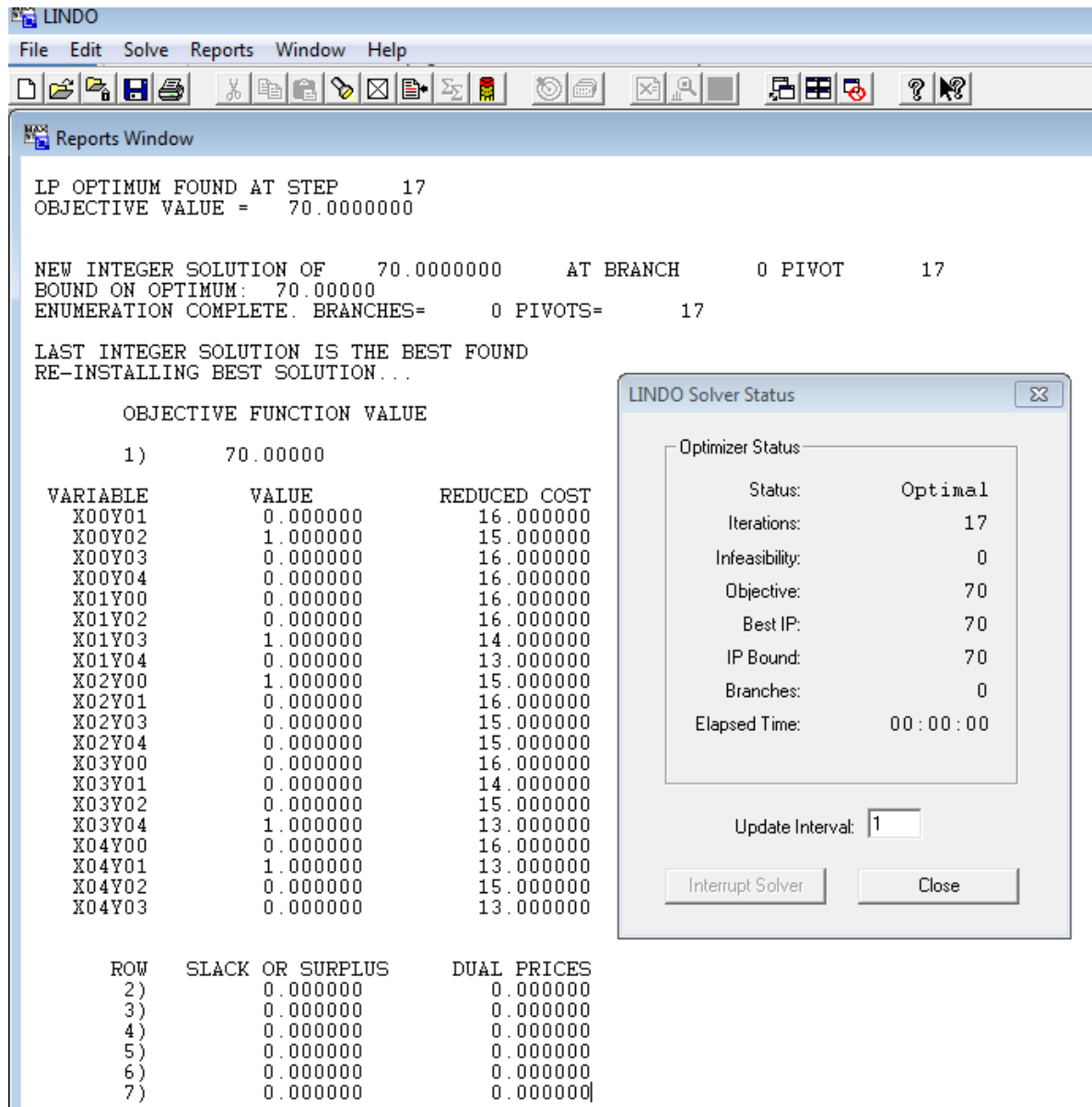
INT X04Y00
INT X04Y01
INT X04Y02
INT X04Y03

```

**Figura 3.12:** Validación de modelo formulado a través del software LINDO 6.1.  
Segunda parte.

**Fuente:** Elaboración Propia

El reporte obtenido por LINDO fue el siguiente:



LP OPTIMUM FOUND AT STEP 17  
OBJECTIVE VALUE = 70.0000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 70.0000000 AT BRANCH 0 PIVOT 17  
BOUND ON OPTIMUM: 70.00000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 17

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 70.00000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	16.000000
X00Y02	1.000000	15.000000
X00Y03	0.000000	16.000000
X00Y04	0.000000	16.000000
X01Y00	0.000000	16.000000
X01Y02	0.000000	16.000000
X01Y03	1.000000	14.000000
X01Y04	0.000000	13.000000
X02Y00	1.000000	15.000000
X02Y01	0.000000	16.000000
X02Y03	0.000000	15.000000
X02Y04	0.000000	15.000000
X03Y00	0.000000	16.000000
X03Y01	0.000000	14.000000
X03Y02	0.000000	15.000000
X03Y04	1.000000	13.000000
X04Y00	0.000000	16.000000
X04Y01	1.000000	13.000000
X04Y02	0.000000	15.000000
X04Y03	0.000000	13.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	0.000000
7)	0.000000	0.000000

**LINDO Solver Status**

Optimizer Status

Status:	Optimal
Iterations:	17
Infeasibility:	0
Objective:	70
Best IP:	70
IP Bound:	70
Branches:	0
Elapsed Time:	00 : 00 : 00

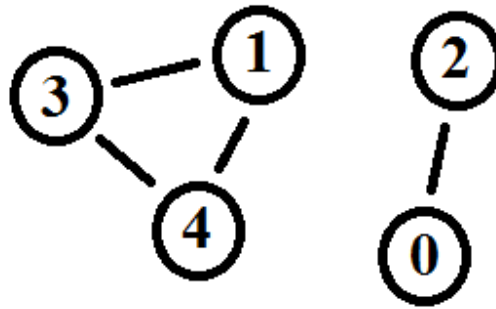
Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

**Figura 3.13:** Reporte de modelo formulado a través del software LINDO 6.1 sin restricciones de sub rutas

**Fuente:** Elaboración Propia

Se ha obtenido un tiempo de 70 minutos. Sin embargo este valor presenta sub rutas formadas, los cuales son los siguientes:



**Figura 3.14:** Ruta sugerida por LINDO a partir del modelo matemático planteado, sin restricción de sub rutas\*  
**Fuente: Elaboración Propia**

Para la formación de dicha restricción es necesario conocer las sub rutas que se forman al plantear el modelo en el software, por lo que es necesario realizar esta actividad previamente.

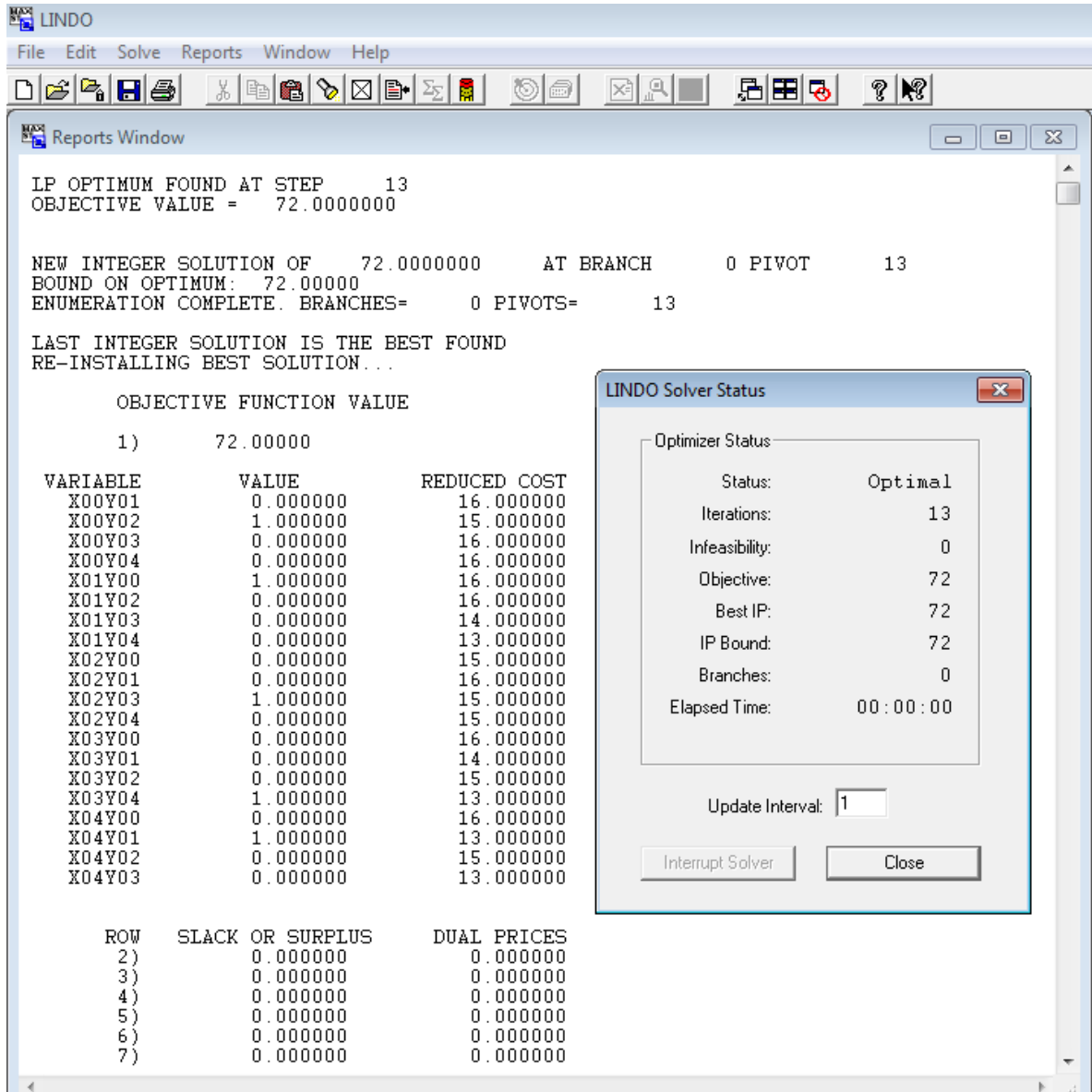
Tomando las sub rutas formadas, las restricciones que permiten eliminarlas son las siguientes:

**Restricciones que eliminan sub rutas dentro del clúster:**

$$X_{00}Y_{02} + X_{02}Y_{00} \leq 1$$

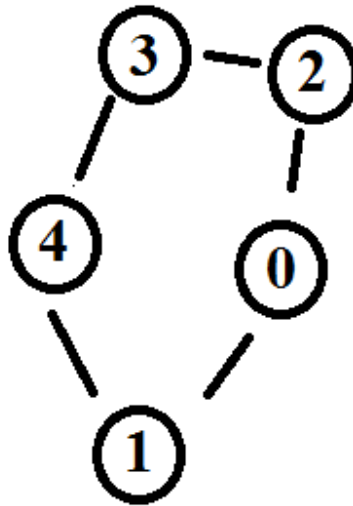
$$X_{01}Y_{03} + X_{03}Y_{04} + X_{04}Y_{01} \leq 2$$

Incluyendo dichas restricciones dentro del modelo en LINDO 6.1, se obtienen los siguientes resultados.



**Figura 3.15:** Ruta sugerida por LINDO a partir del modelo matemático planteado, incluye restricción de sub rutas  
**Fuente:** Elaboración Propia

Este valor corresponde al tiempo mínimo para visitar todos los nodos correspondientes a la ruta formada por el clúster, el cual incluye todos los tiempos involucrados dentro del proceso. La ruta sugerida por LINDO, específicamente para el clúster utilizado queda de la siguiente forma:



**0-2-3-4-1-0**

**Figura 3.16:** Ruta sugerida por LINDO a partir del modelo matemático planteado

**Fuente:** Elaboración Propia

Aplicando dicho modelo para todos los clúster involucrados, los resultados se ilustran a través de la tabla:

**Tabla 12:** Tabla asociada al tiempo de transporte de un nodo a otro

N° CLUSTER	TIEMPO (MIN)	UNIDADES	N° CLUSTER	TIEMPO (MIN)	UNIDADES
1	347	26	11	309	23
2	409	31	12	172	13
3	19	2	13	592	43
4	363	17	14	232	17
5	253	18	15	760	60
6	460	36	16	390	31
7	436	32	17	370	31
8	207	15	18	403	31
9	242	18	19	165	11
10	609	46	20	369	28

N° CLUSTER	TIEMPO (MIN)	UNIDADES	N° CLUSTER	TIEMPO (MIN)	UNIDADES
21	402	18	31	372	28
22	416	32	32	356	27
23	126	6	33	281	20
24	72	4	34	533	41
25	632	48	35	269	19
26	352	26	36	533	27
27	366	26	37	376	27
28	235	17	38	436	32
29	63	4	39	206	16
30	430	32	40	273	21

Fuente: Elaboración Propia

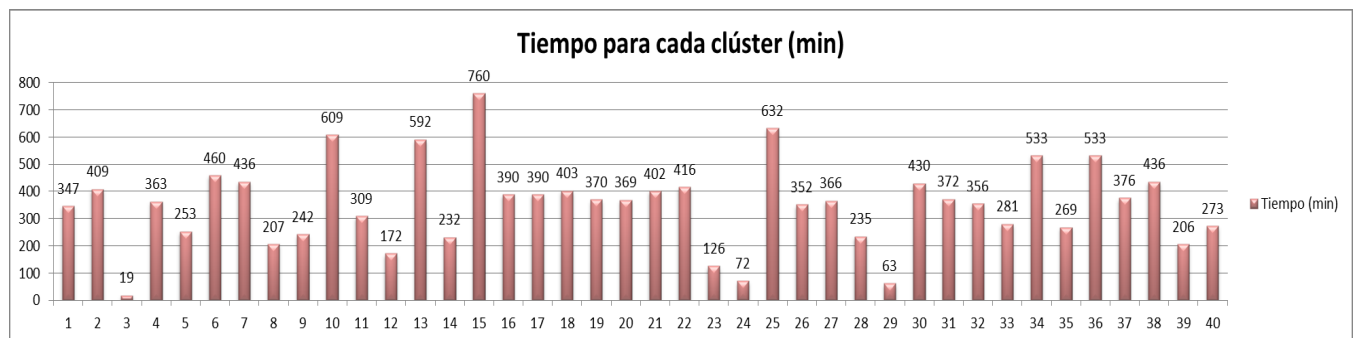


Figura 3.17: Tiempos mínimos involucrados para cada clúster\*

Fuente: Elaboración Propia

\*Para consultar los resultados obtenidos en más detalle, revisar Anexo N° 9, “Resultados obtenidos mediante modelo matemático aplicado en LINDO 6.1” página 177.

## Revisión de la metodología aplicada

Se ha realizado la ubicación de los nodos dentro de un mapa, con el objeto de apreciar la dispersión entre ellos.

Mediante la aplicación de agrupamiento por posición de cada nodo (*k-means*), seleccionando 40 clúster inicialmente centroide de forma que reduzca el número de iteraciones.

Se ha diseñado un modelo que permita demostrar que la ruta formada mediante el agrupamiento por clúster minimiza el tiempo que existe al interior del clúster, validando los resultados obtenidos mediante *k-means*. Para ello, a cada clúster formado se ha incluido el nodo cero, que corresponde al punto de partida y de llegada por parte del activador.

A través de la metodología aplicada, cada clúster formado se encuentra en puntos muy cercanos entre sí, implicando a que el activador puede visitar los nodos asignados a su ruta, sin inconvenientes asociados a la lejanía de los puntos, y dentro de un tiempo aproximado al calculado, lo que implica poder visitar todos los nodos, permitiendo la entregas de los productos asociado a cada ruta.

Se ha utilizado como la variable de interés el tiempo. Si bien existe la opción de minimizar la distancia que existe entre cada punto, ésta variable no asegura que el activador cumpla con la entrega. Esto debido a que, si bien, la distancia que existe entre cada nodo puede ser pequeño, el tiempo que involucra en llegar puede ser mayor, debido a que no considera la congestión.

Dentro de la construcción de la matriz de tiempo entre un punto a otro, en donde el nodo “i” es igual a nodo “j” se podría haber considerado un tiempo extremadamente grande entre ellos, ya que de todas formas el modelo lo habría descartado. Sin embargo se ha demostrado que independiente de dicho valor, la solución encontrada no cambia. Si se desea conocer mayor información revisar Anexo N° 5: “Comparación de resultados con tiempo entre nodos cero y tiempo entre nodos con valor considerablemente grande”. Página 146.

## **Capítulo IV: Análisis de los resultados obtenidos**

---

*En este capítulo se analizarán los resultados obtenidos para verificar la confiabilidad de la solución obtenida, como también la comparación de los costos involucrados entre metodología actual y la metodología propuesta.*

#### 4. Análisis de resultados obtenidos.

A través de la propuesta realizada, los activadores se ven obligados a tener que volver al centro de operaciones (nodo inicial). Esto permite tener un control del tiempo que el activador dedica a la entrega de productos. Por otra parte, permite eliminar los tiempos asociados al inicio de la jornada laboral, ya que al volver al nodo de inicio, el activador puede entregar toda la información sin interrumpir su jornada de trabajo, llevando a un mejor manejo de los recursos administrativos por parte del personal de MV. Es decir, si el activador realiza la ruta correspondiente, y luego de entregar la documentación requerida, y si el tiempo lo permite, puede efectuar una nueva ruta, bajo las mismas condiciones planteadas inicialmente.

Dentro del diseño del modelo existía la posibilidad de agregar restricciones de tal forma de que la cantidad de productos que se fuesen a entregar no excedieran los límites de capacidad de entrega, ya que el caso ideal es que el activador entregue los productos dentro de una jornada laboral normal (8 horas). Sin embargo, el tiempo de dedicación a la entrega del producto es finalmente del activador.

En base a la justificación del número de clúster utilizados, es posible aplicar nuevamente la metodología *k-means* dentro de un mismo clúster formado, con el objeto de disminuir la cantidad de productos por ruta. Si bien es posible dividir la ruta en cantidades de clientes a visitar iguales, dicha solución lleva a que no se conozca con claridad los puntos que se encuentren más cercanos entre sí.

Por otra parte, es posible incorporar hasta veinte nuevos clúster, para formar 60 rutas de modo de satisfacer un trabajo mensual para tres activadores (1 ruta por activador, para los 20 días hábiles del mes). Sin embargo no es un requisito, esto debido a que puede agrupar dentro de un mismo día más de una ruta, permitiendo disponer de dichos días para rutas correspondientes a planificaciones futuras.

Si se definen 40 rutas inicialmente, y se desea incluir veinte nuevos clúster, permitirá cumplir con tener al menos una ruta diaria para el activador, y a su vez entregue sus productos de forma de no abarcar una gran cantidad de nodos en la ruta. Por otra parte, si la cantidad de rutas totales formadas, no llegaran a 60, la diferencia se considerará con un margen para el cual los activadores, en los casos que fuesen necesarios, podrán recopilar información pendiente de algún cliente, de modo que se asegure el ingreso por el producto entregado.

Por otra parte, para aquellas rutas las cuales implican un intervalo de tiempo pequeño, se podrá complementar con aquel clúster que se encuentre más cercana a su ruta. O bien en el mejor de los casos, incluir el clúster el cual se encuentre más cercano a su centroide.

### **Estrategia en caso de incluir nuevos clúster, dentro de un mismo clúster**

Para la elección de los nuevos clúster se considera las siguientes alternativas:

- 1.- Número de unidades por ruta
- 2.- Tiempo involucrado de la ruta

1.- Número de unidades por ruta: Que la ruta no supere un determinado número de unidades. Para asegurar la entrega total de productos por ruta, se limita el número de unidades. Si bien dicha estrategia toma la base de datos históricos de entrega, se contradice a la propuesta del trabajo de titulación, puesto que se desea que la cantidad de entregas se maximice, dentro de una jornada normal de trabajo.

2.- Tiempo involucrado de la ruta: Que el tiempo involucrado de la ruta no supere la jornada laboral en el mejor de los casos, 8 horas (480 minutos).

Para los efectos se elegirá la estrategia en base del tiempo involucrado por ruta.

Estrictamente sólo seis clúster presentan un tiempo mayor a los 480 minutos, los cuales corresponde a los siguientes:

**Tabla 13: Clúster con tiempos mayores a 480 minutos**

<b>N° CLUSTER</b>	<b>TIEMPO (MIN)</b>	<b>N° CLUSTER</b>
<b>10</b>	609	46
<b>13</b>	592	43
<b>15</b>	760	60
<b>25</b>	632	48
<b>34</b>	533	41

**Fuente: Elaboración Propia**

Las rutas que superen un tiempo de 8 horas diarias pueden ser realizar en un periodo de de dos días. Con esto se evita la necesidad de volver a la sucursal.

### Indicadores determinados:

#### 1.- Gastos generales por ruta

Otro aspecto a considerar son los gastos asociados a cada ruta. Para ello se utiliza generalmente la siguiente igualdad.

$$\frac{\text{Distancia entre cliente } i \text{ a cliente } j \text{ km}}{\text{Rendimiento del vehículo } \frac{\text{km}}{\text{lt}}} * \text{Valor combustible } \frac{\$}{\text{lt}} = \text{matriz de costos variables}$$

**Tabla 14: Costos variable asociado a cada ruta (\$)**

N° CLUSTER	COSTO	N° CLUSTER	COSTO	N° CLUSTER	COSTO	N° CLUSTER	COSTO
1	10005	11	8910	21	11591	31	10726
2	11793	12	4959	22	11995	32	10265
3	548	13	17069	23	3633	33	8102
4	10467	14	6689	24	1644	34	15368
5	7295	15	21913	25	18223	35	7756
6	13263	16	11245	26	10149	36	15368
7	12571	17	10668	27	10553	37	15051
8	5969	18	11620	28	6776	38	12571
9	6978	19	4758	29	1817	39	5940
10	17560	20	10640	30	12398	40	7872

**Fuente: Elaboración Propia**

- Rendimiento de 15 kilómetros por litro
- Velocidad promedio de 30 Kms/hr de nodo a nodo
- Precio bencina \$865, por litro. COPEC, Avenida Libertad 501, Viña del Mar, (visitado 25 mayo 2014)

**2.- Comparación de gasto histórico de combustible y con propuesta mensual (\$):**

<b>HISTORICO</b>	<b>480.000</b>
<b>PROPUESTA</b>	<b>108.471</b>
<b>AHORRO</b>	<b>371.529</b>

**3.- Comparación de tiempos asignados sin propuesta y con propuesta dentro de un mes (minutos)\***

<b>HISTORICO</b>	<b>28.800</b>
<b>DISPONIBLE</b>	<b>28.800</b>
<b>UTILIZADO</b>	<b>100%</b>

<b>PROPUESTA</b>	<b>13.967</b>
<b>DISPONIBLE</b>	<b>28.800</b>
<b>UTILIZADO</b>	<b>48%</b>

**Detalle:**

- Jornada laboral de 8 horas diarias: 480 minutos
- Mes de trabajo: 20 días
- Con 3 activadores al mes
- Tiempo total disponible mensual:  $480 * 20 * 3 = 28.800$  minutos
- Tiempo total utilizado: 28.800 minutos
- Tiempo determinado en propuesta: 13.967 minutos

Lo anterior indica el tiempo necesario para cumplir la ruta. Por lo tanto, es posible entregar un número mayor de productos bancarios dentro de un mismo mes, ya que por medio del agrupamiento el tiempo involucrado para la ruta se reduce a menos de la mitad (48%)

## **Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones**

---

*En este capítulo se presenta las conclusiones y recomendaciones obtenidas a lo largo del trabajo de esta memoria. Lo anterior será con el fin de que se pueda dar continuidad al proyecto, como también indicar los beneficios obtenidos.*

## Conclusiones y recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

El tiempo involucrado para la ruta corresponde a un 48% del tiempo disponible en forma mensual. Esto considerando a 3 de los 6 activadores disponibles para las ciudades de estudio. Esto implica que aquellos activadores que no se encuentran en ruta, pueden entregar productos a otras comunas de Valparaíso, aprovechando su disponibilidad según la propuesta.

Se dispone de un tiempo del 51% para realizar otra actividad, o bien para entregar productos en otras zonas de la región.

Se genera un ahorro cercano a \$372.000 en concepto de gasto en combustible para las rutas mensuales, es decir un 78% del gasto mensual en combustible no es utilizado correctamente. Si bien las cifras calculadas son muy ajustadas, son elevadas.

Si se desea acoger la propuesta, y considerando la demanda constante se recupera la inversión al tercer mes. Si se desea conocer mayor información, revisar Anexo N° 10 “Evaluación económica”, página 203.

Se ha determinado teóricamente que a partir de una agrupación previa de los clientes, permite que los tiempos (y el costo) que existe para llegar de un nodo a otro sean menores comparado al sistema utilizado anteriormente.

Se ha demostrado de forma práctica que los tiempos involucrados dentro de cada nodo son muy similares a los encontrados en forma teórica, validándose la solución encontrada.

Se ha determinado matemáticamente que el activador podrá visitar todos los nodos dentro de su jornada laboral, en base a los antecedentes conocidos.

Al conocer el tiempo involucrado por ruta, se puede controlar los gastos en combustible entregados por ruta de forma más estrecha.

Al tener la opción de realizar nuevas rutas durante el día, se logra abarcar una mayor cantidad de clientes durante un horizonte de tiempo determinado.

Con todo lo mencionado anteriormente, a través de un control en los costos involucrados, realizando una agrupación de los nodos de una ruta mensual, y encontrando el tiempo mínimo asignado a cada ruta, es posible afirmar bajo estas circunstancias que los activadores podrán visitar todos los nodos, entregando los respectivos productos, cumpliéndose los objetivos de la memoria.

## 5.2 Recomendaciones

Realizar constantemente una medición de la calidad del servicio entregado por la empresa cada cierto periodo de tiempo. Esto permitirá generar informes para analizar las falencias que existan dentro de la empresa, ya sea en los tiempos involucrados de entrega, como el mismo servicio entregado por el activador. Además, ayuda a la mejora continua de la organización y la retroalimentación, fundamental para la sobrevivencia dentro del mercado.

Capacitar constantemente el personal, de tal forma que se mantengan actualizados respecto a las nuevas formas de mejorar los procesos, especialmente los asociados a problemas de ruteo.

Realizar mediciones respecto del número de entregas para distintos puntos de los activadores. Esto permitirá tener un indicador de evaluación del desempeño del trabajador, de modo de identificar factores que reducen el resultado operacional de la empresa.

Previo al momento de determinar los centroides iniciales en la metodología *K-Means*, es recomendable generar los nodos dentro del mapa, y una vez realizado lo anterior, elegir los centroides iniciales. Esto debido a que influye directamente en el número de iteraciones que se debe realizar para encontrar el centroide final.

Si se presentan clúster con tiempos que sobrepasen la jornada laboral, se recomienda aplicar agrupamiento a dicho clúster. Esto con el objeto de que el activador pueda entregar los productos de forma normal.

Si se presentan clúster con tiempos totales demasiados pequeños, se recomienda agruparlo otro clúster, en donde sus centroides sean los más cercanos.

La solución planteada puede ser aplicada a todas las ciudades del país. Sin embargo, se debe considerar la relación costo beneficio, entre la demanda, número de activadores por ciudad, gastos en combustible, entre otros.

Se debe profundizar e investigar la influencia de factores estocásticos dentro del modelo, para apreciar las variaciones dentro de la solución propuesta, como también su futura implementación a través de un software.

## Bibliografía

Andrés Castellanos Ramírez. 'Manual de la Gestión Logística del transporte y distribución' 2009

Applegate, D., Bixby, R., Chvatal V., Cook, W. "On the solution of the Traveling Salesman Problem". Documenta Mathematica-Extra Volume ICM III. 1998. 645-656.

Bellot, P., & El-Beze, M. (1999). A clustering method for information retrieval (Technical Report IR-0199). Laboratoire d'Informatique d'Avignon, France.

Bradley, P. S., Bennett, K. P., & Demiriz, A. (2000). Constrained k-means clustering (Technical Report MSR-TR-2000-65). Microsoft Research, Redmond, WA.

Braysy and Gendreau. (2005). Vehicle Routing Problem with Time Windows, Part I: Route Construction and Local Search Algorithms.

Brest, J., Zerovnik, J. "A heuristic for the Asymmetric Traveling Salesman Problem". The 6th Metaheuristics International Conference. 2005. 145-150.

Cirasella, J., Lyle, D., McGeoch, L., Zhang, W. "The Asymmetric Traveling Salesman Problem: Algorithms, Instance Generators, and Tests". Springer Lecture Notes in Computer Science 2153. 2000. 32-59

Clarke, G., & Wright, J. (1962). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. *Journal of the Operations Research Society of America*, 12 (4), 568 - 581.

Dantzing, G. B., Fulkerson, R., & Johnson, S. M. (1954). Solution of a large scale traveling salesman problem. *Journal of the Operations Research Society of America*, 2 (4), 393 - 410.

Francesc Robusté Antón. *Logística del Transporte*. Edición UPC 2005

Glover, F., Gutin, G., Yeo, A., Zverovich, A. "Construction Heuristics for the asymmetric TSP". *European Journal of Operational Research* 129 III. 2001. 555- 568

Goldratt, Eliyahu y Jeff Cox. *La meta*. Edición. Granica, Tercera Edición revisada.

Ignacio Soret Los Santos. *Logística y marketing para la distribución comercial*, página 203. Editorial ESIC, año 2006.

Johnson ,D., Gutin, G., McGeoch, L., Yeo,A., Zhang,W., Zverovitch, A. Experimental Analysis of heuristics for the ATSP. *The Traveling Salesman Problem and its Variations*. 2002. 445-487.

Lawler, E., Lenstra, J., Rinnooy, A., Shmoys, D. *The Traveling Salesmen Problem: A Guided Tour of Combinatorial Optimization*. John Wiley & Sons. 1985.

Marroquin, J., & Girosi, F. (1993). Some extensions of the k-means algorithm for image segmentation and pattern recognition (AI Memo 1390). Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, MA.

Miller, C., Tucker, A., & Zemlin, R. (1960). Integer programming formulation of traveling salesman problems . *Journal of the ACM* , 7 (4), 326 - 329.

Newbold, R. C., (1998) *Project management in the fast lane: applying the Theory of Constraints*. St. Lucie Press, páginas 147-155.

Öncan,T., Kuban A., Laporte, G. “A comparative analysis of several asymmetric traveling salesman problem formulations”. *Computers and Operational Research*. 36 Issue III. 2009. 637-654

Ortúzar J., Willumsen L. *Modelling transport*, Fourth Edition. 4-12

Página Web: <http://www.mvservicio.cl>. Visitado lunes 29 de octubre de 2013

Página oficial Banco Santander: <http://www.santander.cl>, sección tarjetas. Visitado martes 30 de noviembre de 2013

Página oficial Banco BANEFE: <http://www.banefe.cl>, sección personas/productos. Visitado martes 30 de noviembre de 2013

Revista *Gestión de las personas y tecnología*. ISSN 0718-5693 Edición N° 17, agosto de 2013

Ronald H. Ballou. *Logística, Administración de la Cadena de Suministro Parte III. Estrategia del transporte*, página 164.

Schrageheim, E., (1999) *Management dilemmas: the Theory of Constraints approach to problem identification and solutions*. St. Lucie Press, páginas 5-7.

## Anexos

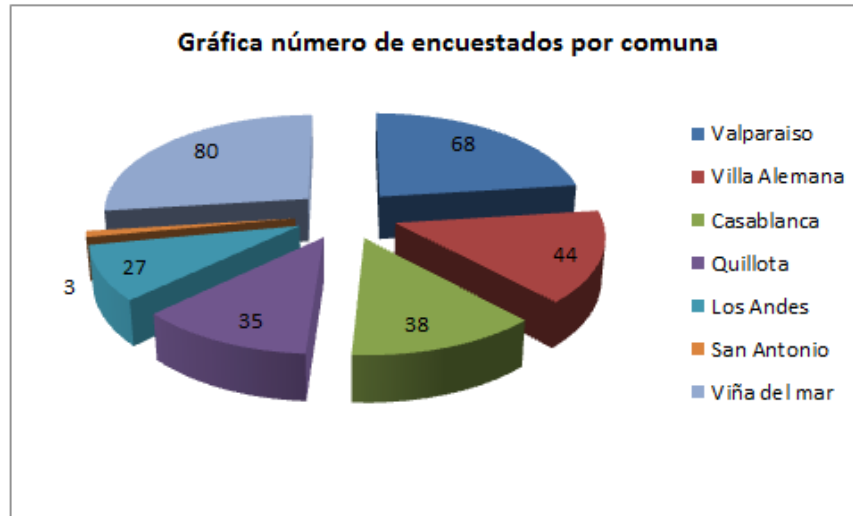
### Anexo N° 1: Encuesta de satisfacción del cliente

Hombres	Mujeres	Total
156	139	295
53%	47%	%



Distribución de las personas encuestas por comuna por unidades y porcentual

Valparaiso	Villa Alemana	Casablanca	Quillota	Los Andes	San Antonio	Viña del Mar	Total
68	44	38	35	27	3	80	295
23%	15%	13%	12%	9%	1%	27%	1



**Nota:** Los valores de Villa Alemana incluye la comuna de Quilpué.  
 Los valores de Quillota, incluye la comuna de La Calera, Hijuelas, y Limache.  
 Los Valores de Los Andes, incluye la comuna de San Felipe.

Tiempo involucrado desde en que el cliente solicitó el producto hasta su recepción.

Pregunta	1 a 7 días	8 a 15 días	16 a 30 días	31 días o más	Total
Hace cuanto solicito su producto	10	47	96	142	295
%	3%	16%	33%	48%	100%

PREGUNTA	SI	NO
Existió coordinación previa para la entrega de su producto	280	15
%	95%	5%

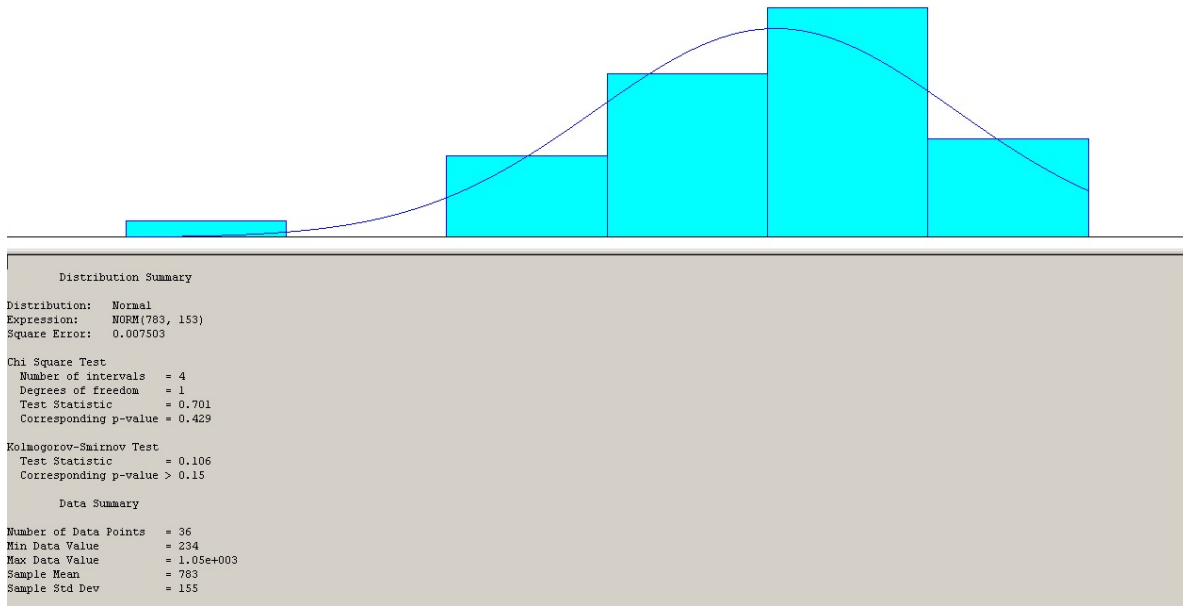
PREGUNTA	SI	NO
El producto entregado se encuentra en perfectas condiciones	292	3
%	99%	1%

PREGUNTA	Excelente	Bueno	Suficiente	Malo	Pesimo
Si usted tuviera que calificar al transportador según la tabla, en términos de la calidad del servicio recibido por la empresa, cual seria el valor asignado	5	40	90	85	75
%	2%	14%	31%	29%	25%

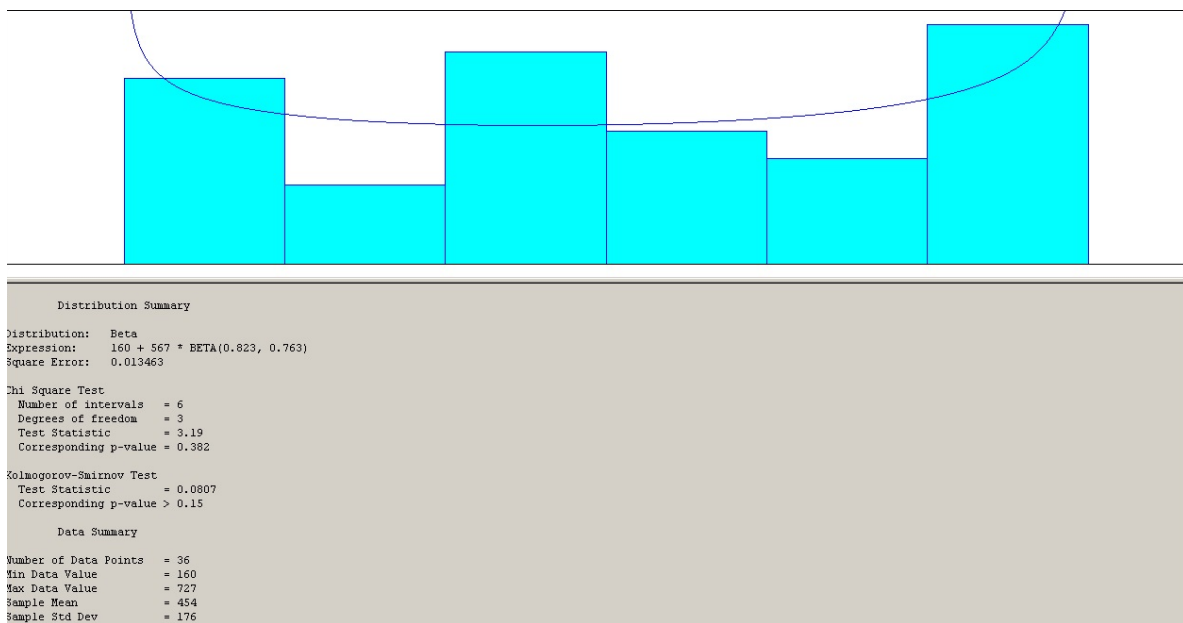
PREGUNTA	SI	NO
Usted volvería a solicitar un nuevo producto a la misma entidad financiera	136	159
%	46%	54%

## Anexo N° 2: Distribución de productos entregados y no entregados durante los años 2011,2012 y 2013

- **Entregados**



- **No entregados**



**Anexo N° 3:** Detalle de información relevante de cada nodo

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
1	SETIMIO 305	-33,039336	-71,599525
2	ACEVEDO 363	-33,042342	-71,600309
3	ACONCAGUA 38	-33,040001	-71,644187
4	YERBAS BUENAS 887	-33,052787	-71,623139
5	ANDRES BELLO 336	-33,051927	-71,617361
6	ANTONIO VARAS 5	-33,032916	-71,629897
7	ARTILLERIA 453	-33,033032	-71,631977
8	ARTILLERIA 56	-33,033786	-71,631264
9	ARGENTINA 780	-33,0484	-71,603327
10	ARGENTINA 814	-33,051765	-71,602342
11	CAMPRODON 26	-33,037786	-71,63642
12	ECUADOR 503	-33,047827	-71,628098
13	FRANCIA 550	-33,053951	-71,613362
14	HONTANEDA 2715	-33,052176	-71,607218
15	LAS TORRES 31	-33,052495	-71,619489
16	LIBERTAD 840	-33,030932	-71,646804
17	MANUEL ANTONIO MATTA 1292	-33,045284	-71,587586
18	PACIFICO 413	-33,032144	-71,642207
19	PLAYA ANCHA 282	-33,029674	-71,636633
20	PRIMAVERA 458	-33,053192	-71,591368
21	RODELILLO 5819	-33,065793	-71,568877
22	BAQUEDANO 1225	-33,055022	-71,621452
23	BLANCO 227	-33,03657	-71,629405
24	CABRALES 49	-33,041076	-71,636417
25	CALIFORNIA 456	-33,047327	-71,637361
26	CANCIANI 616	-33,050926	-71,604057
27	CARLOS ESCOBAR 167	-33,048199	-71,643534
28	CARRERA 725	-33,048664	-71,618988
29	CESAR CANTU 9	-33,054964	-71,59845
30	CHAPARRO 915	-33,049952	-71,642576
31	CLENTAURO 678	-33,059461	-71,597006
32	CONDOR 38	-33,053682	-71,62324
33	SANTA RITA 71	-33,056276	-71,627731
34	REY EDUARDO 35	-33,054358	-71,626739
35	DONATELLO 500	-33,049047	-71,594923
36	CRISOL 275	-33,058998	-71,63783
37	EL MELON 57	-33,06476	-71,590064
38	EL PERAL 10	-33,060399	-71,594798
39	EL VERGEL 40	-33,056204	-71,614441
40	ESMERALDA 570	-33,045066	-71,588713

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
41	ESMERALDA 620	-33,044504	-71,587193
42	ESTADIO 60	-33,058653	-71,592935
43	BERNARDO VERA 816	-33,049442	-71,626015
44	FEDERICO COSTA 706	-33,058587	-71,599524
45	FEDERICO COSTA 910	-33,058128	-71,599174
46	GALEON 56	-33,079226	-71,585213
47	GALVANI 113	-33,056263	-71,59673
48	GARCIA REYES 310	-33,036149	-71,63507
49	GENERAL BARI 672	-33,034477	-71,593079
50	GENERAL SUCRE 336	-33,037696	-71,635864
51	GUAYACAN 16	-33,053403	-71,576924
52	GUILLERMO PLUMMER 260	-33,028516	-71,647006
53	IBERIA 249	-33,021624	-71,563861
54	INDEPENDENCIA 2120	-33,048287	-71,614887
55	INDUSTRIA 931	-33,045559	-71,594662
56	IQUIQUE 3	-33,049967	-71,653647
57	ISRAEL 118	-33,052416	-71,630483
58	JANEQUEO 7	-33,053115	-71,561661
59	JAVIERA CARRERA 684	-33,039503	-71,589598
60	JOAQUIN VENEGAS 20	-33,053866	-71,640895
61	JUSTINIANO 59	-33,034698	-71,633503
62	CHACABUCO 2588	-33,046276	-71,608977
63	LOS CHONOS 92	-33,041276	-71,64082
64	LA PLANCHADA 10	-33,060584	-71,576696
65	LA PLANCHADA 40	-33,059962	-71,576171
66	LAS CAMELIAS 823	-33,063908	-71,591902
67	DE LA COSTA 501	-33,035664	-71,65142
68	SANTA TERESA 227	-33,027964	-71,643224
69	COLIPI 50	-33,02505	-71,642966
70	LAS QUINTAS 39	-33,060175	-71,595942
71	LEVARTE 760	-33,036195	-71,642856
72	LINARES 283	-33,054171	-71,6056
73	LO VENEGAS 60	-33,052647	-71,63298
74	LOS ALERCES 341	-33,058374	-71,607735
75	LOS COPIHUES 35	-33,050104	-71,649655
76	LAS ARAUCARIAS 223	-33,046524	-71,648813
77	MALLECO 31	-33,045738	-71,578899
78	MANTEROLA 43	-33,043967	-71,605942
79	MANUEL RODRIGUEZ 789	-33,033084	-71,578341
80	MIGUEL ANGEL 443	-33,057054	-71,626142

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
81	MIRANDA 667	-33,042597	-71,632991
82	MIRANDA 787	-33,043307	-71,633323
83	NAYLOR 500	-33,058407	-71,612934
84	NICARAGUA 415	-33,038613	-71,647925
85	PAINE 117	-33,058264	-71,575348
86	PAPUDO 525	-33,041556	-71,62677
87	ARSENAL 4102	-33,057244	-71,578861
88	VIDAL 174	-33,049888	-71,450639
89	PILLAN 6	-33,053143	-71,636071
90	POCURO 1086	-33,054116	-71,606527
91	PUERTO DE PALOS 920	-33,042849	-71,580308
92	QUITO 56	-33,046217	-71,603671
93	CAMINO REAL	-33,069061	-71,587834
94	RIO BUENO 263	-33,068499	-71,584088
95	ESMERALDA 195	-33,064459	-71,595973
96	SANTA ESTELA 329	-33,062939	-71,593984
97	SANTA JULIA 772	-33,041504	-71,635156
98	SANTIAGO DIAZ 43	-33,0673	-71,594956
99	TUCAPEL 346	-33,027466	-71,640115
100	URIBE 568	-33,036809	-71,642586
101	URRUTIA 752	-33,048389	-71,598079
102	PTO VARAS 8	-33,051733	-71,645121
103	VICTORIA 2352	-33,048044	-71,612016
104	VICTORIA 2399	-33,047999	-71,612048
105	VISTA AL MAR 722	-33,02719	-71,631868
106	YERBAS BUENAS 197	-33,04673	-71,623564
107	LA VIRGEN 895	-33,057661	-71,604319
108	SANTA MARTA 371	-33,030852	-71,64253
109	EL SAUCE 266	-33,113255	-71,569323
110	SANTA LUCIA 16	-33,041226	-71,634086
111	TELAMON 270	-33,054997	-71,599134
112	WILLIAMS LYON 85	-33,048391	-71,637257
113	MARAMBIO 110	-33,041458	-71,632193
114	TRASLAVIÑA 378	-33,027268	-71,559177
115	CURICO 59	-33,044593	-71,578791
116	LOS BOLDOS 174	-33,035277	-71,58262
117	GABRIELA MISTRAL 15	-33,045174	-71,539328
118	ARTIFICIO 79	-33,064522	-71,588899
119	SAN ENRIQUE 471	-33,043229	-71,62987
120	SAN PABLO 367	-33,036337	-71,641455

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
121	PIEDRA AZUL 24	-33,053509	-71,597302
122	NUÑEZ 6	-33,048086	-71,627365
123	CARRERA 604	-33,04742	-71,618503
124	MALLOCO 26	-33,067239	-71,587636
125	CANCHA RAYADA 13	-33,044903	-71,579669
126	PASAJE DOS 2210	-33,048862	-71,579389
127	CASTRO 414	-33,040591	-71,597599
128	RAMADITAS 923	-33,05831	-71,596434
129	GLORIA 802	-33,036542	-71,588875
130	CAUPOLICAN 43	-33,045984	-71,582458
131	CUARTA 95	-33,059008	-71,613738
132	HAITI 1134	-33,038413	-71,644913
133	PALERMO 23	-33,050841	-71,574225
134	GARIBALDI 55	-33,053891	-71,611889
135	LUIS COUSIÑO 201	-33,055477	-71,607837
136	EL BOSQUE 1336	-33,061366	-71,597135
137	MANZANO 71	-33,049104	-71,633201
138	AMALIA PAZ 475	-33,03822	-71,593479
139	ATALAYA 279	-33,032211	-71,638755
140	CAÑERIA 387	-33,045443	-71,641941
141	VALENCIA 232	-33,035915	-71,640223
142	CARLOS NEBEL 165	-33,035607	-71,634589
143	JAVIERA CARRERA 850	-33,041361	-71,588616
144	CAUPOLICAN 217	-33,030292	-71,64308
145	JOAQUIN VENEGAS 88	-33,053947	-71,641236
146	ADOLFO IBAÑEZ 31	-33,045168	-71,631.897
147	LOS PLACERES 410	-33,036613	-71,594733
148	SAN GUILLERMO 778	-33,041784	-71,591155
149	PUERTO DE PALOS 871	-33,042867	-71,580287
150	URUGUAY 878	-33,051667	-71,608715
151	COMERCIO 42	-33,059892	-71,576645
152	DOCTOR QUIROZ 42	-33,034868	-71,592501
153	LOS PEUMOS 841	-33,037553	-71,582612
154	OYARZUN 81	-33,033606	-71,635844
155	BRASILIA 19	-33,042212	-71,595031
156	MALFATTI 591	-33,031392	-71,560079
157	SUBIDA EL TORO 42	-33,038938	-71,636623
158	AQUILES RAMIREZ 666	-33,053957	-71,628583
159	NELSON 52	-33,041284	-71,603047
160	COUNOD 644	-33,034166	-71,592888

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
161	SANTA LEONOR 863	-33,045937	-71,595822
162	BELLOTOS 232	-33,057909	-71,607352
163	BLANQUILLO 250	-33,042297	-71,634098
164	SANTA LUISA 14	-33,06194	-71573307
165	MONROY 34	-33,055445	-71,596162
166	PARAGUAY 8	-33,053364	-71,568128
167	MARAMBIO 300	-33,042398	-71,632103
168	SOFANOR PARRA 16	-33,03813	-71,648363
169	SAN ENRIQUE 380	-33,042682	-71,630382
170	JAVIERA CARRERA 534	-33,03854	-71,590096
171	COLONOS 1006	-33,119371	-71,570541
172	CARLOS ROGERS 980	-33,060638	-71,604535
173	MORATIN 123	-33,055573	-71,605485
174	PAEZ 53	-33,040233	-71,597599
175	TALCA 47	-33,044815	-71,578619
176	ALFONSO ALVAREZ 27	-33,054553	-71,581098
177	SETIMIO 212	-33,039143	-71,600259
178	BAHIA 620	-33,057949	-71,622259
179	PROGRESO 10	-33,055119	-71,629699
180	FRANKFURT 103	-33,045814	-71,581877
181	URRUTIA 640	-33,048553	-71,598797
182	LAS QUINTAS 300	-33,05627	-71,612979
183	SAN BERNARDO 287	-33,055925	-71,597034
184	RICARDO MONTANER 474	-33,036309	-71,64229
185	COPERNICO 227	-33,04438	-71,595808
186	PEDRO LEON GALLO 387	-33,029542	-71,632589
187	TOCORNAL 189	-33,04033	-71,601546
188	CONCEPCION 128	-33,041941	-71,625822
189	PUNTILLA 92	-33,038269	-71,634945
190	PETRARCA	-33,04443	-71,603249
191	SAN GUILLERMO 1051	-33,044081	-71,590026
192	LECHEROS 231	-33,043612	-71,600454
193	LAS JARCAS 4288	-33,057944	-71,578685
194	BERGANTIN 13	-33,079843	-71,584629
195	ETCHEVERS 761	-33,030622	-71,557389
196	CORDILLERA 30	-33,04365	-71,639606
197	VALENCIA 52	-33,036816	-71,560522
198	HUILLE 3	-33,050858	-71,638482
199	TOLSON 302	-33,036857	-71,584389
200	YUNGAY 2870	-33,045563	-71,606081

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
201	CHIRIMOYO 409	-33,035899	-71,58669
202	FARO EVANGELISTAS 67	-33,062936	-71,572888
203	CIRILO ARMSTRONG 172	-33,04567	-71,629988
204	F SAMANIEGO 826	-33,048416	-71,592711
205	TAHATAI 405	-33,064654	-71,576849
206	TRANQUE 244	-33,032652	-71,642783
207	SANTOS TORNERO 57	-33,037361	-71,638169
208	LA RUDA PONIENTE 32	-33,060493	-71,62103
209	PRINCIPAL 41	-33,040684	-71,534629
210	OSAKA 28	-33,040319	-71,598536
211	GUACOLDA 368	-33,041945	-71,600669
212	MUNIZAGA 178	-33,030002	-71,63486
213	ARRATIA 257	-33,044428	-71,600325
214	CHAPARRO 794	-33,047686	-71,640884
215	VILLAGRAN 99	-33,038487	-71,632072
216	APOQUINDO 40	-33,030315	-71,503294
217	TOKIO 51	-33,050539	-71,575707
218	MERLET 10	-33,038013	-71,631262
219	DICKENS 10	-33,050333	-71,6308
220	LOS QUILLAYES 82	-33,034127	-71,640965
221	HUITO 430	-33,045906	-71,620549
222	NECOCHEA 375	-33,028588	-71,633797
223	CHACABUCO 1871	-33,045878	-71,617455
224	ANDACOLLO 22	-33,041783	-71,637507
225	ECUADOR 390	-33,047579	-71,626354
226	URUGUAY 305	-33,046867	-71,607969
227	EL TIEMPO 6	-33,059224	-71,639336
228	ARTURO ARAYA 640	-33,045147	-71,587574
229	COYHAIQUE 20	-33,055813	-71,576546
230	GARIBALDI 285	-33,052195	-71,612112
231	NEWTON 122	-33,033198	-71,630765
232	CEREZOS 323	-33,034661	-71,583429
233	LA LEONA 515	-33,047272	-71,628046
234	ESPAÑA 125	-33,02467	-71,563043
235	LAS SIRENAS 70	-33,029374	-71,585832
236	LAS CARABELAS 606	-33,042246	-71,579605
237	ATACAMA 485	-33,047756	-71,598799
238	OSMAN PEREZ FREIRE 458	-33,055003	-71,619193
239	CICARELLI 26	-33,050166	-71,59889
240	TOMAS OVALLE 438	-33,047225	-71,598117

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
241	FRANCIA 851	-33,051369	-71,612951
242	ALEMANIA 7399	-33,052873	-71,619127
243	ANTICLEA 180	-33,05602	-71,607132
244	ARIOSTO 233	-33,044992	-71,593218
245	LOS PEUMOS 475	-33,037644	-71,586742
246	SANTA CLARISA 579	-33,046434	-71,598311
247	BLANCA 490	-33,041553	-71,592796
248	BALMACEDA 24	-33,023087	-71,564066
249	POCURO 905	-33,051937	-71,607961
250	SANTA LUCIA 160	-33,045737	-71,601423
251	SERRANO 441	-33,037653	-71,629949
252	ESTADIO 74	-33,058662	-71,592935
253	CANGREJA 3	-33,05881	-71,619886
254	BARCELONA 64	-33,050306	-71,579358
255	VIVAR 627	-33,053292	-71,632437
256	LLAIMA 46	-33,014411	-71,519225
257	VICTOR HUGO 50	-33,037913	-71,630832
258	MILLO 34	-33,044304	-71,600966
259	LA MINA 137	-33,034517	-71,638203
260	LOS CANELOS 8	-33,058446	-71,608509
261	SANTIAGO DIAZ 361	-33,068249	-71,59445
262	VIGIA 222	-33,033232	-71,639338
263	IRENE MORALES 578	-33,043295	-71,58976
264	DETECTIVE BARAHONA 80	-33,040816	-71,639115
265	CANAL BEAGLE 133	-33,052739	-71,644966
266	VERONA 34	-33,051414	-71,584263
267	UNION AMERICANA 134	-33,042247	-71,637398
268	SETIMIO 420	-33,03944	-71,598929
269	CHAÑAR 7	-33,053783	-71,576985
270	URRUTIA 672	-33,048306	-71,598001
271	AGUAYO 231	-33,030939	-71,639394
272	CRISOL 13	-33,061062	-71,638071
273	LA PLANCHADA 4407	-33,059734	-71,578854
274	INES DE SUAREZ 4	-33,037428	-71,576258
275	BERNARDO VERA 605	-33,048396	-71,62573
276	PAULA JARAQUEMADA 616	-33,041955	-71,589159
277	FEDERICO STUVEN 167	-33,034221	-71,586096
278	PARAGUAY 156	-33,053383	-71,568157
279	CABO BUSTOS 67	-33,033883	-71,633919
280	YERBAS BUENAS 756	-33,051747	-71,623185

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
281	GUACOLDA 5	-33,046589	-71,582593
282	HUELEN 46	-33,034572	-71,63995
283	CHAPARRO 587	-33,046333	-71,640655
284	ORREGO 392	-33,031316	-71,586618
285	SAN JORGE 22	-33,063418	-71,593702
286	PERAGALLO 398	-33,044669	-71,637924
287	MANUTARA 16	-33,038294	-71,646237
288	VEGA 756	-33,038669	-71,59898
289	SAN PATRICIO 3	-33,068905	-71,593805
290	AYSEN 3	-33,047684	-71,590437
291	BELLAMAR 123	-33,048474	-71,587411
292	TEMPLEMAN 887	-33,043743	-71,629893
293	MORRIS 419	-33,04773	-71,608961
294	PIONEROS 755	-33,121721	-71,567462
295	EL ALAMO 437	-33,03512	-71,531968
296	PAULSEN 80	-33,054768	-71,612107
297	VICTORIA 2486	-33,048522	-71,610098
298	CHAPARRO 802	-33,047872	-71,641073
299	RENE LAGOS 12	-33,058124	-71,61795
300	GALVARINO 37	-33,025589	-71,643554
301	DESLINDE 2325	-33,037074	-71,535393
302	DARWIN 101	-33,031658	-71,499904
303	SAN LUIS 32	-33,038575	-71,594326
304	CHONTA 3212	-33,017738	-71,515681
305	PARINACOTA 119	-33,031717	-71,494048
306	SANTA PAULINA 173	-33,049393	-71,58857
307	VIANA 1623	-33,0288	-71,541525
308	AQUILES 510	-33,047468	-71,595952
309	VIDAL 522	-33,046182	-71,598806
310	PTO SIDNEY 19	-33,006082	-71,497328
311	VILLA REAL 61	-33,044028	-71,572501
312	LA PAZ 396	-33,043878	-71,540589
313	LAS MARAVILLAS 117	-32,999222	-71,498524
314	SAN PATRICIO 113	-32,966077	-71,521974
315	BORGOÑO 14976	-32,964708	-71,546145
316	14 NORTE 1524	-33,010308	-71,541052
317	LOGROÑO 1291	-33,033689	-71,555245
318	EL VERGEL 2641	-33,060346	-71,613122
319	ULISES POIRIER 5	-33,0104	-71,505137
320	EL CARMEN 9	-33,040455	-71,583345

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
321	LAGO VILLARICA 650	-32,997858	-71,494319
322	LAS REJAS 1235	-33,026167	-71,524423
323	LAS AMERICAS 380	-33,030611	-71,505557
324	13 NORTE 1743	-33,011421	-71,540633
325	2 PONIENTE 233	-33,019432	-71,553463
326	INES 360	-33,032608	-71,576415
327	PASAJE NUEVE 168	-33,034351	-71,545999
328	PASAJE PICHIDANGUI 780	-33,004168	-71,489645
329	PATAGONIA 79	-33,016148	-71,522209
330	HIROSHIMA 64	-33,050842	-71,57621
331	6 ORIENTE 316	-33,018733	-71,542926
332	LAGO PUYEHUE 18	-33,002916	-71,482374
333	LA GRUTA 5	-33,045296	-71,546969
334	QUEITAO 80	-33,015644	-71,52065
335	CENTRAL 440	-33,038978	-71,563104
336	GENERAL BULNES 359	-32,9297	-71,499081
337	LONTUE 287	-33,014153	-71,50817
338	IRENE FREI 732	-33,028498	-71,522622
339	VILLA BRASIL 61	-33,000632	-71,50506
340	GOMEZ CARREÑO 3952	-32,991883	-71,521183
341	CONCEPCION 450	-33,026515	-71,512524
342	ALVAREZ 2186	-33,031828	-71,534522
343	MANUEL GUERRERO 40	-33,011548	-71,504942
344	MANUEL VILLAGRA 1178	-33,035125	-71,545023
345	SAN MARTIN 2845	-33,030562	-71,57789
346	MORENO VIAL 809	-33,044578	-71,563791
347	ZENTENO 885	-33,047906	-71,599172
348	GREGORIO MARAÑON 286	-33,040102	-71,557974
349	LAGO VILLARICA 647	-32,9982	-71,494029
350	LIAGORA 350	-32,977212	-71,539019
351	EL LITORAL 745	-32,998798	-71,494093
352	LOS LIMONARES 365	-33,037119	-71,519118
353	RIVEROS CRUZ 983	-33,03065	-71,524456
354	SUIZA 251	-33,0327	-71,482742
355	LOS PENSAMIENTOS 171	-33,007127	-71,506849
356	VISTA AL MAR 61	-33,03634	-71,53818
357	ESTANQUE 1459	-33,026434	-71,521594
358	EL BOLDO 508	-33,035492	-71,533211
359	JACKSON 316	-33,032011	-71,534543
360	MARCOS MATURANA 389	-33,021911	-71,504864

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
361	GRANEROS 122	-33,032645	-71,498206
362	12 NORTE 559	-33,010891	-71,551332
363	AROMOS 404	-33,034711	-71,533317
364	AMUNATEGUI 1967	-33,028219	-71,584024
365	PLATH 1665	-33,0086	-71,539771
366	CLADONIA 403	-32,975667	-71,528277
367	OCOA 138	-33,02962	-71,536944
368	CALAFQUEN 329	-33,005876	-71,510125
369	ARROYO DEL SALTO 39	-33,050928	-71,532315
370	LAS MAGNOLIAS 259	-33,002566	-71,509196
371	BULNES 530	-33,040079	-71,563451
372	VALENZUELA 857	-33,02455	-71,528181
373	CIRCUNVALACION 591	-33,017395	-71,515699
374	TORO HERRERA 287	-33,024281	-71,566523
375	NOTRO 3639	-33,020511	-71,513801
376	LUSITANIA 554	-33,026586	-71,529414
377	PASAJE ENRIQUETA CHAURRA 82	-33,002527	-71,479285
378	SAN PEDRO 261	-33,028282	-71,635921
379	EL GOLF 25	-33,017155	-71,52179
380	PAICAVI 355	-33,032449	-71,505742
381	QUINTRAL 36	-33,014494	-71,514577
382	SIETE ORIENTE 435	-33,017983	-71,541507
383	LOS CAROLINOS 127	-33,030807	-71,528125
384	EL MAITEN 3082	-33,022132	-71,515056
385	LANCO 574	-33,019653	-71,490499
386	CHILE SUR 364	-33,04686	-71,564647
387	JORGE ROSS 52	-33,035955	-71,505882
388	SAN CARLOS 155	-33,023696	-71,503456
389	TTE MERINO 110	-33,041732	-71,53888
390	GUATACONDO 31	-33,028389	-71,492117
391	ANTARTICA 145	-32,987214	-71,528749
392	LIMACHE 2185	-33,031887	-71,533563
393	PADRE HURTADO 240	-33,03436	-71,563953
394	1 PONIENTE 23	-33,021483	-71,552776
395	CHECOSLOVAQUIA 683	-33,029628	-71,484033
396	ANTUCO 55	-33,034153	-71,496235
397	ZAÑARTU 1377	-33,028073	-71,52261
398	LOS CORMONARES 90	-32,963364	-71,540833
399	CALBUCO 277	-33,031793	-71,49849
400	CENTRAL 940	-33,045638	-71,562995

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
401	VILLA MONTES 155	-33,045611	-71,55954
402	ACHAO 97	-33,017844	-71,50659
403	LAS MAGNOLIAS 39	-33,009489	-71,50337
404	LA MARINA 1864	-33,02879	-71,536991
405	DEL CIPRES 2932	-33,023933	-71,515589
406	LOS PEUMOS 8	-33,055299	-71,533336
407	CANTABRICO 4307	-32,995748	-71,521837
408	5 NORTE 678	-33,018307	-71,551404
409	SIRIA 455	-33,030329	-71,487132
410	RIO LAJA 128	-33,044057	-71,546365
411	LAS MORAS 70	-33,0414	-71,560059
412	LUXEMBURGO 115	-33,033159	-71,486473
413	AUSTRIA 582	-33,031989	-71,481842
414	ALEMANIA 258	-33,032211	-71,482741
415	LISBOA 20	-33,033698	-71,531229
416	LOS COPIHUES 24	-33,045419	-71,550064
417	CECILIA 280	-33,024425	-71.508.055
418	NAUTICA 660	-32,999927	-71,494157
419	AMELIA 118	-33,0234151	-71,505916
420	EL LOAIZA 140	-33,012304	-71,506269
421	LOS ALERCES 23	-33,042083	-71,56007
422	LOS HIDALGOS 110	-33,008813	-71,499488
423	AMUNATEGUI 1530	-33,028927	-71,578396
424	TOLEDO 1740	-33,037101	-71,555253
425	LOS BOLDOS 57	-33,035778	-71,58266
426	CANAL POMAR 479	-33,039723	-71,50857
427	LOS ACACIOS 1929	-33,026923	-71,533211
428	LA MARINA 80	-33,019538	-71,563269
429	GRANEROS 196	-33,032217	-71,498357
430	ANITA LIZANA 308	-33,015311	-71,508746
431	ECUADOR 341	-33,026489	-71,560607
432	QUILLOTA 1976	-33,008025	-71,536476
433	PACIFICO 4445	-32,996066	-71,514972
434	ACONCAGUA 7	-33,030002	-71,517801
435	WALKER 760	-33,031592	-71,566666
436	LOS ABETOS 33	-33,034031	-71,526736
437	IBERIA 125	-33,021797	-71,562254
438	1 PONIENTE 256	-33,01998	-71,552465
439	CRUCERO LATORRE 834	-32,994783	-71,504488
440	CAMBERRA 35	-33,005484	-71,497192

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
441	EGAÑA 435	-33,02733	-71,559158
442	VILLANELO ALTO 696	-33,029525	-71,557555
443	CANCHA 48	-33,042331	-71,532862
444	CANAL SARMIENTO 964	-33,040867	-71,511997
445	DOS ORIENTE 417	-33,018925	-71,548351
446	PARINACOTA 153	-33,030916	-71,493469
447	CALLE DEL CERRO 2438	-33,037272	-71,532528
448	CHORRILLOS 398	-33,026548	-71,56701
449	TACNA 657	-33,034636	-71,538273
450	QUILLEN 100	-33,011076	-71,508734
451	BAQUEDANO 332	-33,053695	-71,620023
452	DIEGO PORTALES 516	-33,026204	-71,568666
453	CORCOLEN 3640	-33,020076	-71,51347
454	MANUEL GUERRERO 392	-33,007409	-71,509965
455	LAGO RINIHUE 296	-33,002009	-71,504819
456	BATUCO 290	-33,026163	-71,54503
457	5 PONIENTE 336	-33,018163	-71,557057
458	1 ORIENTE 772	-33,014727	-71,548676
459	LAUTARO 70	-33,037365	-71,544456
460	ENSENADA 36	-32,999988	-71,493274
461	LA GUAICA 44	-33,027952	-71,495162
462	2 NORTE 616	-33,02139	-71,552135
463	PADRE HURTADO 42	-33,03407	-71,563039
464	LOS CANELOS 813	-33,040013	-71,569058
465	ALTUE 10	-33,047911	-71,53793
466	MARTA BRUNET 81	-33,040258	-71,542763
467	LAURENCIA 866	-32,978074	-71,534807
468	SUBIDA ALESANDRI 91	-33,004582	-71,529082
469	JUAN DE SAAVEDRA 20	-33,037138	-71,580341
470	DARWIN 131	-33,047457	-71,457252
471	5 NORTE 813	-33,018631	-71,54928
472	CARLOS IBAÑEZ DEL CAMPO 398	-33,007245	-71,507564
473	ROSARIO 429	-33,025116	-71,511256
474	DEL AGUA 467	-33,033247	-71,560479
475	CORAL 4699	-33,000751	-71,518618
476	CONCEPCION 4	-33,027399	-71,513188
477	ANDACOLLO 134	-33,010215	-71,512748
478	DEL AVELLANO 12	-33,02729	-71,513704
479	LOS OCEANOS 178	-32,998563	-71,494532
480	UNION 53	-33,025131	-71,569352

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
481	SAN ANTONIO 1183	-33,01066	-71,542693
482	LAUQUEN 27	-33,05237	-71,538438
483	LAURENCIA 483	-32,978	-71,535018
484	RIO AMAZONAS 41	-33,042647	-71,577201
485	MARIA ANGELICA 337	-33,024955	-71,509198
486	PTO WILLIAMS 608	-33,049163	-71,643989
487	VICTORIA 38	-33,045294	-71,565117
488	RIO COLBUN 77	-33,030507	-71,495799
489	RIO PAINE 96	-33,034573	-71,498311
490	LUIS AYALA 73	-33,011491	-71,505393
491	DAVID ARELLANO 165	-33,016653	-71,501744
492	LAS VERTIENTES 38	-33,043536	-71,541851
493	DEL CIPRES 4	-33,023897	-71,515492
494	SANTIAGO 93	-33,040643	-71,549144
495	ARGELIA 791	-33,029043	-71,481571
496	QUILLOTA 801	-33,014689	-71,543979
497	ANTUCO 23	-33,033922	-71,497552
498	VILLANELO 520	-33,03154	-71,558744
499	ITALIA 72	-33,048297	-71,558998
500	IQUIQUE 40	-33,042394	-71,569189
501	SAN ANTONIO 999	-33,01329	-71,54325
502	LUIS VICENTINI 64	-33,010326	-71,507386
503	DEL DURAZNO 3096	-33,020792	-71,519871
504	LIMONARES 197	-33,037374	-71,520297
505	ARTURO PRAT 271	-33,027522	-71,571516
506	VEINTE NORTE 1561	-33,005611	-71,540522
507	ANDACOLLO 131	-33,011902	-71,510858
508	ANTOFAGASTA 131	-33,041888	-71,567657
509	DOS NORTE 359	-33,020876	-71,555898
510	VALENCIA 989	-33,032803	-71,555552
511	ARLEGUI 440	-33,023241	-71,556552
512	LOS PAPIROS 154	-33,016841	-71,499762
513	LAS MONJAS 513	-32,981891	-71,533913
514	DEL MANZANO 3051	-33,021253	-71,518803
515	YUGOSLAVIA 77	-33,035153	-71,54768
516	LOS TULIPANES 143	-33,007585	-71,504756
517	PEÑABLANCA 117	-33,025492	-71,54368
518	CORCOLEN 3570	-33,01902	-71,514262
519	VILLA MONTE 19	-33,045933	-71,560081
520	LOS GUINDOS 17	-33,045178	-71,559835

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
521	LUSITANIA 9	-33,031963	-71,531451
522	ELIAS GONZALEZ 391	-33,037073	-71,542233
523	LOS ABETOS 167	-33,033038	-71,525754
524	CUYA 67	-33,028711	-71,491966
525	BARCAZA MOREL 102	-32,992752	-71,504372
526	SAN MIGUEL 33	-33,040537	-71,537803
527	PANAMA 768	-33,032944	-71,544967
528	MORENO VIAL 942	-33,044339	-71,563869
529	TRES CRUCES 17	-33,000021	-71,485321
530	JUPITER 15	-33,039946	-71,545001
531	EL TREBOL 5	-33,016448	-71,514543
532	1 ORIENTE 252	-33,019853	-71,549785
533	RODIMENIA 220	-33,977543	-71,541368
534	UNO NORTE 4438	-33,995875	-71,518372
535	ROSAS 239	-33,029227	-71,50231
536	QUILLAGUA 15	-33,026325	-71,491601
537	INGLATERRA 332	-33,031438	-71,485733
538	VICTOR DOMINGO SILVA 102	-33,043281	-71,544678
539	PRINCIPAL 271	-33,036847	-71,573689
540	CALLE DOS 32	-33,035668	-71,57459
541	HABANA 60	-33,033711	-71,56961
542	LAS LOICAS 6	-33,005398	-71,52895
543	LIMACHE 1765	-33,044285	-71,516741
544	PASAJE COÑARIPE 61	-33,006499	-71,488671
545	GENERAL CARRERA 455	-32,973801	-71,539504
546	PACIFICO NORTE 6	-32,996298	-71,51467
547	LAS MONJAS 275	-32,96972	-71,527512
548	19 NORTE 1928	-33,007317	-71,538159
549	GENERAL PRIETO 250	-32,968969	-71,52577
550	TRASLAVIÑA 165	-33,023818	-71,558525
551	LAS MARAVILLAS 333	-32,999216	-71,498413
552	ANGAMOS 502	-32,971382	-71,539284
553	LAS PERDICES 150	-32,964223	-71,541825
554	SAN JOSE ORIENTE 133	-33,028402	-71,561043
555	IRIDEA 295	-32,97933	-71,537735
556	LA CORUÑA 1500	-33,035669	-71,559847
557	LAGO PEÑUELAS 4	-33,001662	-71,497391
558	LAMINARIA 210	-33,979452	-71,539114
559	SEIS PONIENTE 183	-33,019027	-71,558582
560	VICENTE REYES 246	-33,030133	-71,580178

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
561	RIQUELME 426	-33,039135	-71,564715
562	VILLANELO ALTO 729	-33,030263	-71,557896
563	TRES NORTE 901	-33,020835	-71,548889
564	HUMACAO 183	-33,046802	-71,566539
565	UNO ORIENTE 304	-33,019226	-71,549605
566	UNO PONIENTE 266	-33,01944	-71,552363
567	DOS ORIENTE 495	-33,017898	-71,548112
568	DIEGO PORTALES 344	-33,025752	-71,567355
569	SCHEINER 1616	-33,042506	-71,56341
570	ARTURO GODOY 186	-33,010921	-71,509155
571	MIRANAVE 2631	-33,037275	-71,530889
572	LOS GERANIOS 273	-33,00588	-71,507793
573	RIO BLANCO 29	-33,058109	-71,533844
574	CANAL CONDOR 1000	-33,041234	-71,512476
575	2 PONIENTE 5414	-32,996348	-71,516752
576	3 PONIENTE 220	-33,020085	-71,555052
577	PASAJE UNO 101	-33,059628	-71,535308
578	RIO ALVAREZ 54	-33,059952	-71,533249
579	LAS VERTIENTES 18	-33,045836	-71,560811
580	COPIAPO 106	-33,042679	-71,568213
581	LOS COPIHUES 116	-33,015447	-71,519798
582	FABIOLA 54	-33,044599	-71,570914
583	LAS GOLONDRINAS 1285	-32,964562	-71,543106
584	LAS BANDURRIAS 40	-32,965543	-71,542881
585	QUILLOTA 1590	-33,009621	-71,539484
586	LONDRES 590	-33,02945	-71,567411
587	ADRIANA 345	-33,030817	-71,576155
588	GAETE 417	-33,030621	-71,567883
589	LAS TORRES 1751	-33,039263	-71,527829
590	IQUIQUE 509	-33,034832	-71,537904
591	TACNA 51	-33,035759	-71,538044
592	LOS CARDENALES 32	-33,041383	-71,532567
593	PALENA 19	-33,04275	-71,532148
594	MARCOS MONTT 375	-33,032975	-71,524578
595	6 NORTE 530	-33,016979	-71,552859
596	GOLFO DE PENAS 225	-33,037877	-71,509652
597	ISLA DE ESTER 25	-33,053856	-71,535193
598	6 ORIENTE 1260	-33,010236	-71,541601
599	SERRANO 28	-33,009823	-71,498026
600	OCHO SUR 4034	-32,993725	-71,522707

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
601	SERENA 460	-33,051628	-71,405335
602	BACH 2663	-33,062036	-71,399362
603	EL TEPU 3206	-33,075274	-71,424566
604	EL CIRUELILLO 1339	-33,074199	-71,425038
605	LOS PLATANOS 3122	-33,034573	-71,398394
606	ARTURO SEREY 624	-33,043373	-71,45371
607	VOLCAN AZUFRE 2572	-33,071182	-71,426547
608	EL LABRADOR 825	-33,055029	-71,410041
609	SAN JUAN 1815	-33,051836	-71,389223
610	ELIODORO YAÑEZ 1800	-33,05252	-71,390189
611	CIUDAD DEL VIENTO 1801	-33,053122	-71,390243
612	MARISOL 1676	-33,056808	-71,428877
613	BUENOS AIRES 1056	-33,052449	-71,438921
614	LAS ROSAS 172	-33,040161	-71,429849
615	LAS HIGUERAS 1132	-33,035115	-71,410233
616	MARIA ISABEL 482	-33,045258	-71,403482
617	CAIQUEN 2611	-33,067426	-71,424679
618	ANTONIO VARAS 1665	-33,056474	-71,444851
619	CAMILO HENRIQUEZ 283	-33,044134	-71,455264
620	LOS LINGUES 1005	-33,035425	-71,410236
621	FREIRE 915	-33,046464	-71,40956
622	MADRID 2550	-33,038015	-71,398545
623	LA CAÑADA 2022	-33,036661	-71,474131
624	LOS TULIPANES 1019	-33,060592	-71,397309
625	AIMARA 765	-33,050299	-71,42077
626	JAVIERA CARRERA 955	-33,048087	-71,410216
627	FOBOS 755	-33,042278	-71,480628
628	DENEK 2623	-33,060259	-71,397523
629	ORION 1909	-33,059757	-71,427184
630	AVIADOR ACEVEDO 135	-33,044164	-71,400048
631	SAN MARTIN 558	-33,044129	-71,43243
632	RICARDO CUMMING 953	-33,04868	-71,440851
633	LAS MAGNOLIAS 1311	-33,053816	-71,424539
634	LAS PALMAS 2580	-33,042096	-71,431427
635	ALENPARTE 747	-33,048211	-71,471325
636	LAS PIEDRAS 1145	-33,05224	-71,42304
637	MANUEL BULNES 1201	-33,051345	-71,443559
638	EL PIMIENTO 885	-33,057473	-71,392848
639	VENECIA 2349	-33,034748	-71,430337
640	LOS NARANJOS 511	-33,040403	-71,400158

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
641	COVADONGA 743	-33,05025	-71,443235
642	CAUPOLICAN 842	-33,047453	-71,435987
643	SAN DIEGO 141	-33,038595	-71,430414
644	SERENA 325	-33,049968	-71,405087
645	ANTONIO VARAS 1322	-33,052907	-71,444705
646	LONG BEACH 114	-33,038959	-71,428927
647	LIBERTAD 53	-33,037232	-71,430998
648	LAS COLINAS 459	-33,057487	-71,405887
649	LOS CARRERAS 918	-33,050753	-71,410632
650	RIQUELME 1075	-33,049809	-71,449508
651	DALIAS 3	-33,033455	-71,430547
652	LOS MOLINOS 786	-33,045987	-71,452659
653	LOS CAQUIS 31	-33,0275	-71,432071
654	EL PEHUEN 1293	-33,052001	-71,435125
655	MADRID 353	-33,051191	-71,400234
656	LOS LUCUMOS 3144	-33,023125	-71,517485
657	SAN FRANCISCO DE ASIS 1151	-33,053484	-71,460725
658	LA JARILLA 3094	-33,073871	-71,426275
659	DON LUIS 1680	-33,04166	-71,472212
660	LATORRE 2289	-33,033796	-71,432543
661	LOS GAVILANES 2484	-33,067785	-71,426466
662	LAS MERCEDES 2008	-33,060186	-71,428986
663	OJOS DE AGUA 537	-33,055022	-71,399209
664	DOLORES 225	-33,048442	-71,410435
665	BLANCHARD 2687	-33,034545	-71,428569
666	GALILEO 804	-33,049143	-71,465303
667	CHIRIHUE 2614	-33,067121	-71,426578
668	SANTA MARIA 1060	-33,048411	-71,452333
669	PASAJE CAIQUEN 2675	-33,068037	-71,425102
670	HUMBOLDT 600	-33,068058	-71,438381
671	LOS ANTARES 41	-33,055314	-71,399462
672	PUELMA 268	-33,038722	-71,427087
673	CHACABUCO 575	-33,03555	-71,43918
674	LOS BOLDOS 402	-33,044821	-71,423992
675	COLON 833	-33,049757	-71,465638
676	PETEN 966	-33,0368	-71,409698
677	LOS OLIVOS 555	-33,035763	-71,410836
678	PASAJE NUEVE 920	-33,035862	-71,412295
679	RAFAEL FABRES 506	-33,039153	-71,404508
680	EL LITRE 2470	-33,037447	-71,481751

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
681	LA NIÑA 80	-33,046454	-71,413788
682	LOS MANZANOS 3177	-33,039377	-71,399195
683	EL PIMIENTO 632	-33,054405	-71,392881
684	OCEANO ARTICO 344	-33,039754	-71,48125
685	ANDROMEDA 926	-33,058894	-71,398107
686	EL ALBA 1063	-33,060498	-71,407303
687	ORTIZ VEGA 559	-33,048752	-71,466184
688	CARDENAL CARO 139	-33,027133	-71,43278
689	LOS TILOS 1673	-33,056441	-71,43082
690	DEL ARRAYAN 1435	-33,056073	-71,433266
691	BARROS ARANA 1088	-33,049329	-71,447926
692	LAS VIOLETAS 2333	-33,055834	-71,422515
693	ESMERALDA 2449	-33,068121	-71,439327
694	FUENTE CLARA NORTE 825	-33,055727	-71,414148
695	SANTA CECILIA 345	-33,058635	-71,379924
696	RAPEL 229	-33,049121	-71,399387
697	BADEN POWELL 220	-33,042274	-71,419495
698	VILLARRICA 727	-33,033053	-71,407123
699	LAS MESETAS 346	-33,061434	-71,404146
700	LA PLACE 72	-33,046505	-71,45938
701	MONTEVIDEO 187	-33,053232	-71,449879
702	FRUTILLAR 628	-33,031903	-71,406581
703	CONSTITUCION 218	-33,036089	-71,433777
704	BAQUEDANO 1392	-33,039971	-71,434713
705	LAS BARRANCAS 3086	-33,073957	-71,425385
706	LOS DURAZNOS 3170	-33,037651	-71,399111
707	JULIO VELASCO 233	-33,046189	-71,463388
708	LAUTARO 1165	-33,051286	-71,434718
709	EL SENDERO 2037	-33,037158	-71,474301
710	VOLCAN PUCON 2636	-33,070565	-71,425714
711	EPSILON 1830	-33,062823	-71,43149
712	LOS TIJERALES 625	-33,045104	-71,450218
713	PLAYA ANCHA 662	-33,038538	-71,400423
714	LOS INCAS 1514	-33,049345	-71,418065
715	PRINCIPAL 732	-33,033977	-71,411959
716	FLORENCIA 1470	-33,039707	-71,438642
717	ISLA PICTON 61	-33,054275	-71,400058
718	ERNESTINA 898	-33,044439	-71,408703
719	BERLIN 411	-33,039399	-71,441401
720	LOS CANALES 3105	-33,073395	-71,426549

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
721	EL PUANGUE 3064	-33,072999	-71,428609
722	LOS ALAMOS 1694	-33,049925	-71,424761
723	LAS ELENAS 1659	-33,058461	-71,430375
724	PISCIS 413	-33,041097	-71,479733
725	LAGO LANALHUE 2356	-33,06604	-71,415759
726	ESTADOS UNIDOS 795	-33,037214	-71,400549
727	URANO 2598	-33,062707	-71,427245
728	EL OCASO 782	-33,054842	-71,41334
729	VOLCAN OLLAGUE 2396	-33,072007	-71,425691
730	SOR TERESA DE LOS ANDES 757	-33,031639	-71,429732
731	DIEGO DE ALMAGRO 356	-33,049991	-71,403563
732	ZAPALLAR 2130	-33,061666	-71,424166
733	MONTEVIDEO 574	-33,053359	-71,44492
734	NEWTON 737	-33,044852	-71,461948
735	VALLE CACHAPOAL 2744	-33,070005	-71,422919
736	ARTURO ALESSANDRI 483	-33,061851	-71,441981
737	JULIO VELAZCO 368	-33,047097	-71,463984
738	LOS AVELLANOS 3116	-33,040273	-71,398436
739	WENCESLAO VARGAS 2651	-33,07264	-71,414542
740	LOS TULIPANE 24	-33,045843	-71,390316
741	INFANTE 320	-33,042652	-71,454527
742	PUELMA 466	-33,036662	-71,427174
743	SAUZAL 2651	-33,041156	-71,483841
744	DAVID CORTES 1138	-33,050554	-71,437289
745	RIO VALDIVIA 298	-33,041981	-71,29543
746	CONSTITUCION 110	-33,036815	-71,432959
747	LINCOYAN 512	-33,040648	-71,402823
748	MARINERO FUENTEALBA 65	-33,045236	-71,409104
749	SUIZA 958	-33,04483	-71,409778
750	PEDRO DE VALDIVIA 216	-33,0481	-71,401421
751	GREGORIA 551	-33,04939	-71,40556
752	LOS ALERCES 638	-33,045504	-71,425333
753	ISLOTE SNIPE 1051	-33,059182	-71,401325
754	MUÑOZ GAMERO 251	-33,03707	-71,402255
755	LAS MARGARITAS 1859	-33,060136	-71,422908
756	LOS TILOS 1924	-33,059408	-71,431323
757	FRESIA 35	-33,061007	-71,422518
758	CHONCHI 715	-33,030499	-71,406639
759	LOS ROBLES 232	-33,044959	-71,424895
760	GENERAL CRUZ 520	-33,04425	-71,446317

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
761	DEL MAQUI 1305	-33,05627	-71,43555
762	LOS LIRIOS 2296	-33,056757	-71,423015
763	VALLE DE CASABLANCA 2926	-33,07054	-71,422688
764	PROYECTADA 2117	-33,033698	-71,405307
765	GRUM TELLEZ 2446	-33,059315	-71,421558
766	SAN PEDRO 2423	-33,061536	-71,419852
767	EL LITORAL 2361	-33,03958	-71,480211
768	LAS MAJADAS 440	-33,056226	-71,404924
769	THOMPSON 927	-33,048969	-71,439401
770	SALVADOR DONOSO 696	-33,036262	-71,443162
771	ELEUTERIO RAMIREZ 1322	-33,041965	-71,435884
772	EL TAMARUGO 632	-33,054467	-71,393459
773	LA PALOMA 2383	-33,049783	-71,422036
774	DANIEL DE LA VEGA 2074	-33,049923	-71,393033
775	SIRIUS 1004	-33,058509	-71,400493
776	LAUTARO 1455	-33,05418	-71,434977
777	BRASIL 1237	-33,037365	-71,444382
778	RAMON ANGEL JARA 475	-33,052136	-71,401671
779	MARTE 482	-33,04194	-71,481026
780	ANTOFAGASTA 1754	-33,057319	-71,463249
781	LAS PALMAS 1457	-33,042151	-71,431782
782	EL LOA 1751	-33,057085	-71,464837
783	LOS REYES 1455	-33,045801	-71,417379
784	FREIRINA 1810	-33,05838	-71,464075
785	FRANCISCO MONTESSI 1526	-33,047155	-71,438913
786	CAUPOLICAN 1234	-33,051957	-71,436033
787	LOS ARAUCANOS 1322	-33,048728	-71,415792
788	SAN MARTIN 859	-33,047953	-71,432528
789	VOLCAN ANTILLANCA 2637	-33,069413	-71,424178
790	LICANCABUR	-33,071337	-71,424908
791	HIJUELAS 2671	-33,074272	-71,426985
792	EL PEHUEN 2735	-33,041015	-71,474722
793	ALEFRIZ 2659	-33,070069	-71,423674
794	FRANCISCO FONCK 262	-33,044495	-71,438369
795	SAN ANDRES 2041	-33,038435	-71,509288
796	PEYRONET 669	-33,046027	-71,430346
797	SEGUNDA 611	-33,043648	-71,460595
798	VALENTIN LETELIER 1396	-33,053409	-71,447194
799	COOPERACION 140	-33,042811	-71,469117
800	PARIS 1449	-33,034773	-71,444328

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
801	MATURANA 351	-33,048414	-71,37423
802	LA PAZ 858	-33,03507	-71,374672
803	PUDETO 215	-33,040799	-71,381434
804	SAN ENRIQUE 89	-33,045176	-71,379077
805	RIO BLANCO 1015	-33,051024	-71,379124
806	FLORENCIA 628	-33,064687	-71,37288
807	CARMEN 1134, QUILPUE	-33,072245	-71,433577
808	EL CASTAÑO 2047	-33,056524	-71,390727
809	LOS ANDES 80	-33,046376	-71,346079
810	CUARTA 1496	-33,042295	-71,366832
811	BUENOS AIRES 689	-33,042968	-71,373661
812	MADRID 1089	-33,039083	-71,378109
813	ROMA 465	-33,038212	-71,369985
814	ANDRES BELLO 453	-33,061074	-71,369125
815	LOS GIRASOLES 1924	-33,060962	-71,397374
816	SANTA ADELINA 653	-33,047357	-71,355243
817	SAN ENRIQUE 301	-33,047659	-71,378984
818	SAN JORGE 104	-33,041254	-71,346344
819	MARIA MERCEDES 1306	-33,058709	-71,380962
820	LIMA 886	-33,035998	-71,375325
821	LOS PERALES 1622	-33,048197	-71,385411
822	SAN JUAN 1805	-33,051867	-71,38905
823	JOSE BOHR 1154	-33,06119	-71,394889
824	<b>LERIDA 62</b>	-33,057343	-71366012
825	ARANDA 297	-33,039007	-71,379867
826	EL TAMARUGO 800	-33,0572	-71,39364
827	SAN ENRIQUE 1358	-33,055673	-71,378246
828	RIO BUENO 20	-33,060785	-71,402436
829	LOS ESPINOS 1317	-33,057431	-71,391397
830	FERNANDA 547	-33,06427	-71,372386
831	PERU 1208	-33,059072	-71,379782
832	LA PORTADA 977	-33,04477	-71,361438
833	PEDRO AGUIRRE CERDA 1223	-33,058556	-71,381171
834	TACNA 540	-33,051939	-71,372046
835	JOSE MARIA CARO 1093	-33,040847	-71,363296
836	DIAZ 1227	-33,045707	-71,381277
837	SANTA EMA 1598	-33,040626	-71,384316
838	PRIMERA 440	-33,049889	-71,366624
839	PROGRESO 1000	-33,033669	-71,375083
840	LONDRES 721	-33,041576	-71,373904

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
841	LOS SUSPIROS 865	-33,039466	-71,383511
842	TAITAO 1440	-33,039861	-71,381902
843	JOSE DONOSO 2420	-33,061116	-71,395293
844	AMUNATEGUI 221	-33,045527	-71,359966
845	SEVILLA 26	-33,053207	-71,363153
846	RODOLFO GALLEGUILLOS 385	-33,06427	-71,390276
847	BELLAVISTA 715	-33,056104	-71,38427
848	RAULI 1290	-33,036776	-71,380636
849	GOEPFERT 1325	-33,040302	-71,381559
850	EL QUISCO 2611	-33,058409	-71,393629
851	LIVERPOOL 462	-33,045833	-71,352273
852	GARAY 950	-33,034582	-71,376053
853	RIO LOA 511	-33,050773	-71,379646
854	SAN NICOLAS 492	-33,049898	-71,361159
855	BAQUEDANO 977	-33,037174	-71,399505
856	EL ARRAYAN 858	-33,057561	-71,391996
857	BARCELONA 146	-33,054617	-71,364099
858	RUBILAR 330	-33,062322	-71,367427
859	LAS TORTOLAS 2322	-33,053068	-71,394395
860	MILAN 435	-33,046591	-7,351928
861	LAS PERDICES 2239	-33,052005	-71,393316
862	VIENA 798	-33,038515	-71,374438
863	CONCEPCION 1201	-33,042291	-71,37999
864	BREMEN 445	-33,04676	-71,351278
865	ERRAZURIZ 249	-33,048911	-71,361456
866	MALLORCA 67	-33,042315	-71,354294
867	CANAL MORALEDA 9	-33,045725	-71,346693
868	SEXTA 29	-33,041342	-71,3643
869	VILLARRICA 1622	-33,033038	-71,407305
870	FERRARI 12	-33,044723	-71,379987
871	LA LUZ 1465	-33,056057	-71,385639
872	BULNES 687	-33,055288	-71,373997
873	ELQUI 1230	-33,057123	-71,474093
874	EL CHAÑAR 660	-33,054771	-71,393197
875	ARRIETA 510	-33,049944	-71,377057
876	SANTA ELENA 296	-33,042725	-71,348958
877	QUINTA 162	-33,039673	-71,364859
878	LAS SIRENAS 245	-33,035345	-71,366362
879	LAGO CHAPO 2431	-33,066672	-71,366883
880	GENERAL CARLOS IBAÑEZ 1781	-33,042412	-71,387259

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
881	INDEPENDENCIA 1310	-33,058186	-71,383438
882	EL CARACOL 181	-33,044837	-71,346733
883	GUACOLDA 336	-33,042173	-71,349675
884	GERONA 18	-33,057868	-71,367015
885	DON FERNANDO 942	-33,056088	-71,376703
886	COQUIMBO 1220	-33,057635	-71,375177
887	CAUPOLICAN 754	-33,053834	-71,386673
888	LOURDES 698	-33,060073	-71,375266
889	PRIMERA 364	-33,048765	-71,366706
890	ORELLA 570	-33,057068	-71,371937
891	ALEJANDRO MORRISON 1163	-33,052559	-71,358961
892	LOS ESPINOS 276	-33,048814	-71,385032
893	ALICANTE 46	-33,06043	-71,365516
894	LONCOCHE 485	-33,067942	-71,369899
895	EL ALAMO 560	-33,066048	-71,368666
896	SAN AGUSTIN	-33,057779	-71,377312
897	MANUEL ANTONIO MATTA 650	-33,061933	-71,372548
898	MAURICIO 1072	-33,057102	-71,381888
899	JOAQUIN PEREZ 385	-33,061628	-71,370115
900	PUDETO 399	-33,037275	-71,380756
901	CUADRO VERDE 358	-33,048748	-71,389596
902	VIEJO 2029	-33,052869	-71,388091
903	RIO VALDIVIA 312	-33,037792	-71,358863
904	RIQUELME 28	-33,040403	-71,349953
905	LAS TORCAZAS 512	-33,053336	-71,414901
906	COLO COLO 316	-33,040961	-71,350819
907	SERENA 507	-33,05082	-71,38172
908	EL TAMARUGO 783	-33,055518	-71,393541
909	EL BOSQUE 1949	-33,054884	-71,388934
910	CAPRI 671	-33,036095	-71,369852
911	BULNES 825	-33,055424	-71,375385
912	ALEJANDRO PERALTA 831	-33,057827	-71,395035
913	SAN LORENZO 110	-33,039833	-71,369646
914	EL ULMO 966	-33,058527	-71,390475
915	LAS LOICAS 558	-33,076151	-71,417885
916	EL MAQUI 2031	-33,059112	-71,390508
917	TERCERA 345	-33,037838	-71,367253
918	CUMMING 24	-33,044821	-71,375929
919	ALTAMIRANO 781	-33,054447	-71,375062
920	LOS PIMIENTOS 658	-33,035715	-71,363565

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
921	LOS AVELLANOS 862	-33,057295	-71,391239
922	LAS BEGONIAS 43	-33,042663	-71,394573
923	ALMIRANTE WILSON 49	-33,046323	-71,343729
924	MADRID 1030	-33,039115	-71,377823
925	PINTO 342	-33,038023	-71,378477
926	PISAGUA 636	-33,052928	-71,371943
927	CLAUDIO GAY 376	-33,049858	-71,391661
928	JUANA ROSS 1082	-33,041235	-71,364224
929	MANUEL MONTT 743	-33,044348	-71,355719
930	LASTRA 650	-33,052252	-71,877395
931	ARTURO GATICA 2405	-33,05999	-71,394959
932	LOMAS ORIENTE 159	-33,056938	-71,382179
933	SUECIA 1451	-33,060005	-71,384821
934	PUNTA ARENAS 2360	-33,036348	-71,39389
935	JUAN XXIII 2498	-33,032463	-71,394051
936	EL CHAÑAR 718	-33,056328	-71,393258
937	LA PAZ 721	-33,035365	-71,372495
938	EL SAUCE 1746	-33,054689	-71,385768
939	PANAMA 676	-33,06063	-71,379383
940	FILIPINAS 2630	-33,030214	-71,394019
941	EL MIRADOR 417	-33,041895	-71,387954
942	GABRIEL DAZAROLA 1032	-33,058072	-71,361256
943	MOAI 2136	-33,048307	-71,395015
944	CADIZ 2380	-33,030727	-71,393086
945	LOS ALELIES 486	-33,037489	-71,383137
946	CARLOS PIZARRO 2455	-33,033497	-71,393912
947	SAN JOSE 204	-33,046324	-71,360492
948	LOS RAULIES 515	-33,035761	-71,409692
949	PARIS 898	-33,041064	-71,376221
950	ABTAO 168	-33,039254	-71,355039
951	CUARTA 1245	-33,042263	-71,366799
952	VOLCAN TACORA 2190	-33,072426	-71,425855
953	SAN ENRIQUE 311	-33,048036	-71,378809
954	LAS ARAUCARIAS 564	-33,053661	-71,391688
955	IGNACIO CARRERA PINTO 512	-33,050379	-71,365329
956	OCTAVA 198	-33,03363	-71,364507
957	EL AMANECER 1363	-33,057273	-71,38561
958	PALENA 300	-32,990997	-71,265154
959	CABURGA 1651	-33,066586	-71,415195
960	MARQUEZ 1334	-33,051211	-71,381165

<b>NODO</b>	<b>NOMBRE NODO</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
961	MIRAFLORES 755	-33,051213	-71,373722
962	RODOLFO GALLEGUILLOS 1019	-33,058173	-71,389041
963	MARCELINO CHAMPAGNAT 300	-33,04768	-71,364312
964	QUINTA 264	-33,047203	-71,36191
965	LOS CASTAÑOS 19	-33,047121	-71,357432
966	ARICA 451	-33,052722	-71,370305
967	GRECIA 1293	-33,060664	-71,381064
968	CASTRO 171	-33,042276	-71,384401
969	PADRE ALBERTO HURTADO 96	-33,050385	-71,338403
970	ECHAURREN 586	-33,056108	-71,372293
971	LAGO CHAPO 2514	-33,067383	-71,366703
972	LOS SUSPIROS 364	-33,036327	-71,366818
973	COLIBRI 10	-33,034856	-71,366164
974	LISBOA 317	-33,039085	-71,369107
975	PRINCIPAL 1542	-33,038684	-71,385247
976	LOS CIRUELOS 465	-33,050825	-71,387507
977	LA PALMA 629	-33,05954	-71,37058
978	TUAMAPU 568	-33,046736	-71,346732
979	ROMA 63	-33,038319	-71,366496
980	GERONA 350	-33,057445	-71,358388
981	TERCERA 262	-33,039144	-71,367107
982	BERLIN 1454	-33,041455	-71,981704
983	LONCOCHE 351	-33,067982	-71,369588
984	SEGUNDA 347	-33,098119	-71,368404
985	CRISPIN REYES 258	-33,048981	-71,357758
986	DEL VILLAR 1189	-33,050508	-71,37974
987	JAPON 150	-33,039847	-71,362525
988	ARAYA 1563	-33,052603	-71,384011
989	CASTELLON 56	-33,063392	-71,365214
990	EL TABO 2325	33,058638	-71,393601
991	ROMA 130	-33,038398	-71,367719
992	LIRCAY 956	-33,039721	-71,361377
993	LONDRES 920	-33,041676	-71,376633
994	LIRA 2180	-33,065042	-71,267392
995	ATAHUALPA 677	-33,064654	-71,366516
996	EL PEHUEN 2122	-33,058111	-71,391468
997	DIECIOCHO DE SEPTIEMBRE 275	-33,047164	-71,356843
998	YOLANDA 423	-33,045721	-71,354253
999	MARQUEZ 1016	-33,051603	-71,377892
1000	SAN ENRIQUE 630	-33,052159	-71,378578



(Parte 2 de 4)

23	13	43	17	60	31	31	31	11	28
11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4	16	301	314	216	58	49	319	256	197
5	18	307	315	295	117	59	337	329	311
15	19	316	336	302	209	79	343	334	335
22	52	324	350	304	312	91	355	365	346
28	68	325	366	305	333	116	360	432	348
32	69	327	398	322	369	129	368	468	371
33	99	331	467	323	389	143	381	506	386
34	108	342	483	338	401	149	385	542	393
43	139	344	513	341	406	152	390	548	400
80	144	356	545	352	410	153	402	581	411
123	271	358	547	353	416	160	403	585	421
158	300	359	549	357	443	170	420		435
178	378	362	552	361	459	199	422		463
179		363	553	372	465	201	430		464
208		367	555	373	466	232	450		487
221		382	583	375	482	235	454		500
223		392	584	376	492	236	455		505
238		394		379	494	245	461		508
242		404		380	499	274	472		528
253		408		383	519	277	477		539
280		427		384	520	284	490		540
299		438		387	526	320	491		541
451		445		388	530	326	502		561
		449		396	538	345	507		564
		456		397	573	364	512		569
		458		399	577	423	516		580
		462		405	578	425	531		582
		471		415	579	469	536		588
		481		417	592	484	570		
		496		419	593	560	572		
		501		426	597	587	599		
		517		429					
		522		434					
		527		436					
		532		444					
		563		447					
		565		453					
		566		473					
		567		476					
		590		478					
		591		485					
		595		488					
		598		489					
				493					
				497					
				503					
				504					
				514					
				518					
				521					
				523					
				535					
				543					
				571					
				574					
				589					
				594					
				596					
				656					
				795					

(Parte 3 de 4)

18	32	6	4	48	26	26	17	4	32
21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
310	53	370	340	603	88	354	470	533	615
313	114	433	391	604	613	395	606	534	616
321	156	475	407	607	618	409	619	558	620
328	195	525	600	612	632	412	652	789	621
332	234	546		617	637	413	657		626
339	248	575		625	641	414	668		630
349	317			629	642	446	675		640
351	374			633	645	495	687		649
377	424			636	650	524	700		664
418	428			658	654	537	707		676
439	431			661	670	623	712		677
440	437			662	691	627	734		678
460	441			667	693	635	741		679
479	442			669	701	659	780		681
529	448			674	708	666	782		698
544	452			689	733	680	784		702
551	457			690	736	684	797		713
557	474			692	744	709			715
	480			697	760	724			718
	498			705	761	737			726
	509			710	769	743			747
	510			711	776	767			748
	511			714	785	779			749
	515			720	786	792			750
	550			721	798	799			751
	554			722	807	873			754
	556			723					758
	559			727					764
	562			729					783
	568			732					787
	576			735					869
	586			752					948
				755					
				756					
				757					
				759					
				762					
				763					
				765					
				766					
				773					
				788					
				790					
				791					
				793					
				796					
				905					
				952					

(Parte 4 de 4)

28	27	20	41	19	27	27	32	16	21
31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
601	614	803	609	801	695	802	745	605	805
602	631	804	610	824	806	810	809	622	817
608	634	812	611	834	814	811	816	682	821
624	639	825	638	838	819	813	818	706	847
628	643	836	683	845	827	820	832	738	853
644	646	837	772	854	830	835	844	740	872
648	647	841	774	857	831	839	851	855	875
655	651	842	808	865	833	840	860	880	881
663	653	848	822	884	858	852	864	922	885
671	660	849	823	889	879	862	866	934	892
685	665	863	826	926	886	868	867	935	898
686	672	870	829	942	888	877	876	940	907
694	673	900	843	955	890	878	882	941	911
696	688	918	846	961	893	910	883	944	919
699	703	924	850	963	894	913	891	946	932
717	704	925	856	964	895	917	903	975	953
725	716	945	859	966	896	920	904		960
728	719	949	861	970	897	928	906		986
731	730	968	871	980	899	937	923		988
739	742	993	874		939	951	929		999
753	746		887		967	956	947		1000
768	770		901		971	972	950		
775	771		902		977	974	958		
778	777		908		983	979	965		
815	781		909		984	981	969		
828	794		912		989	987	973		
915	800		914		995	991	978		
959			916				985		
			921				992		
			927				994		
			931				997		
			933				998		
			936						
			938						
			943						
			954						
			957						
			962						
			976						
			990						
			996						

### Anexo N° 5: Comparación de resultados con tiempo entre nodos cero y tiempo entre nodos con valor considerablemente grande.

- Para tiempo involucrado de nodo “i” a nodo “j” tal que  $i=j$  con tendencia a infinito

The screenshot shows the LINDO interface with the following data:

**Reports Window:**

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 20
OBJECTIVE VALUE = 103.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 103.000000 AT BRANCH
BOUND ON OPTIMUM: 103.0000
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 20

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 103.0000

VARIABLE VALUE REDUCED COST
X1Y1 0.000000 99999.000000
X1Y2 1.000000 25.000000
X1Y3 0.000000 23.000000
X1Y4 0.000000 25.000000
X1Y5 0.000000 29.000000
X2Y1 0.000000 25.000000
X2Y2 0.000000 99999.000000
X2Y3 0.000000 18.000000
X2Y4 1.000000 19.000000
X2Y5 0.000000 26.000000
X3Y1 1.000000 23.000000
X3Y2 0.000000 18.000000
X3Y3 0.000000 99999.000000
X3Y4 0.000000 19.000000
X3Y5 0.000000 20.000000
X4Y1 0.000000 25.000000
X4Y2 0.000000 19.000000
X4Y3 0.000000 19.000000
X4Y4 0.000000 99999.000000
X4Y5 1.000000 16.000000
X5Y1 0.000000 29.000000
X5Y2 0.000000 26.000000
X5Y3 1.000000 20.000000
X5Y4 0.000000 16.000000
X5Y5 0.000000 99999.000000

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES
2) 0.000000 0.000000
    
```

**LINDO Solver Status:**

```

Optimizer Status
Status: Optimal
Iterations: 20
Infeasibility: 0
Objective: 103
Best IP: 103
IP Bound: 100072
Branches: 0
Elapsed Time: 00:00:00
    
```

- Para tiempo involucrado de nodo “i” a nodo “j” tal que  $i=j$ , con tendencia a cero

The screenshot shows the LINDO interface with the following data:

**Reports Window:**

```

NEW INTEGER SOLUTION OF 103.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 24
BOUND ON OPTIMUM: 103.0000
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 24

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1) 103.0000

VARIABLE VALUE REDUCED COST
X1Y2 1.000000 25.000000
X1Y3 0.000000 23.000000
X1Y4 0.000000 25.000000
X1Y5 0.000000 29.000000
X2Y1 0.000000 25.000000
X2Y2 0.000000 99999.000000
X2Y3 0.000000 18.000000
X2Y4 1.000000 19.000000
X2Y5 0.000000 26.000000
X3Y1 1.000000 23.000000
X3Y2 0.000000 18.000000
X3Y3 0.000000 99999.000000
X3Y4 0.000000 19.000000
X3Y5 0.000000 20.000000
X4Y1 0.000000 25.000000
X4Y2 0.000000 19.000000
X4Y3 0.000000 19.000000
X4Y4 0.000000 99999.000000
X4Y5 1.000000 16.000000
X5Y1 0.000000 29.000000
X5Y2 0.000000 26.000000
X5Y3 1.000000 20.000000
X5Y4 0.000000 16.000000
X5Y5 0.000000 99999.000000

ROW SLACK OR SURPLUS DUAL PRICES
2) 0.000000 0.000000
3) 0.000000 0.000000
4) 0.000000 0.000000
5) 0.000000 0.000000
6) 0.000000 0.000000
7) 0.000000 0.000000
8) 0.000000 0.000000
9) 0.000000 0.000000
    
```

**LINDO Solver Status:**

```

Optimizer Status
Status: Optimal
Iterations: 24
Infeasibility: 0
Objective: 103
Best IP: 103
IP Bound: 103
Branches: 0
Elapsed Time: 00:00:00
    
```

**Anexo N°6:** Verificación de nodos agrupados por clúster mediante la variación del centroide inicial\*

**I Para nodos iniciales D, K y M**

• **Iteración N°1:**

NODOS		VARIABLES					DISTANCIA EUCLIDIANA				
	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Mínimo	Cluster asig	
A	7	8	4	5	2	7,14	9,00	5,20	5,20	3	
B	6	8	5	4	2	7,07	8,49	4,90	4,90	3	
C	8	9	7	8	9	3,16	9,38	9,49	3,16	1	
D	6	7	7	7	8	0,00	6,32	6,93	0,00	1	
E	1	2	5	3	4	9,27	4,24	4,90	4,24	2	
F	3	4	5	3	5	6,86	3,61	3,87	3,61	2	
G	7	8	8	6	6	2,83	7,62	7,07	2,83	1	
H	8	9	6	5	5	4,69	8,83	7,07	4,69	1	
I	2	3	5	6	5	6,78	2,83	3,16	2,83	2	
J	1	2	4	4	2	10,20	5,83	4,24	4,24	3	
K	3	2	6	5	7	6,32	0,00	5,48	0,00	2	
L	2	5	6	8	9	4,80	4,80	6,71	4,80	1	
M	3	5	4	6	3	6,93	5,48	0,00	0,00	3	
N	3	5	5	6	3	6,56	5,20	1,00	1,00	3	

CENTROIDES INICIALES					
Cluster 1	D	6	7	7	8
Cluster 2	K	3	2	6	7
Cluster 3	M	3	5	4	6

POR LO TANTO:	
CLUSTER 1	C,D,G,H,L
CLUSTER 2	E,F,I,K
CLUSTER 3	A,B,J,M,N

• **Iteración N°2:**

NODOS		VARIABLES					DISTANCIA EUCLIDIANA				
VAR/NODO	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Mínimo	Cluster asig	
A	7	8	4	5	2	6,41	7,93	3,88	3,88	3	
B	6	8	5	4	2	6,36	7,23	3,36	3,36	3	
C	8	9	7	8	9	3,04	10,16	9,32	3,04	1	
D	6	7	7	7	8	0,92	7,09	6,93	0,92	1	
E	1	2	5	3	4	9,36	2,30	5,37	2,30	2	
F	3	4	5	3	5	6,83	1,95	3,83	1,95	2	
G	7	8	8	6	6	2,20	7,83	6,46	2,20	1	
H	8	9	6	5	5	3,85	8,56	6,07	3,85	1	
I	2	3	5	6	5	6,96	1,82	4,35	1,82	2	
J	1	2	4	4	2	10,16	3,78	4,82	3,78	2	
K	3	2	6	5	7	6,76	2,30	6,14	2,30	2	
L	2	5	6	8	9	5,39	5,81	7,71	5,39	1	
M	3	5	4	6	3	6,70	3,91	1,70	1,70	3	
N	3	5	5	6	3	6,34	3,72	1,75	1,75	3	

NUEVOS CENTROIDES					
Cluster 1		6,2	7,6	6,8	7,4
Cluster 2		2,25	2,75	5,25	5,25
Cluster 3		4	5,6	4,4	5

POR LO TANTO:	
CLUSTER 1	C,D,G,H,L
CLUSTER 2	E,F,I,J,K
CLUSTER 3	A,B,M,N

• Iteración N° 3

NODOS		VARIABLES					DISTANCIA EUCLIDIANA				
VAR/NODO	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Mínimo	Cluster asig	
A	7	8	4	5	2	6,41	7,93	3,88	3,88	3	
B	6	8	5	4	2	6,36	7,23	3,36	3,36	3	
C	8	9	7	8	9	3,04	10,16	9,32	3,04	1	
D	6	7	7	7	8	0,92	7,09	6,93	0,92	1	
E	1	2	5	3	4	9,36	2,30	5,37	2,30	2	
F	3	4	5	3	5	6,83	1,95	3,83	1,95	2	
G	7	8	8	6	6	2,20	7,83	6,46	2,20	1	
H	8	9	6	5	5	3,85	8,56	6,07	3,85	1	
I	2	3	5	6	5	6,96	1,82	4,35	1,82	2	
J	1	2	4	4	2	10,16	3,78	4,82	3,78	2	
K	3	2	6	5	7	6,76	2,30	6,14	2,30	2	
L	2	5	6	8	9	5,39	5,81	7,71	5,39	1	
M	3	5	4	6	3	6,70	3,91	1,70	1,70	3	
N	3	5	5	6	3	6,34	3,72	1,75	1,75	3	

NUEVOS CENTROIDES						
Cluster 1		6,2	7,6	6,8	6,8	7,4
Cluster 2		2,25	2,75	5,25	4,25	5,25
Cluster 3		4	5,6	4,4	5	2,4

POR LO TANTO:	
CLUSTER 1	C,D,G,H,L
CLUSTER 2	E,F,I,J,K
CLUSTER 3	A,B,M,N

II Para nodos iniciales A, B, C

• Iteración N°1:

NODOS		VARIABLES					DISTANCIA EUCLIDIANA				
	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Mínimo	Cluster asig	
A	7	8	4	5	2	0,00	1,73	8,31	0,00	1	
B	6	8	5	4	2	1,73	0,00	8,60	0,00	2	
C	8	9	7	8	9	8,31	8,60	0,00	0,00	3	
D	6	7	7	7	8	7,14	7,07	3,16	3,16	3	
E	1	2	5	3	4	9,00	8,12	12,33	8,12	2	
F	3	4	5	3	5	6,78	5,92	9,75	5,92	2	
G	7	8	8	6	6	5,74	5,48	4,00	4,00	3	
H	8	9	6	5	5	3,87	4,00	5,10	3,87	1	
I	2	3	5	6	5	7,81	7,35	9,80	7,35	2	
J	1	2	4	4	2	8,54	7,87	13,11	7,87	2	
K	3	2	6	5	7	9,00	8,49	9,38	8,49	2	
L	2	5	6	8	9	9,80	9,54	7,28	7,28	3	
M	3	5	4	6	3	5,20	4,90	9,49	4,90	2	
N	3	5	5	6	3	5,29	4,80	9,22	4,80	2	

NUEVOS CENTROIDES						
Cluster 1	A	7	8	4	5	2
Cluster 2	B	6	8	5	4	2
Cluster 3	C	8	9	7	8	9

POR LO TANTO:	
CLUSTER 1	A,H
CLUSTER 2	B,E,F,I,J,K,M,N
CLUSTER 3	C,D,G,L

• **Iteración N°2:**

NODOS		VARIABLES				
	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	
A	7	8	4	5	2	
B	6	8	5	4	2	
C	8	9	7	8	9	
D	6	7	7	7	8	
E	1	2	5	3	4	
F	3	4	5	3	5	
G	7	8	8	6	6	
H	8	9	6	5	5	
I	2	3	5	6	5	
J	1	2	4	4	2	
K	3	2	6	5	7	
L	2	5	6	8	9	
M	3	5	4	6	3	
N	3	5	5	6	3	

DISTANCIA EUCLIDIANA				
Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Mínimo	Cluster asig
1,94	6,28	7,22	1,94	1
2,40	5,61	7,15	2,40	1
6,61	9,80	3,11	3,11	3
5,72	6,89	0,43	0,43	3
9,42	3,04	9,39	3,04	2
6,84	2,00	7,01	2,00	2
4,09	7,16	2,95	2,95	3
4,82	7,52	1,94	1,94	3
7,98	2,12	6,83	2,12	2
9,42	3,35	10,28	3,35	2
8,70	3,84	6,50	3,84	2
9,10	6,38	4,66	4,66	3
2,18	5,89	6,94	2,18	1
2,00	5,81	6,57	2,00	1

NUEVOS CENTROIDES					
Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3			
7,5	8,5	5	5	3,5	
2,75	3,88	4,88	4,63	3,88	
5,75	7,25	7	7,25	8	

POR LO TANTO:	
CLUSTER 1	A,B,M,N
CLUSTER 2	E,F,I,J,K
CLUSTER 3	C,D,G,H,L

• **Iteración N° 3**

NODOS		VARIABLES				
	Var 1	Var 2	Var 3	Var 4	Var 5	
A	7	8	4	5	2	
B	6	8	5	4	2	
C	8	9	7	8	9	
D	6	7	7	7	8	
E	1	2	5	3	4	
F	3	4	5	3	5	
G	7	8	8	6	6	
H	8	9	6	5	5	
I	2	3	5	6	5	
J	1	2	4	4	2	
K	3	2	6	5	7	
L	2	5	6	8	9	
M	3	5	4	6	3	
N	3	5	5	6	3	

DISTANCIA EUCLIDIANA				
Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3	Mínimo	Cluster asig
1,94	6,28	7,22	1,94	1
2,40	5,61	7,15	2,40	1
6,61	9,80	3,11	3,11	3
5,72	6,89	0,43	0,43	3
9,42	3,04	9,39	3,04	2
6,84	2,00	7,01	2,00	2
4,09	7,16	2,95	2,95	3
4,82	7,52	1,94	1,94	3
7,98	2,12	6,83	2,12	2
9,42	3,35	10,28	3,35	2
8,70	3,84	6,50	3,84	2
9,10	6,38	4,66	4,66	3
2,18	5,89	6,94	2,18	1
2,00	5,81	6,57	2,00	1

NUEVOS CENTROIDES					
Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3			
7,5	8,5	5	5	3,5	
2,75	3,88	4,88	4,63	3,88	
5,75	7,25	7	7,25	8	

POR LO TANTO:	
CLUSTER 1	A,B,M,N
CLUSTER 2	E,F,I,J,K
CLUSTER 3	C,D,G,H,L

\*Independiente del nodo inicial que se utilice, el conjunto de nodos que forme cada clúster no variará, independiente del número de iteraciones que se realice. Es por ello que para la simplificación del número de iteraciones necesarias, se aconseja incluir los nodos en un mapa y elegir los centroides iniciales de tal forma que incluya una cantidad de nodos cercano a dicho punto.

**Anexo N° 7:** Tiempos involucrados durante la visita de cada nodo según clúster

• **Clúster N° 1**

0	0	25	27	30	36	56	60	73	75	76	89	102	112	137	140	145	196	198	214	227	255	265	272	283	286	298	486
0	0	16	10	11	15	16	15	11	13	13	12	15	10	15	10	10	12	12	12	14	11	12	14	16	16	15	15
25	16	0	18	16	18	21	16	18	20	20	17	17	13	15	17	16	16	15	15	18	18	17	18	15	15	15	18
27	10	18	0	16	19	16	19	21	15	16	19	13	18	19	13	19	14	19	16	18	22	13	19	16	16	16	13
30	11	16	16	0	17	17	17	15	16	17	18	14	16	17	15	17	14	17	13	16	19	14	17	13	13	13	15
36	15	18	19	17	0	19	15	16	18	18	14	15	16	16	18	15	18	15	16	13	17	15	13	17	18	16	16
56	16	21	16	17	19	0	19	22	14	14	20	17	21	22	17	20	18	21	19	18	22	18	19	19	19	19	18
60	15	16	19	17	15	19	0	16	18	19	14	16	15	16	18	13	19	14	17	14	17	16	15	17	18	17	17
73	11	18	21	15	16	22	16	0	20	21	14	18	15	13	20	16	19	15	19	16	14	18	16	18	18	19	19
75	13	20	15	16	18	14	18	20	0	14	19	16	21	21	16	19	17	20	18	17	21	17	18	15	19	18	17
76	13	20	16	17	18	14	19	21	14	0	20	17	21	22	16	20	17	21	19	18	22	18	19	18	19	19	17
89	12	17	19	18	14	20	14	14	19	20	0	16	15	15	19	14	19	15	17	15	15	16	15	18	18	17	17
102	15	17	13	14	15	17	16	18	16	17	16	0	19	20	14	18	15	20	17	17	21	13	18	16	17	17	13
112	10	13	18	16	16	21	15	15	21	21	15	19	0	14	17	15	16	13	16	16	17	18	17	16	15	16	19
137	15	15	19	17	16	22	16	13	21	22	15	20	14	0	18	16	18	15	17	17	15	18	17	17	16	17	19
140	10	17	13	15	18	17	18	20	16	16	19	14	17	18	0	20	13	18	15	19	21	14	20	14	15	15	14
145	10	16	19	17	15	20	13	16	19	20	14	18	15	16	20	0	19	14	17	14	17	16	14	17	18	17	17
196	12	16	14	14	18	18	19	19	17	17	19	15	16	18	13	19	0	17	14	18	20	14	19	13	14	14	15
198	12	15	19	17	15	21	14	15	20	21	15	20	13	15	18	14	17	0	17	16	17	17	16	17	16	17	18
214	12	15	16	13	16	19	17	19	18	19	17	17	16	17	15	17	14	17	0	16	19	14	17	13	13	13	15
227	14	18	18	16	13	18	14	16	17	18	15	17	16	17	19	14	18	16	16	0	17	15	13	16	17	16	16
255	11	18	22	19	17	22	17	14	21	22	15	21	17	15	21	17	20	17	19	17	0	19	18	20	20	21	20
265	12	17	13	14	15	18	16	18	17	18	16	13	18	18	14	16	14	17	14	15	19	0	18	17	17	17	13
272	14	18	19	17	13	19	15	16	18	19	15	18	17	17	20	14	19	16	17	13	18	0	17	17	17	16	16
283	16	15	16	16	13	17	17	18	15	18	18	16	16	17	14	17	13	17	13	16	20	17	17	0	13	13	15
286	16	15	16	16	13	18	19	18	19	19	18	17	15	16	15	18	14	16	13	13	20	17	17	13	0	13	16
298	15	15	16	16	13	16	19	17	19	19	17	17	16	17	15	17	14	17	13	16	21	17	16	13	13	0	15
486	15	18	13	15	16	18	17	19	17	17	17	13	19	19	14	17	15	18	15	16	20	13	16	15	16	15	0

## • Clúster N.º 2

0	0	6	7	8	11	23	24	48	50	61	97	105	110	113	142	154	157	163	186	189	207	212	215	218	222	224	231	251	257	259	267	279
0	0	9	12	10	16	10	16	12	10	13	11	11	15	11	10	15	10	14	13	15	11	9	16	12	9	12	10	12	12	13	11	10
6	9	14	13	16	13	16	16	16	16	14	16	15	15	16	15	15	16	15	14	16	16	16	15	14	15	17	14	14	14	16	17	14
7	12	14	0	13	17	15	17	16	17	15	17	16	16	17	16	15	17	16	14	16	17	14	16	16	15	18	13	15	16	15	18	15
8	10	13	13	0	17	15	17	16	17	15	17	16	16	17	16	15	17	16	14	16	17	14	16	16	15	18	13	15	16	15	18	15
11	16	16	17	17	0	16	15	14	13	16	17	19	15	17	14	16	13	16	18	13	13	16	15	16	17	16	17	16	16	14	17	16
23	10	13	15	15	16	0	15	15	15	14	15	16	15	15	15	15	16	15	15	15	16	17	14	14	16	16	15	13	14	16	16	15
24	16	16	17	17	15	15	0	16	15	16	13	20	13	15	16	17	14	13	18	14	16	19	14	15	19	13	18	15	15	18	13	17
48	12	16	16	16	14	15	16	0	13	14	16	19	16	16	13	15	14	16	18	14	14	17	15	15	17	17	17	15	15	14	18	14
50	10	16	17	17	13	15	15	13	0	15	15	19	15	16	14	16	14	16	18	13	13	16	15	15	17	16	17	16	15	14	16	16
61	13	14	15	15	16	14	16	14	15	0	16	18	15	15	13	16	15	17	15	15	16	15	14	17	17	15	14	14	15	17	13	13
97	11	16	17	17	17	15	13	16	15	16	0	20	13	15	17	18	14	13	18	15	16	19	15	15	19	13	18	15	15	18	13	17
105	11	15	16	16	19	16	20	19	19	18	20	0	19	19	19	17	20	19	14	19	18	15	18	14	21	17	17	18	18	21	18	18
110	15	15	16	16	15	15	13	16	15	15	13	19	0	14	17	18	14	13	18	15	16	19	14	14	19	13	17	14	14	17	13	17
113	11	16	17	17	17	15	15	16	16	15	15	19	14	0	17	18	16	14	18	16	17	19	14	14	19	16	17	14	14	18	16	17
142	10	15	16	16	16	15	16	13	14	13	17	19	17	17	0	14	15	16	19	15	15	17	16	15	18	17	16	15	15	14	18	14
154	15	15	15	15	16	15	17	15	16	13	18	17	18	18	14	0	16	16	16	16	15	15	16	15	16	18	15	15	15	13	18	13
157	10	16	17	17	17	16	14	14	14	16	14	20	14	16	15	16	0	15	19	13	14	17	15	15	18	15	18	15	15	15	15	16
163	14	15	16	16	16	15	13	16	16	15	13	19	13	14	16	16	15	0	17	15	16	19	14	14	18	14	17	14	14	17	14	17
186	13	14	14	14	18	15	18	18	18	17	18	14	18	18	19	16	19	17	0	18	18	14	17	17	13	19	15	16	16	17	19	16
189	15	16	16	16	13	15	14	14	13	15	15	19	15	16	15	16	13	15	18	0	13	17	15	15	18	16	17	16	15	15	16	16
207	11	16	17	17	13	16	16	14	13	15	16	18	16	17	15	15	14	16	18	13	0	15	16	16	16	17	16	16	16	13	17	16
212	9	16	14	14	16	17	19	17	16	16	19	15	19	19	17	15	17	19	14	17	15	0	18	18	14	19	15	17	18	15	20	15
215	16	15	16	16	15	14	14	15	15	15	15	19	14	14	16	16	15	14	17	15	16	18	0	13	18	16	17	14	13	16	15	15
218	12	14	16	16	16	14	15	15	14	15	14	18	14	14	15	15	15	14	17	15	16	18	13	0	18	15	17	13	13	17	15	16
222	9	15	15	15	17	16	19	17	17	17	19	14	19	19	18	16	18	18	13	18	16	14	18	18	0	20	16	17	17	16	20	16
224	12	17	18	18	16	16	13	17	16	17	13	21	13	16	17	18	15	14	19	16	16	19	16	15	20	0	19	15	15	17	13	17
231	10	14	13	13	17	15	18	17	17	15	18	17	17	17	16	15	18	17	15	17	17	15	17	16	19	0	15	15	16	18	14	
251	12	14	15	15	16	13	15	15	16	14	15	17	14	14	15	15	14	16	16	16	16	17	14	13	17	15	15	0	13	18	16	16
257	12	14	16	16	16	14	15	15	15	14	15	18	14	14	15	15	14	16	15	16	15	16	13	13	17	15	15	13	0	17	15	17
259	13	16	15	15	14	16	18	14	14	15	18	18	17	18	14	13	15	17	15	13	13	15	16	17	16	17	16	18	17	0	18	14
267	11	17	18	18	17	16	13	18	16	17	13	21	13	16	18	18	15	14	19	16	17	20	15	15	20	13	18	16	15	18	0	19
279	10	14	15	15	16	15	17	14	16	13	17	18	17	17	14	13	16	17	16	16	16	15	15	16	17	14	16	16	17	14	19	0

- Clúster N° 3

	0	930	982
0		0	30
930		30	0
982		32	19
			0

- Clúster N° 4

	0	3	63	67	71	84	100	120	132	141	168	184	206	220	262	264	282	287
0	0	14	14	15	14	13	14	13	14	15	15	13	13	13	15	14	13	13
3	14	0	29	15	14	14	14	15	14	15	15	15	16	15	16	13	15	14
63	14	29	0	16	16	16	16	16	15	16	17	17	17	17	16	13	16	16
67	15	15	16	0	15	14	15	15	14	16	14	15	16	16	16	16	16	14
71	14	14	16	15	0	14	13	14	13	14	16	13	14	13	14	15	13	14
84	13	14	16	14	14	0	15	16	13	16	14	16	17	16	17	16	16	13
100	14	14	16	15	13	15	0	13	15	13	17	13	15	14	14	17	14	15
120	13	15	16	15	14	16	13	0	15	13	17	13	15	14	14	16	14	15
132	14	14	15	14	13	13	15	15	0	15	15	15	16	15	16	15	15	13
141	15	15	16	16	14	16	13	13	15	0	18	14	14	14	14	16	14	16
168	15	15	17	14	16	14	17	17	15	18	0	17	18	17	18	16	17	14
184	13	15	17	15	13	16	13	13	15	14	17	0	14	14	14	16	14	15
206	13	16	17	16	14	17	15	15	16	14	18	14	0	14	14	17	14	15
220	13	15	17	16	13	16	14	14	15	14	17	14	14	0	13	16	13	15
262	15	16	16	16	14	17	14	14	16	14	18	14	14	13	0	17	13	16
264	14	13	13	16	15	16	16	16	15	16	16	16	17	16	17	0	16	15
282	13	15	16	16	13	16	14	14	15	14	17	14	14	13	13	16	0	15
287	13	14	16	14	14	13	15	15	13	16	14	15	15	15	16	15	15	0

- Clúster N° 5

0	0	17	20	37	40	41	46	66	93	94	118	124	194	228	252	266	285	291	306
0	0	11	11	12	16	11	11	16	15	14	13	14	13	16	12	10	11	10	10
17	11	0	19	22	13	13	25	22	23	21	23	22	25	13	20	15	15	17	15
20	11	19	0	17	20	20	20	17	19	17	17	17	21	20	15	21	17	16	15
37	12	22	17	0	23	23	17	13	16	16	13	16	15	23	14	14	14	19	18
40	16	13	20	23	0	13	21	19	14	16	20	16	13	16	19	17	20	18	21
41	11	13	20	23	13	0	21	19	14	16	20	16	13	16	19	17	20	18	21
46	11	25	20	17	21	21	0	19	14	16	20	16	13	16	19	17	20	22	21
66	16	22	17	13	19	19	19	0	17	16	13	16	15	23	14	24	14	19	18
93	15	23	19	16	14	14	14	17	0	15	18	15	14	24	18	25	17	21	20
94	14	21	17	16	16	16	16	15	0	17	13	14	22	16	23	17	17	19	18
118	13	23	17	13	20	20	20	13	18	17	0	17	16	23	14	24	15	20	19
124	14	22	17	16	16	16	16	15	15	13	17	0	16	22	15	23	16	19	18
194	13	25	21	15	13	13	13	15	14	14	16	16	0	26	20	27	20	22	22
228	16	13	20	23	16	16	16	23	24	22	23	22	26	0	21	16	24	17	16
252	12	20	15	14	19	19	19	14	18	16	14	15	20	21	0	23	15	18	17
266	10	15	21	14	17	17	17	24	25	23	24	23	27	16	23	0	26	20	18
285	11	15	17	14	20	20	20	14	17	17	15	16	20	24	15	26	0	20	19
291	10	17	16	19	18	18	22	19	21	19	20	19	22	17	18	20	20	0	21
306	10	15	15	18	21	21	21	18	20	18	19	18	22	16	17	18	19	21	0

• Clúster N° 6

0	0	10	13	14	31	38	39	44	45	70	72	74	83	90	95	96	98	107	111	128	131	134	135	136	150	162	172	173	182	230	243	249	260	261	289	296	318	
0	9	9	11	12	14	9	9	9	11	13	11	12	11	9	14	14	11	11	11	14	9	9	12	12	9	11	13	14	13	10	12	13	8	13	9	12	12	
10	9	0	14	14	16	16	17	15	15	16	14	17	18	15	17	17	18	15	15	16	18	16	15	17	14	17	16	14	17	15	16	15	17	18	19	16	18	
13	11	14	0	14	18	18	15	17	17	15	15	16	17	15	19	19	20	17	17	18	16	15	19	14	16	17	15	14	16	14	16	16	20	20	16	16	16	
14	12	14	14	0	17	18	17	16	16	16	13	16	17	13	19	18	19	15	16	18	18	15	14	18	13	15	16	14	17	15	14	13	15	20	20	16	18	
31	14	16	18	17	0	14	21	13	13	13	16	19	20	17	14	15	16	16	14	13	21	20	17	14	18	15	16	16	21	19	17	18	18	16	16	20	21	
38	9	16	18	18	14	0	22	14	14	19	13	17	19	21	18	13	14	16	14	13	23	21	18	13	19	19	16	17	22	20	18	18	19	14	15	21	22	
39	9	17	15	17	21	22	0	19	19	13	18	16	14	17	22	21	22	18	19	19	14	16	21	16	21	16	17	17	20	15	16	16	16	23	23	14	13	
44	9	15	17	16	13	14	19	0	13	19	15	18	19	16	15	15	16	15	15	14	20	19	16	14	17	18	15	15	20	18	16	17	17	16	17	19	20	
45	11	15	17	16	13	14	19	13	0	19	15	18	19	16	15	15	16	15	15	14	20	19	17	14	17	18	15	16	20	18	17	17	18	16	17	19	20	
70	13	16	15	16	13	13	13	19	19	0	16	15	14	16	21	21	22	17	19	20	14	13	17	20	14	15	16	16	13	14	15	15	15	15	19	19	13	14
72	11	14	15	13	16	17	18	15	15	16	0	16	17	13	18	18	19	14	16	17	18	16	14	17	15	15	13	17	16	15	14	14	15	15	19	19	18	
74	12	17	16	16	13	19	19	16	18	18	15	16	0	16	15	21	21	16	19	20	16	15	13	20	15	13	15	15	16	15	14	15	13	22	23	16	15	
83	11	18	17	17	20	21	14	19	19	14	17	16	0	16	22	23	24	17	21	22	13	15	15	22	16	16	17	22	16	16	16	16	15	24	24	14	13	
90	9	15	15	13	17	18	17	16	16	16	13	15	16	0	19	19	20	14	17	18	17	15	13	18	14	15	15	13	16	14	13	13	14	20	20	16	17	
95	14	17	19	19	14	13	22	15	15	21	18	21	22	19	0	13	13	17	15	14	22	21	19	13	20	20	20	17	18	22	20	19	19	20	14	14	21	23
96	14	17	19	18	15	13	21	15	15	21	18	21	23	19	13	0	14	19	15	14	24	21	19	15	20	18	19	22	20	20	20	20	20	14	14	22	24	
98	11	18	20	19	16	14	22	16	16	22	19	22	24	20	13	14	0	19	17	15	25	23	20	15	21	22	19	20	24	21	20	21	20	21	13	13	23	25
107	11	15	17	15	16	16	18	15	15	17	14	16	17	14	17	19	19	0	16	17	18	17	15	17	16	16	13	14	18	17	14	15	16	19	19	17	18	
111	11	15	17	16	14	14	19	15	15	19	16	19	21	17	15	15	17	16	0	13	22	19	19	15	18	20	17	17	20	18	18	18	20	17	17	20	22	
128	14	16	18	18	13	13	21	14	14	20	17	20	22	18	14	14	15	17	13	0	22	20	18	13	18	19	16	17	21	19	18	18	19	15	15	21	22	
131	9	18	16	18	21	23	13	20	20	14	18	16	13	17	22	24	25	18	22	22	0	15	16	22	16	16	18	18	13	16	16	17	16	24	24	14	13	
134	9	16	15	15	20	21	14	19	19	13	16	15	15	15	21	21	23	17	19	20	15	0	14	20	14	16	17	16	14	13	15	14	15	22	22	14	15	
135	12	15	15	14	17	18	16	16	17	17	14	13	15	13	19	19	20	15	19	18	16	14	0	20	14	13	15	14	16	14	13	13	13	21	21	15	16	
136	12	17	19	18	14	13	21	14	14	20	17	20	22	18	13	15	15	17	15	13	22	20	20	0	19	20	17	18	22	20	19	19	20	15	15	21	22	
150	9	14	14	13	18	19	16	17	17	14	15	15	16	14	20	20	21	16	18	18	16	14	14	19	0	15	16	14	15	13	14	13	15	20	20	14	17	
162	11	17	16	15	15	19	16	18	18	15	15	13	16	15	20	20	22	16	20	19	16	16	13	20	15	0	15	15	16	15	14	14	14	22	22	16	15	
172	13	16	17	16	16	16	17	15	15	16	15	15	17	15	17	18	19	13	17	16	18	17	15	17	16	15	0	14	17	16	14	15	15	19	19	16	17	
173	14	14	15	14	16	16	17	15	16	16	13	15	15	17	13	18	19	14	17	17	17	16	14	18	14	15	14	0	17	15	14	14	15	20	20	16	18	
182	13	17	15	17	21	22	20	20	20	13	17	16	22	16	22	22	24	18	20	21	13	14	16	22	15	16	17	0	15	16	16	16	22	23	13	13	13	
230	10	15	14	15	19	20	15	18	18	14	16	15	16	14	20	20	21	17	18	19	16	13	14	20	13	15	16	15	0	15	14	15	20	21	14	16	16	
243	12	16	16	14	17	18	16	16	17	15	14	14	16	13	19	20	20	14	18	18	16	15	13	19	14	14	14	16	15	0	14	14	14	21	21	15	16	
249	13	15	14	13	18	18	16	17	17	15	14	15	14	15	16	13	19	20	15	18	18	17	14	13	19	13	14	14	16	14	14	0	14	20	20	15	17	
260	8	17	16	15	18	19	16	17	18	15	15	13	15	13	15	20	21	16	20	19	16	15	13	20	15	14	15	15	16	14	15	14	14	0	22	22	16	15
261	13	18	20	20	16	14	23	16	16	22	19	22	24	24	14	14	13	19	17	15	24	22	21	15	20	22	19	20	22	20	21	20	22	0	13	23	25	
289	9	19	20	20	16	15	23	17	17	22	19	23	24	20	14	13	19	17	15	24	22	21	15	20	22	19	20	23	21	21	20	22	13	0	24	25		
296	12	16	16	16	20	21	14	19	19	13	16	16	14	16	21	22	23	17	20	21	14	14	15	21	14	16	16	13	14	15	15	16	23	24	0	15	15	
318	12	18	16	18	21	22	13	20	20	14	18	15	13	17	23	24	25	18	22	22	13	15	16	22	17	15	17	18	13	16	16	17	15	25	25	15	0	

• Clúster N° 7

	0	21	51	64	65	77	85	87	109	115	125	126	130	133	151	164	166	171	175	176	180	193	202	205	217	229	254	269	273	278	281	294	330	
0	0	12	14	15	15	10	14	12	13	12	12	12	14	14	16	14	15	10	15	14	10	11	13	16	14	11	10	14	16	14	15	11	13	
21	12	0	15	14	14	19	14	14	25	19	20	18	19	18	19	20	31	21	16	16	20	15	13	16	19	14	20	15	15	20	21	31	20	
51	14	15	0	15	15	19	14	14	24	19	19	17	18	18	14	15	19	32	19	14	18	15	15	17	18	14	19	13	15	19	19	32	18	
64	15	14	15	0	13	20	14	14	25	20	18	19	30	13	14	20	31	20	15	15	19	15	14	16	19	14	20	15	14	20	21	31	20	
65	15	14	15	13	0	20	14	14	25	20	20	18	19	30	13	14	20	31	20	15	19	15	14	16	19	14	20	15	14	20	21	31	20	
77	10	20	19	20	20	0	20	20	20	13	13	15	14	15	20	21	16	33	13	19	14	20	21	23	15	19	16	20	21	16	17	33	16	
85	14	14	14	14	14	20	0	14	24	19	19	17	18	18	13	14	19	31	20	15	18	14	14	16	19	13	19	14	14	19	20	32	19	
87	12	15	14	14	14	20	14	0	24	20	19	18	19	14	14	19	31	20	15	18	13	15	17	19	13	19	14	15	19	20	32	19		
109	13	25	24	25	25	20	24	24	0	20	20	20	20	19	25	26	19	32	20	24	20	25	26	28	20	24	19	25	26	19	17	33	20	
115	12	20	19	20	20	13	19	20	20	0	13	15	15	16	20	21	16	33	13	20	13	21	21	23	16	20	16	20	21	16	17	34	16	
125	12	20	19	20	20	13	19	19	20	13	0	15	14	15	20	21	16	33	13	19	13	20	21	23	15	19	16	20	21	16	17	33	16	
126	12	18	17	18	18	15	17	18	20	15	15	0	14	14	18	19	15	31	15	17	15	18	19	21	14	18	15	18	19	14	16	32	14	
130	14	19	18	19	19	14	18	18	20	15	14	14	0	15	18	19	15	32	14	17	14	19	19	21	15	18	15	18	32	19	16	33	15	
133	14	19	18	30	30	15	18	19	19	16	15	14	15	0	19	20	14	31	15	18	15	19	20	22	13	19	14	19	20	14	15	31	13	
151	16	14	14	13	13	20	13	14	25	20	20	18	18	19	0	14	19	31	20	15	18	14	14	16	19	13	19	14	13	19	19	20	31	19
164	14	13	15	14	14	21	14	14	26	21	21	19	19	20	14	0	20	30	21	15	19	15	13	16	19	14	20	15	15	20	21	31	20	
166	15	20	19	20	20	16	19	19	19	16	16	15	15	14	19	20	0	30	16	19	16	20	21	23	15	19	14	20	21	13	14	31	15	
171	10	31	32	31	31	33	31	31	32	33	33	31	32	31	31	30	30	0	34	33	34	34	32	30	32	33	32	33	31	31	30	13	33	
175	15	21	19	20	20	13	20	20	20	13	13	15	14	15	20	21	16	34	0	19	13	21	21	23	16	20	16	20	21	16	17	33	16	
176	14	16	14	15	15	19	15	15	24	20	19	17	17	18	15	19	33	19	0	18	15	15	18	18	14	19	15	16	18	19	32	18		
180	10	20	18	19	19	14	18	18	20	13	13	15	14	15	18	19	16	34	13	18	0	19	20	22	15	18	16	19	20	16	16	33	16	
193	11	15	15	15	15	20	14	13	25	21	20	18	19	20	14	15	20	34	21	15	19	0	15	17	19	14	20	15	15	20	21	33	20	
202	13	13	15	14	14	21	14	15	26	21	21	19	19	20	14	13	21	32	21	15	20	15	0	16	20	15	20	15	16	20	21	32	20	
205	16	16	17	16	16	23	16	17	28	23	23	21	21	22	16	23	30	23	18	22	17	16	0	22	16	16	22	17	17	22	23	30	22	
217	14	19	18	19	19	15	19	19	20	16	15	14	15	13	19	19	15	32	16	18	15	19	20	22	0	19	14	19	20	14	15	31	13	
229	11	14	14	14	14	19	13	13	24	20	19	18	18	19	13	14	19	33	20	14	18	14	15	16	19	0	19	14	15	18	19	32	18	
254	10	20	19	20	20	16	19	19	19	16	16	15	15	14	19	20	14	32	16	19	16	20	22	14	19	0	20	21	13	15	31	15		
269	14	15	13	15	15	20	14	14	25	20	20	18	18	19	14	15	20	33	20	15	19	15	17	19	14	20	0	15	19	20	33	19		
273	16	15	15	14	14	21	14	15	26	21	21	19	32	20	13	15	21	31	21	16	20	15	16	17	20	15	21	15	0	20	21	30	20	
278	14	20	19	20	20	16	19	19	19	16	16	14	19	14	19	20	13	31	16	18	16	20	22	14	18	13	19	19	20	0	14	30	15	
281	15	21	19	21	21	17	20	20	17	17	17	16	16	15	20	21	14	30	17	19	16	21	23	15	19	15	20	21	14	0	30	16		
294	11	31	32	31	31	33	32	32	33	34	33	32	33	31	31	31	31	33	33	32	33	33	32	30	31	32	31	33	30	30	0	33	33	
330	13	20	18	20	20	16	19	19	20	16	16	14	15	13	19	20	15	33	16	18	16	20	22	13	18	15	19	20	15	16	16	33	0	

## • Clúster N° 8

	0	9	26	54	62	78	92	103	104	159	190	200	226	241	293	297
0	0	12	11	10	11	11	10	12	12	10	12	12	11	10	12	10
9	12	0	13	15	15	17	15	14	14	16	15	16	15	14	14	14
26	11	13	0	15	15	17	16	14	14	17	16	16	15	14	14	14
54	10	15	15	0	15	16	16	14	14	18	17	16	15	14	15	14
62	11	15	15	15	0	15	16	14	14	17	16	14	14	15	14	13
78	11	17	17	16	15	0	16	16	16	16	15	15	15	17	16	15
92	10	15	16	16	16	16	0	16	16	15	14	16	15	17	16	16
103	12	14	14	14	14	16	16	0	16	15	14	16	15	17	16	16
104	12	14	14	14	14	16	16	16	0	17	16	15	14	14	13	13
159	10	16	17	18	17	16	15	15	17	0	14	17	16	19	18	17
190	12	15	16	17	16	15	14	14	16	14	0	16	16	18	17	17
200	12	16	16	16	14	15	16	16	15	17	16	0	13	16	15	15
226	11	15	15	15	14	15	15	15	14	16	16	13	0	15	14	14
241	10	14	14	14	15	17	17	17	14	19	18	16	15	0	14	14
293	12	14	14	15	14	16	16	16	13	18	17	15	14	14	0	14
297	10	14	14	14	13	15	16	16	13	17	17	15	14	14	14	0

- Clúster N° 9

0	0	12	57	81	82	86	106	119	122	146	167	169	188	203	219	225	233	275	292
0	0	15	15	13	15	15	13	14	14	12	14	13	12	15	12	13	15	12	14
12	15	0	15	18	18	17	13	16	13	16	17	16	17	15	16	13	13	13	16
57	15	15	0	18	18	18	16	17	14	16	17	17	18	15	14	15	14	15	16
81	13	18	18	0	13	16	17	14	18	15	14	14	16	15	17	17	17	18	15
82	15	18	18	13	0	16	17	14	18	15	14	14	16	15	17	17	17	18	15
86	15	17	18	16	16	0	16	14	16	15	16	14	13	15	17	15	16	16	14
106	13	13	16	17	17	16	0	17	14	18	19	17	18	17	17	13	15	14	17
119	14	16	17	14	14	14	17	0	17	14	14	13	13	14	16	17	16	17	13
122	14	13	14	18	18	16	14	17	0	17	18	17	18	16	16	13	14	14	17
146	12	16	16	15	15	15	18	14	17	0	14	15	16	14	16	17	16	17	14
167	14	17	17	14	14	16	19	14	18	14	0	14	15	15	16	17	16	18	15
169	13	16	17	14	14	14	17	13	17	15	14	0	15	14	16	17	16	17	13
188	12	17	18	16	16	13	18	13	18	16	15	15	0	15	17	15	16	16	15
203	15	15	15	15	15	15	17	14	16	14	15	14	15	0	15	16	17	17	14
219	12	16	14	17	17	17	17	16	16	16	16	16	17	15	0	16	15	16	16
225	13	13	15	17	17	15	13	17	13	17	17	17	15	16	16	0	13	13	16
233	15	13	14	17	17	16	15	16	14	16	16	16	16	17	15	13	0	16	16
275	12	13	15	18	18	16	14	17	14	17	18	17	16	17	16	13	16	16	17
292	14	16	16	15	15	14	17	13	17	14	15	13	15	14	16	16	16	17	0



## • Clúster N.º 11

0	0	4	5	15	22	28	32	33	34	43	80	123	158	178	179	208	221	223	238	242	253	280	299	451
0	0	10	9	9	11	9	9	10	12	10	11	13	10	11	10	12	10	12	13	10	10	10	10	11
4	10	0	15	14	14	15	14	15	15	14	14	16	16	15	16	16	16	17	15	15	16	13	17	14
5	9	15	0	13	14	15	14	16	16	16	15	17	17	16	17	16	16	16	14	13	15	15	15	14
15	9	14	13	0	13	15	14	15	15	15	16	16	16	15	16	16	16	16	13	13	15	14	15	13
22	11	14	14	13	0	15	13	14	14	14	14	16	15	14	15	15	16	16	14	13	15	13	15	13
28	9	15	15	15	15	0	15	16	16	16	14	17	17	16	18	17	14	15	16	15	17	15	17	14
32	9	14	14	14	13	15	0	14	14	14	14	17	15	14	15	15	17	17	14	14	16	14	16	13
33	10	15	16	15	14	16	14	0	13	14	13	18	14	15	13	16	18	18	15	15	17	15	17	14
34	12	15	16	15	14	16	14	13	0	14	13	18	14	15	13	16	18	18	15	15	17	15	17	14
43	10	14	16	15	14	16	14	14	14	0	15	16	14	16	15	17	16	17	16	16	17	14	18	15
80	11	14	16	15	14	16	14	13	13	15	0	18	14	15	14	16	17	18	15	15	16	15	17	14
123	13	16	15	16	16	14	17	18	18	16	18	0	18	17	18	18	14	15	16	16	17	16	17	15
158	10	16	17	16	15	17	15	14	14	14	14	18	0	16	13	17	18	20	16	16	18	16	18	15
178	11	15	16	15	14	16	14	15	15	16	15	17	16	0	17	14	19	19	15	15	14	15	15	15
179	10	16	17	16	15	18	15	13	13	15	14	18	13	17	0	17	19	19	16	16	16	16	18	15
208	12	16	16	16	15	17	15	16	16	17	16	18	17	14	17	0	19	19	15	16	13	16	14	16
221	10	16	16	16	16	14	17	18	18	16	17	14	18	19	19	19	0	15	17	16	18	15	18	16
223	12	17	16	16	16	15	17	18	18	17	18	15	20	19	19	19	15	0	17	17	18	16	18	16
238	13	15	14	13	14	16	14	15	15	16	15	16	16	15	16	15	17	17	0	13	14	15	14	14
242	10	15	13	13	13	15	14	15	15	16	15	16	16	15	16	16	16	17	13	0	14	14	14	13
253	10	16	15	15	15	17	16	17	17	17	16	17	18	14	18	13	18	18	14	14	0	16	13	16
280	10	13	15	14	13	15	14	15	15	14	15	16	16	15	16	16	15	16	15	14	16	0	17	14
299	10	17	15	15	15	17	16	17	17	18	17	17	18	15	18	14	18	18	14	14	13	17	0	16
451	11	14	14	13	13	14	13	14	14	15	14	15	15	15	15	16	16	16	14	13	16	14	16	0

- Clúster N° 12

0	0	16	18	19	52	68	69	99	108	139	144	271	300	378
0	0	9	14	12	10	12	15	14	15	14	12	12	11	11
16	9	0	14	16	14	16	17	17	15	15	15	15	17	17
18	14	14	0	14	13	14	16	15	13	13	13	14	15	15
19	12	16	14	0	14	14	14	13	14	13	15	13	14	13
52	10	14	13	14	0	16	16	16	14	15	15	15	15	17
68	12	16	14	14	16	0	14	14	13	16	13	15	13	15
69	15	17	16	14	16	14	0	15	15	16	15	15	13	15
99	14	17	15	13	16	14	15	0	15	15	15	14	14	14
108	15	15	13	14	14	13	15	15	0	14	13	15	15	16
139	14	15	13	13	15	16	16	15	14	0	15	13	15	15
144	12	15	13	15	15	13	15	15	13	15	0	15	14	16
271	12	15	14	13	15	15	15	14	15	13	15	0	15	15
300	11	17	15	14	15	13	13	14	15	15	14	15	0	15
378	11	17	15	13	17	15	15	14	16	15	16	15	15	0



## • Clúster N° 14

0	0	314	315	336	350	366	398	467	483	513	545	547	549	552	553	555	583	584
0	0	12	12	12	12	13	13	12	12	12	12	12	12	13	13	13	13	12
314	12	0	18	14	20	18	20	21	21	15	18	15	15	17	19	21	19	19
315	12	18	0	16	16	17	16	17	17	16	15	16	16	15	16	17	15	15
336	12	14	16	0	18	16	18	19	19	13	16	13	13	15	17	19	17	17
350	12	20	16	18	0	16	19	14	14	17	15	17	17	16	18	13	18	18
366	13	18	17	16	16	0	20	16	16	16	16	16	16	17	19	16	19	18
398	13	20	16	18	19	20	0	22	22	18	20	18	18	16	13	22	13	13
467	12	21	17	19	14	16	22	0	13	18	16	18	18	17	19	14	18	18
483	12	21	17	19	14	16	22	13	0	18	16	18	18	17	19	14	18	18
513	12	15	16	13	17	16	18	18	0	17	13	13	13	15	18	19	17	17
545	12	18	15	16	15	16	20	16	16	17	0	16	16	15	17	16	17	17
547	12	15	16	13	17	16	18	18	18	13	16	0	13	15	18	19	17	17
549	12	15	16	13	17	16	18	18	18	13	16	13	0	15	18	19	17	17
552	13	17	15	15	16	17	16	17	17	15	15	15	0	14	18	14	14	13
553	13	19	16	17	18	19	13	19	19	18	17	18	18	14	0	13	13	13
555	13	21	17	19	13	16	22	14	14	19	16	19	19	18	13	0	19	19
583	13	19	15	17	18	19	13	18	18	17	17	17	17	14	13	19	0	13
584	12	19	15	17	18	18	13	18	18	17	17	17	17	13	13	19	13	0

• Clúster N.º 16

0	0	58	117	209	312	333	369	389	401	406	410	416	443	459	465	466	482	492	494	499	519	520	526	530	538	573	577	578	579	592	593	597	
0	0	13	12	12	12	11	11	12	13	11	13	12	13	11	12	12	13	11	11	11	12	11	11	11	13	12	11	11	13	11	12	13	
58	13	0	14	14	16	14	15	18	15	18	19	14	16	16	17	13	16	18	13	18	18	15	16	14	16	17	16	18	18	14	17	17	
117	12	14	0	18	13	19	18	14	14	13	17	14	14	18	19	18	15	15	14	14	14	14	15	14	14	14	16	16	19	17	14	14	
209	12	14	18	0	14	13	14	14	14	15	18	18	14	13	19	14	19	16	16	14	16	16	13	16	19	13	19	17	16	13	15	14	
312	12	16	13	14	0	15	15	19	14	15	13	19	17	17	16	15	17	16	14	15	16	18	14	17	18	18	17	18	19	18	14	14	
333	11	14	19	13	15	0	13	17	18	14	19	16	17	17	16	19	16	19	18	14	13	15	17	16	14	16	13	14	13	16	16	19	
369	11	15	18	14	15	13	0	16	14	13	14	15	17	14	17	19	15	16	13	15	19	13	17	19	18	17	18	17	14	14	14	15	
389	12	18	14	14	19	17	16	0	18	13	19	15	16	17	15	14	17	18	13	19	18	13	15	14	15	15	19	17	19	19	17	17	
401	13	15	14	13	14	18	14	18	0	14	19	15	15	18	17	14	17	19	17	18	15	19	14	18	13	13	16	17	18	19	18	15	
406	11	18	19	15	15	14	13	13	14	0	16	18	18	14	13	16	14	19	17	14	15	13	14	19	16	16	13	13	19	16	17	15	
410	13	19	13	18	13	19	14	19	19	16	0	17	18	18	18	14	15	16	15	16	14	19	13	19	14	15	14	19	18	18	16	14	
416	12	14	17	18	19	16	15	15	15	18	17	0	19	19	16	16	17	16	14	15	14	19	13	19	14	15	14	19	16	18	13	17	
443	13	16	14	14	17	17	17	16	15	18	18	19	0	15	13	13	17	18	16	18	18	17	17	15	15	13	19	18	14	13	18	19	
459	11	16	18	13	17	17	14	17	18	14	18	19	15	0	13	19	14	14	19	13	19	19	14	17	15	17	16	18	19	19	15	13	16
465	12	17	19	19	16	16	16	17	15	17	13	18	16	13	13	0	15	16	15	16	15	16	18	13	13	19	19	15	18	19	15	13	16
466	12	13	18	14	15	19	19	14	14	16	14	16	13	19	15	0	15	17	16	13	19	16	16	15	15	18	14	17	19	13	19	16	
482	13	16	15	19	17	16	15	17	17	14	15	17	17	13	14	16	15	0	19	13	16	18	15	16	18	15	16	19	15	18	17	19	
492	11	18	15	16	16	19	16	18	19	19	16	16	18	14	15	17	19	0	19	16	17	15	16	18	13	14	16	19	13	14	19	13	
494	11	13	14	16	14	18	13	13	17	17	15	14	16	16	16	13	13	19	0	17	19	16	17	19	18	14	17	13	16	16	13	13	
499	11	18	14	14	15	14	15	19	18	14	16	15	18	13	15	16	16	16	17	0	13	13	15	14	19	16	14	18	14	14	18	14	
519	12	18	14	16	16	13	19	18	15	15	14	14	18	19	15	19	18	17	19	13	0	17	15	19	17	13	15	15	18	18	17	18	
520	11	15	14	19	18	15	13	13	19	13	19	19	17	19	16	16	15	16	13	17	0	17	14	16	13	15	17	13	13	15	18	17	
526	11	16	15	13	14	17	17	15	14	14	13	13	17	14	18	16	13	16	17	15	15	17	0	19	19	15	19	13	13	18	17	18	
530	11	14	14	16	17	16	19	14	18	19	19	19	15	17	13	15	18	18	19	14	19	14	19	0	14	13	14	19	19	17	15	19	
538	13	16	14	19	18	14	18	15	13	16	14	14	15	15	13	15	15	13	18	19	17	16	19	14	0	15	18	18	15	16	13	19	
573	12	17	14	13	18	16	17	15	13	16	15	15	13	17	19	18	16	14	14	16	13	13	15	13	15	0	18	18	17	16	15	18	
577	11	16	16	19	17	13	18	15	16	13	14	14	19	16	19	14	19	16	17	14	15	15	19	14	18	18	0	19	15	16	15	13	
578	11	18	16	17	17	14	17	19	17	13	19	19	18	18	15	17	15	19	13	18	15	17	13	19	18	18	19	0	19	14	19	17	
579	13	18	19	16	19	13	14	17	18	19	18	16	14	19	18	19	18	13	16	14	18	13	13	19	15	17	15	19	0	16	13	16	
592	11	14	17	13	19	16	14	19	19	16	18	18	13	15	19	13	17	14	16	14	18	15	18	17	16	16	16	14	16	0	14	15	
593	12	17	14	15	18	16	14	19	18	17	16	13	18	13	15	19	18	19	13	18	17	18	17	15	13	15	15	19	13	14	0	16	
597	13	17	14	14	14	19	15	17	15	15	14	17	19	16	13	16	19	13	13	14	18	17	18	19	19	18	13	17	16	15	16	0	

## • Clúster N° 18

0	319	337	343	355	360	368	381	385	390	402	403	420	422	430	450	454	455	461	472	477	490	491	502	507	512	516	531	536	570	572	599	
0	15	15	15	15	14	13	14	13	13	14	15	13	14	13	15	13	15	13	13	15	14	14	13	15	14	14	13	15	15	13	15	15
319	0	16	14	18	13	16	17	14	18	16	13	17	13	13	14	17	18	17	13	18	17	13	18	17	15	14	16	18	13	16	18	
337	15	0	17	15	15	14	13	17	15	14	17	16	15	14	15	16	15	16	15	13	15	17	14	17	15	18	18	15	14	17	17	
343	15	14	17	0	14	14	13	16	13	17	14	15	18	14	15	16	13	13	13	18	17	14	14	15	16	17	14	14	13	16	13	
355	15	18	15	14	0	14	18	18	18	18	17	17	16	16	14	14	14	17	13	13	14	16	15	15	17	15	18	17	14	18	14	
360	14	13	15	14	14	0	14	18	18	17	17	16	16	15	14	14	15	16	16	16	16	16	18	15	13	13	15	13	17	18	13	
368	13	16	14	13	18	14	0	14	13	13	14	13	14	15	14	15	18	18	15	18	13	15	16	17	16	13	17	16	15	16	13	
381	14	17	13	16	18	18	14	0	16	18	18	15	17	13	17	16	14	17	18	16	16	18	17	14	14	13	16	15	18	18	17	
385	13	14	17	13	18	18	13	16	0	15	17	18	14	18	13	16	14	16	13	16	14	15	17	16	16	18	13	14	14	15	13	14
390	13	18	15	17	18	17	13	18	15	0	13	14	17	17	15	16	15	15	14	15	14	15	16	14	16	18	14	14	17	16	17	
402	14	16	14	14	17	17	14	18	17	13	0	15	16	13	18	18	17	17	17	18	13	15	18	14	13	14	16	18	18	15	16	13
403	15	13	17	14	17	16	13	15	17	14	15	0	15	16	16	17	18	17	14	17	14	14	14	13	16	13	14	15	18	15	13	
420	13	17	16	15	18	17	13	17	18	17	16	15	0	13	15	13	14	16	14	17	13	13	18	15	13	16	16	18	18	13	17	
422	14	13	15	18	13	16	14	13	14	17	13	16	13	0	13	16	18	15	15	14	13	16	13	15	16	18	18	16	17	17	15	13
430	13	13	14	14	16	15	17	18	15	18	16	15	13	0	18	15	15	13	15	16	16	13	13	18	15	18	18	15	14	16	14	
450	15	14	15	18	16	14	14	16	13	16	18	17	15	16	18	0	16	15	17	18	17	16	17	18	17	17	17	18	14	17	14	
454	13	17	15	16	14	14	15	14	15	17	17	13	18	15	16	0	14	13	15	15	14	14	18	17	17	18	13	17	13	15	16	18
455	15	18	16	13	14	15	18	17	14	15	17	18	14	15	14	0	14	13	13	17	16	16	18	14	18	13	17	17	14	13	17	
461	13	17	15	13	17	16	18	18	16	15	17	16	15	13	17	13	14	0	17	13	15	15	17	15	15	14	15	18	18	13	17	
472	15	13	13	18	13	16	15	16	13	14	18	14	14	15	18	15	13	17	0	16	17	14	14	17	15	16	16	15	15	17	14	
477	14	18	15	17	14	16	18	16	15	13	17	17	13	16	17	15	17	13	16	0	17	17	16	14	13	16	14	17	18	16	13	
490	14	17	17	14	16	16	13	18	14	16	15	14	16	18	16	14	16	15	17	17	0	13	17	17	18	14	18	14	18	16	17	
491	13	13	14	14	15	18	15	17	15	14	18	13	13	13	17	14	16	15	14	17	13	0	18	15	17	16	14	13	17	13	17	
502	13	17	17	15	15	16	16	17	16	14	13	18	15	13	16	18	18	17	14	16	17	18	0	18	13	17	14	16	14	18	16	
507	15	15	15	16	17	13	17	14	16	16	13	16	16	18	18	17	14	15	17	14	17	15	18	0	15	16	18	14	17	15	14	
512	14	15	15	16	15	13	16	14	18	18	14	13	18	15	14	17	18	15	18	13	18	17	13	15	0	18	14	17	16	16	13	
516	14	14	18	17	18	15	13	13	18	16	14	16	18	18	17	18	13	14	16	16	14	16	17	16	18	0	13	15	16	18	13	
531	13	16	18	14	17	13	17	16	14	14	18	15	16	18	17	18	17	15	16	14	18	14	14	18	14	13	0	16	14	16	16	
536	15	18	15	14	14	17	16	15	14	18	18	18	17	15	18	13	17	18	15	17	14	13	16	14	17	15	16	0	16	14	14	
570	13	13	14	13	18	18	15	18	15	17	15	18	17	14	14	15	14	18	15	18	18	17	14	17	16	16	14	16	0	16	14	
572	15	16	17	16	14	13	16	18	13	16	15	13	15	16	17	16	13	18	17	16	16	13	18	15	16	18	16	14	14	16	0	15
599	15	18	17	13	13	18	13	17	14	17	13	17	13	14	14	18	17	13	14	14	13	17	16	14	13	13	16	14	14	14	15	0

## • Clúster N° 20

0	0	197	311	335	346	348	371	386	393	400	411	421	435	463	464	487	500	505	508	528	539	540	541	561	564	569	580	582	588
0	0	10	9	11	9	10	11	10	10	9	9	11	11	9	9	9	9	11	9	11	9	9	9	10	11	9	10	11	10
197	10	0	16	13	16	19	20	18	17	15	14	16	19	15	15	18	14	14	17	17	14	20	15	15	15	18	17	16	13
311	9	16	0	19	15	19	15	15	16	20	15	19	17	19	20	20	17	14	17	19	15	15	15	19	14	19	13	17	19
335	11	13	19	0	17	19	16	14	15	20	13	15	15	13	17	18	16	19	14	15	20	16	19	15	13	14	13	16	14
346	9	16	15	17	0	20	17	19	17	19	18	15	14	16	18	14	20	13	19	15	14	20	20	16	15	19	13	20	15
348	10	19	19	19	20	0	16	20	17	20	17	18	19	20	15	16	17	17	16	15	18	16	13	20	14	15	18	15	14
371	11	20	15	16	17	16	0	18	17	16	17	17	16	19	16	20	15	18	14	19	17	15	18	13	17	20	13	17	18
386	10	18	15	14	19	20	18	0	14	16	18	18	15	18	15	20	20	15	18	20	13	14	13	18	14	18	16	18	18
393	10	17	16	15	17	17	17	14	0	13	13	16	19	20	18	20	13	13	16	20	14	16	19	16	13	15	20	15	16
400	9	15	20	20	19	20	16	16	13	0	15	13	15	19	15	19	13	15	13	13	14	17	19	19	19	19	17	18	20
411	9	14	15	13	18	17	17	18	13	15	0	16	18	20	19	18	16	16	16	15	13	16	20	16	17	16	15	18	14
421	11	16	19	15	15	18	17	18	16	13	16	0	14	19	15	16	17	13	15	13	13	17	15	20	18	16	18	13	14
435	11	19	17	15	14	19	16	15	19	15	18	14	0	14	20	14	18	20	13	14	17	17	16	15	19	18	20	20	17
463	9	15	19	13	16	20	19	18	20	19	20	19	14	0	16	20	18	16	20	19	14	17	20	15	13	20	18	15	16
464	9	15	20	17	18	15	16	15	18	15	19	15	20	16	0	15	18	14	13	19	20	18	14	15	20	14	20	18	16
487	9	18	20	18	14	16	20	20	20	19	18	16	14	20	15	0	16	13	15	18	16	14	16	13	20	19	15	15	13
500	9	14	17	16	20	17	15	20	13	13	16	17	18	18	18	16	0	16	14	16	20	17	20	13	13	13	19	15	18
505	11	14	14	19	13	17	18	15	13	15	16	13	20	16	14	13	16	0	20	16	19	15	16	18	20	18	19	20	13
508	9	17	17	14	19	16	14	18	16	13	16	15	13	20	13	15	14	20	0	18	18	20	18	14	20	16	18	19	14
528	11	17	19	15	15	15	19	20	20	13	15	13	14	19	19	18	16	18	0	14	17	13	14	16	15	13	15	15	20
539	9	14	15	20	14	18	17	13	14	14	13	13	17	14	20	16	20	16	18	14	0	19	13	18	14	19	13	20	13
540	9	20	15	16	20	16	15	14	16	17	16	17	17	17	18	14	17	15	20	17	19	0	18	14	16	20	19	19	19
541	9	15	15	19	20	13	18	13	19	19	20	15	16	20	14	16	20	16	18	13	13	18	0	14	17	16	14	15	16
561	10	15	19	15	16	20	13	18	16	19	16	20	15	15	15	13	13	18	14	14	18	14	0	13	14	14	14	14	13
564	11	15	14	13	15	14	17	14	13	19	17	18	19	13	20	20	13	20	20	16	14	16	17	13	0	18	19	17	18
569	9	18	19	14	19	15	20	18	15	19	16	16	18	20	14	19	13	18	16	15	19	20	16	14	18	0	19	16	20
580	10	17	13	13	13	18	13	16	20	17	15	18	20	18	20	15	19	19	18	13	13	19	14	14	19	19	0	19	15
582	11	16	17	16	20	15	17	18	15	18	18	13	20	15	18	15	15	20	19	15	20	19	15	14	17	16	19	0	19
588	10	13	19	14	15	14	18	16	16	20	14	14	17	16	16	13	18	13	14	20	13	19	16	18	20	20	15	19	0

## • Clúster N° 22

0	0	53	114	156	195	234	248	317	374	424	428	431	437	441	442	448	452	457	474	480	498	509	510	511	515	550	554	556	559	562	568	576	586		
0	12	12	12	13	12	12	13	13	12	12	12	13	13	12	13	13	13	12	12	12	13	12	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
53	12	0	15	16	17	16	13	16	14	13	13	13	15	15	15	15	14	14	15	16	14	13	15	15	15	13	14	13	16	17	16	16	16		
114	12	15	0	16	14	13	17	15	15	14	15	14	13	17	13	13	16	14	17	13	14	13	15	16	13	17	14	13	16	17	16	13	13		
156	13	16	16	0	17	15	14	14	13	14	16	13	14	13	17	13	14	14	16	17	14	13	15	13	14	14	14	17	13	15	16	13	16		
195	12	17	14	17	0	17	14	17	15	13	16	15	13	14	17	14	15	16	16	17	13	16	17	17	16	13	15	15	15	15	14	13	16		
234	12	16	13	15	17	0	13	17	13	13	13	13	14	15	15	13	17	15	15	14	17	14	14	16	17	16	17	13	13	14	14	14	17	16	
248	13	13	17	14	14	13	0	17	14	17	17	14	17	15	14	17	13	17	15	17	16	13	14	17	14	15	16	13	13	16	17	17	16	16	
317	13	16	15	14	17	17	17	0	14	16	15	14	13	17	17	15	17	15	17	15	13	14	16	14	15	15	14	15	15	15	16	16	13	13	
374	12	14	15	13	15	13	14	14	0	13	17	17	15	14	13	13	16	17	15	14	16	14	14	16	15	15	17	14	15	17	14	15	16	16	
424	12	13	14	14	13	13	17	16	13	0	16	16	14	17	13	16	14	16	17	13	16	14	14	16	17	14	16	14	17	13	14	16	15	14	
428	12	13	15	16	16	13	17	15	17	16	0	17	15	16	14	14	13	17	13	13	14	14	16	14	17	14	14	16	17	14	14	15	14	14	
431	13	13	17	13	15	13	14	14	14	17	16	17	17	15	14	15	15	14	15	16	14	15	15	17	16	17	13	17	16	17	14	14	17	14	
437	13	13	16	14	13	14	17	13	15	14	15	17	0	15	14	15	15	13	15	13	13	15	15	15	15	15	16	17	14	13	14	16	13	13	
441	12	15	17	13	14	15	15	17	14	17	16	15	15	0	15	17	13	15	13	16	16	17	15	14	15	15	17	17	16	15	15	16	16	16	
442	13	13	13	17	17	15	14	17	13	13	14	14	14	15	0	15	15	16	15	17	16	14	17	16	16	15	15	13	17	15	15	13	13	13	
448	12	15	13	13	14	13	17	15	13	16	14	17	15	17	15	0	13	15	17	16	13	15	15	16	17	13	16	16	16	17	14	13	15	15	
452	13	14	16	14	14	15	17	13	17	16	14	13	14	15	13	13	0	13	17	17	13	15	15	16	17	14	13	13	16	15	14	16	17	14	
457	12	16	16	14	16	15	17	15	17	16	17	15	13	15	16	15	13	0	15	13	13	17	14	13	15	17	17	15	17	13	16	17	14	14	
474	12	14	14	16	16	15	15	17	15	17	13	16	15	13	15	17	17	15	0	17	13	14	14	16	14	17	17	14	13	14	15	14	15	15	
480	12	15	17	17	17	14	17	15	14	14	15	14	13	16	17	16	13	13	17	0	13	13	17	14	15	16	17	16	13	13	15	15	13	13	
498	13	16	13	14	13	17	16	13	16	14	15	13	16	16	16	13	13	13	13	0	15	17	13	17	16	17	16	17	16	14	15	16	17	17	
509	12	14	14	13	16	14	13	14	14	14	14	15	15	17	14	15	15	14	13	13	15	0	17	15	14	13	17	16	16	17	13	13	14	14	
510	12	13	13	15	17	14	14	16	14	17	16	14	17	15	15	14	14	14	14	17	17	0	15	14	14	16	16	17	13	14	15	16	17	17	
511	13	15	15	13	17	16	17	14	16	15	14	16	15	14	16	16	15	13	16	14	14	15	0	15	17	17	17	17	14	16	16	13	15	17	
515	13	15	16	14	16	17	14	15	15	15	17	17	15	16	17	16	15	15	14	15	17	14	14	15	0	17	15	13	17	13	13	13	13	17	
550	13	15	13	14	13	16	15	15	14	14	13	15	17	15	13	13	17	17	17	16	16	13	16	17	17	0	17	17	15	17	13	14	14	17	
554	13	13	17	14	15	17	16	14	17	16	14	17	16	17	15	16	14	17	17	17	17	17	16	17	15	17	0	15	17	13	13	13	14	16	
556	13	14	14	17	15	13	13	15	14	14	16	17	17	13	16	13	15	15	14	16	16	16	17	13	17	15	0	13	14	15	16	17	17	17	
559	13	13	13	13	15	13	13	15	15	17	17	16	14	16	17	16	17	17	13	13	14	16	14	17	17	15	17	13	0	13	15	13	15	15	
562	13	16	16	15	15	14	16	15	17	13	17	17	13	15	15	17	15	13	14	13	15	17	16	14	13	17	13	14	13	0	17	17	17	17	
568	12	15	17	16	15	14	17	16	14	14	14	14	14	15	14	16	14	16	15	15	13	17	13	16	13	13	13	13	15	15	17	0	15	14	
576	13	16	16	13	14	17	16	16	15	16	17	16	16	16	13	13	16	17	14	14	15	16	13	17	13	14	14	16	13	17	17	15	0	17	
586	13	16	13	16	13	16	13	13	16	15	14	14	13	16	13	15	17	14	15	13	13	17	13	17	17	17	16	17	15	17	14	14	17	0	17

- **Cluster N° 24**

	0	340	391	407	600
0	0	16	15	16	16
340	16	0	16	14	13
391	15	16	0	15	15
407	16	14	15	0	13
600	16	13	15	13	0

## • Cluster N° 26

0	0	88	613	618	632	637	641	642	645	650	654	670	691	693	701	708	733	736	744	760	761	769	776	785	786	798	807
0	28	27	28	26	26	26	30	27	29	30	30	27	26	26	27	26	31	30	26	26	29	29	30	28	27	29	30
88	0	16	16	16	15	15	15	16	15	13	17	15	14	17	14	16	15	18	17	17	18	15	17	14	16	14	13
613	27	16	0	17	14	15	16	15	16	17	13	19	16	16	18	14	16	17	13	16	14	14	14	19	13	17	18
618	28	16	17	0	16	14	14	17	13	16	17	17	15	18	15	17	13	16	17	18	18	16	18	15	17	14	16
632	26	16	14	16	0	15	16	14	16	16	15	17	15	15	17	14	16	17	15	15	16	13	15	17	14	16	16
637	26	15	15	14	15	0	13	15	13	14	15	16	14	16	15	13	15	15	16	16	16	14	16	15	15	14	15
641	30	15	16	14	16	13	0	15	14	15	15	17	15	16	16	15	14	15	14	16	16	14	15	16	15	16	16
642	27	16	15	17	14	15	15	0	16	16	15	18	16	14	18	14	17	18	14	15	17	14	15	18	14	17	17
645	29	15	16	13	16	13	14	16	0	14	16	16	14	17	14	16	13	15	16	17	17	15	17	15	16	13	15
650	30	13	17	16	16	14	15	16	14	0	17	15	13	16	13	16	14	17	16	17	18	15	17	14	16	14	13
654	30	17	13	17	15	15	15	15	16	17	0	20	17	15	19	13	17	18	13	17	15	15	13	19	13	18	19
670	27	15	19	17	17	16	17	18	16	15	20	0	16	18	14	17	16	17	18	18	19	16	19	15	17	15	15
691	26	14	16	15	15	14	15	16	14	13	17	16	0	16	14	15	14	17	16	16	17	14	16	15	15	13	14
693	26	17	16	18	15	16	16	14	17	16	15	18	16	0	18	14	17	19	15	15	15	15	18	14	14	17	17
701	27	14	18	15	17	15	16	18	14	13	19	14	14	18	0	17	13	16	17	18	19	16	18	13	17	13	14
708	26	16	14	17	14	15	15	14	16	16	13	17	15	14	17	0	17	18	13	17	15	14	13	19	13	18	18
733	31	15	16	13	16	13	14	17	13	14	17	16	14	17	13	17	0	15	16	17	17	15	17	14	16	13	15
736	30	18	17	16	17	15	15	18	15	17	18	17	17	19	16	18	15	0	16	17	17	16	17	16	16	16	18
744	26	17	13	17	15	15	14	14	16	16	13	18	16	15	17	13	16	16	0	16	16	14	14	19	13	17	18
760	26	17	16	18	15	16	16	15	17	17	17	18	16	15	18	17	17	17	0	19	16	16	18	18	17	17	17
761	29	18	14	18	16	16	16	17	17	18	15	19	17	15	19	15	17	17	16	19	0	15	14	20	15	18	19
769	29	15	14	16	13	14	14	14	15	15	15	16	14	15	16	14	15	16	14	16	15	0	15	18	14	16	17
776	30	17	14	18	15	16	15	15	17	17	13	19	16	15	18	13	17	17	14	18	14	15	0	20	14	18	19
785	28	14	19	15	17	15	16	18	15	14	19	15	15	18	13	19	14	16	19	18	20	18	20	0	18	14	14
786	27	16	13	17	14	15	15	14	16	16	13	17	15	14	17	13	16	16	13	17	15	14	14	18	0	18	18
798	29	14	17	14	16	14	15	17	13	14	18	15	13	17	13	18	13	16	17	17	18	16	18	14	18	0	14
807	30	13	18	16	16	15	16	17	15	13	19	15	14	17	14	18	15	18	18	17	19	17	19	14	18	14	0

- Clúster N° 28

	0	470	606	619	652	657	668	675	687	700	707	712	734	741	780	782	784	797
0	0	29	28	28	29	29	29	28	29	29	28	28	29	28	28	28	28	28
470	29	0	15	14	15	15	14	19	16	13	14	15	14	15	16	16	16	14
606	28	15	0	13	13	17	15	20	17	15	16	13	15	13	18	18	18	14
619	28	14	13	0	13	17	14	20	16	14	15	24	15	13	18	18	18	13
652	29	15	13	13	0	17	14	20	17	15	16	13	15	14	18	18	18	13
657	29	15	17	17	17	0	16	21	16	15	15	17	16	18	14	15	15	17
668	29	14	15	14	14	16	0	19	16	14	15	14	15	16	17	18	18	15
675	28	19	20	20	20	21	19	0	22	20	21	19	20	20	23	23	23	20
687	29	16	17	16	17	16	16	22	0	15	13	17	14	17	17	18	18	15
700	29	13	15	14	15	15	14	20	15	0	14	15	14	15	17	17	17	14
707	28	14	16	15	16	15	15	21	13	14	0	16	13	16	17	18	18	14
712	28	15	13	24	13	17	14	19	17	15	16	0	13	16	17	18	18	14
734	29	14	15	15	15	16	15	20	14	14	13	13	0	16	18	21	18	14
741	28	15	13	13	14	18	16	20	17	15	16	16	16	0	14	18	18	18
780	28	16	18	18	18	14	17	23	17	17	17	17	18	14	0	13	13	18
782	28	16	18	18	18	15	18	23	18	17	18	18	21	18	13	0	13	18
784	28	16	18	18	18	15	18	23	18	17	18	18	18	18	13	13	0	18
797	28	14	14	13	13	17	15	20	15	14	14	14	14	18	18	18	18	0

• Clúster N° 30

0	0	615	616	620	621	626	630	640	649	664	676	677	678	679	681	698	702	713	715	718	726	747	748	749	750	751	754	758	764	783	787	869	948	
0	28	27	28	28	27	26	26	28	27	28	28	28	28	26	26	28	28	26	27	26	27	28	27	26	27	28	28	28	27	27	28	26	26	28
615	28	0	17	13	18	19	16	17	20	19	15	20	14	15	19	15	16	14	17	16	15	18	14	18	19	15	15	15	20	15	20	15	13	
616	27	17	0	17	13	15	14	16	19	16	15	17	16	14	15	16	16	17	14	16	15	14	14	14	14	15	15	16	20	15	16	16	16	
620	28	13	17	0	17	19	16	17	19	19	14	14	14	15	19	14	15	16	14	15	16	18	18	18	18	15	15	15	15	19	19	14	13	
621	27	18	13	17	0	13	14	16	14	14	17	17	17	15	14	17	16	17	13	17	15	13	13	13	14	14	16	17	19	14	14	17	17	
626	26	19	15	19	13	0	16	18	13	13	19	19	18	17	14	18	19	18	19	15	19	17	15	15	14	14	18	19	21	14	14	18	18	
630	26	16	14	16	14	16	0	14	16	16	16	16	15	14	16	15	14	16	15	15	13	14	15	14	15	14	16	17	16	16	15	15	15	
640	28	17	16	17	16	18	14	0	19	18	17	18	17	14	18	16	17	13	17	17	14	14	17	17	17	18	14	17	17	18	19	16	16	
649	27	20	16	19	14	13	16	19	0	13	20	19	19	17	15	19	19	20	16	19	18	16	16	16	16	14	18	19	19	15	15	19	19	
664	28	19	15	19	14	13	16	18	13	0	19	19	19	17	14	19	19	19	19	15	19	15	15	15	14	18	19	18	14	14	19	19		
676	28	15	17	14	17	19	16	17	20	19	0	20	14	16	19	15	16	14	17	16	16	18	18	18	18	19	16	15	15	20	20	15	14	
677	28	20	17	20	17	19	16	18	19	19	20	0	20	18	18	19	20	19	20	18	19	18	17	17	17	18	19	20	21	19	19	19	19	
678	28	14	16	14	17	18	15	17	19	19	14	20	0	14	18	14	14	15	13	16	15	15	17	17	17	18	14	14	14	18	18	14	13	
679	26	15	14	15	15	17	14	14	17	17	16	18	14	0	17	15	15	16	15	14	13	16	16	16	16	17	13	15	18	17	18	15	15	
681	26	19	15	19	14	14	16	18	15	14	19	18	18	17	0	19	19	19	19	15	19	17	15	15	16	16	18	19	22	13	13	15	19	
698	28	15	16	14	17	18	15	16	19	19	15	19	14	15	19	0	13	15	15	16	15	16	17	17	18	18	15	13	14	19	19	13	14	
702	28	15	16	15	17	19	15	17	19	19	15	20	14	15	19	13	0	16	15	17	16	16	18	18	18	18	15	13	14	19	20	13	14	
713	26	16	16	16	16	18	14	13	19	19	16	19	15	13	19	15	16	0	16	17	13	14	17	18	17	18	13	16	17	19	20	15	15	
715	27	14	17	14	17	19	16	17	20	19	14	20	13	16	19	15	16	0	17	16	16	18	18	18	18	19	16	15	16	19	19	15	14	
718	26	17	14	17	13	15	15	17	16	15	17	18	16	15	15	16	17	17	0	16	15	13	13	15	15	16	17	20	15	15	16	16	16	
726	27	16	16	15	17	19	15	14	19	19	16	19	15	14	19	15	16	13	16	16	0	14	18	18	17	19	13	16	18	19	20	15	15	
747	28	16	15	16	15	17	13	14	18	17	16	18	15	13	17	16	16	15	14	0	16	16	16	16	16	17	13	16	18	17	18	16	16	
748	27	18	14	18	13	15	14	17	16	15	18	17	17	16	15	17	18	13	18	13	18	16	0	13	15	15	16	17	20	15	16	17	17	
749	26	18	14	18	13	15	15	17	16	15	18	17	17	16	15	17	18	18	13	18	16	13	0	15	15	17	17	21	15	16	16	16	17	
750	27	18	14	18	13	15	14	17	16	15	18	17	17	16	16	18	17	18	15	17	16	15	15	0	14	16	18	19	16	17	17	17	17	
751	28	19	15	18	14	14	15	18	14	14	19	18	18	17	16	18	18	19	19	15	19	17	15	14	0	17	18	21	15	15	18	18		
754	28	15	15	15	16	18	14	14	18	18	16	19	14	13	18	15	13	16	16	13	13	13	16	17	16	17	0	16	18	18	19	15	15	
758	27	15	16	15	17	19	16	17	19	19	15	20	14	15	19	13	16	15	17	16	16	17	17	18	18	16	0	14	19	20	13	14	14	
764	27	15	20	15	19	21	17	17	19	18	15	21	14	18	22	14	14	17	16	20	18	18	20	21	19	21	18	14	0	18	19	14	14	
783	28	20	15	19	14	14	16	18	15	14	20	19	18	17	13	19	19	19	15	19	17	15	15	16	15	18	19	18	0	14	18	18	18	
787	26	20	16	19	14	14	16	19	15	14	20	19	18	18	15	19	20	19	15	20	18	16	16	17	17	15	19	19	14	0	19	19	19	
869	26	15	16	14	17	18	15	16	19	19	15	19	14	15	19	13	13	15	16	15	16	17	16	17	18	15	13	14	18	19	0	14	14	
948	28	13	16	13	17	18	15	16	19	19	14	19	13	15	19	14	15	14	16	15	16	17	17	17	18	15	14	14	18	19	19	14	0	

## • Cluster N° 32

0	0	614	631	634	639	643	646	647	651	653	660	665	672	673	688	703	704	716	719	730	742	746	770	771	777	781	794	800	
0	0	31	31	29	30	31	31	29	30	30	30	31	31	29	31	30	30	30	31	31	29	31	29	31	29	31	31	31	31
614	31	0	14	13	17	16	15	17	17	19	17	17	15	18	19	16	15	17	18	17	15	16	18	14	19	18	14	19	
631	31	14	0	14	17	16	15	17	17	20	17	17	16	19	19	17	15	17	18	17	16	17	19	15	19	14	14	19	
634	29	13	14	0	17	16	15	17	17	19	17	17	16	19	19	17	14	17	18	17	16	17	18	14	19	18	14	19	
639	30	17	17	17	0	14	14	13	13	14	14	13	14	15	14	13	16	16	16	14	13	13	17	17	17	17	17	17	
643	31	16	16	16	14	0	13	15	15	17	15	15	14	16	17	14	17	18	15	14	14	14	18	15	19	15	16	19	
646	31	15	15	15	14	13	0	14	14	16	15	15	14	17	16	15	18	18	16	16	14	14	19	16	19	16	16	19	
647	29	17	17	17	13	15	14	0	13	15	14	14	14	15	15	13	15	16	16	15	14	13	17	16	18	16	17	17	
651	30	17	17	17	13	15	14	13	0	14	14	13	14	15	14	16	16	16	16	13	13	14	17	17	17	17	17	17	
653	30	19	20	19	14	17	16	15	14	0	14	15	16	15	13	15	18	16	17	14	16	15	17	19	18	19	19	18	
660	30	17	17	17	14	15	15	14	14	14	0	14	15	14	14	13	16	15	15	14	15	13	16	17	16	17	17	16	
665	31	17	17	17	13	15	15	14	13	15	14	0	14	16	15	14	16	17	17	14	13	14	18	17	18	17	17	18	
672	31	15	16	16	14	14	14	14	14	16	15	14	0	16	15	14	14	17	18	14	13	14	18	15	19	15	16	19	
673	29	18	19	19	15	16	17	15	15	15	14	16	16	0	15	14	17	14	14	15	16	14	14	18	14	18	19	14	
688	31	19	19	19	14	17	16	15	14	13	14	15	15	0	14	17	16	17	14	14	15	15	17	18	18	18	19	18	
703	30	16	17	17	13	14	15	13	14	15	13	14	14	14	0	15	15	15	15	15	15	13	16	16	17	16	17	16	
704	30	15	15	14	16	14	15	15	16	18	16	16	14	17	17	15	0	16	17	16	15	15	18	13	18	14	14	18	
716	30	17	17	17	16	17	18	16	16	16	15	17	17	14	16	16	0	14	14	16	17	15	14	19	15	19	18	15	
719	31	18	18	18	16	18	18	16	16	17	15	17	18	14	17	15	17	14	0	16	17	15	13	19	13	19	19	18	
730	29	17	17	17	14	15	16	15	13	14	14	14	15	15	14	15	16	16	0	16	13	15	17	17	18	17	17	18	
742	31	15	16	16	13	14	14	14	13	16	15	13	13	16	15	15	17	17	13	0	14	18	15	19	16	16	16	19	
746	29	16	17	17	13	14	14	13	14	15	13	14	14	14	15	13	15	15	15	14	0	16	16	16	17	16	16	17	
770	29	18	19	18	17	18	19	17	17	17	16	18	18	14	17	16	18	14	13	17	18	16	0	20	13	20	19	13	
771	31	14	15	14	17	15	16	16	17	19	17	17	15	18	18	16	13	19	19	17	15	16	20	0	18	14	14	18	
777	29	19	19	19	17	19	19	18	17	18	16	18	19	14	18	17	18	15	13	18	19	17	13	18	0	21	19	13	
781	31	18	14	18	17	15	16	16	17	19	17	17	15	18	18	16	14	19	19	17	16	16	20	14	21	0	14	18	
794	31	14	14	14	17	16	16	17	17	19	17	17	16	19	19	17	14	18	18	17	16	16	19	14	19	14	0	17	
800	31	19	19	19	17	19	19	17	17	18	16	18	19	14	18	16	15	14	14	18	19	13	13	18	13	18	17	0	



## • Clúster N° 36

0	0	695	806	814	819	827	830	831	833	858	879	886	888	890	893	894	895	896	897	899	939	967	971	977	983	984	989	995	
0	28	28	28	28	28	29	29	29	29	28	28	29	28	28	28	29	29	29	28	28	29	29	29	29	29	28	28	29	28
695	28	0	18	19	16	16	18	16	16	19	20	16	16	18	18	20	19	16	18	18	17	17	20	18	20	17	19	19	
806	29	18	0	15	15	15	13	15	16	15	14	15	13	16	14	14	14	14	14	14	15	16	14	15	14	16	20	20	
814	28	19	15	0	17	15	14	16	17	13	15	15	14	14	15	14	15	14	14	13	16	17	15	13	15	15	14	14	
819	28	16	15	17	0	14	15	13	13	17	17	15	14	16	17	17	17	14	16	16	13	13	18	16	17	18	17	17	
827	28	16	15	15	14	0	15	14	14	16	17	13	13	15	16	17	16	13	15	15	14	14	17	15	17	16	16	16	
830	29	18	13	14	15	15	0	15	16	15	14	15	13	16	14	14	14	14	14	14	15	15	14	15	14	15	15	14	
831	28	16	15	16	13	14	15	0	13	16	17	15	14	16	17	17	16	13	15	16	13	13	17	15	17	17	17	17	
833	29	16	16	17	13	14	16	13	0	17	18	15	14	16	17	18	17	14	16	16	16	13	18	16	18	18	18	18	
858	28	19	15	13	17	16	15	16	17	0	14	15	15	15	14	15	14	16	14	14	17	18	14	14	15	15	14	14	
879	29	20	14	15	17	17	14	17	18	14	0	16	15	16	14	14	13	17	15	15	17	17	13	15	14	14	14	13	
886	29	16	15	15	15	13	15	15	15	16	0	14	14	15	17	16	13	15	15	15	15	15	16	14	17	16	16	15	
888	29	16	13	14	14	13	13	14	14	15	15	14	0	14	15	15	14	13	13	14	14	14	15	13	15	15	15	15	
890	28	18	16	14	16	15	16	16	16	15	16	14	14	0	15	17	16	14	15	15	16	17	16	14	17	15	15	15	
893	28	18	16	14	17	16	16	17	17	14	14	15	15	15	0	16	15	16	16	16	15	17	18	15	14	16	13	14	
894	29	20	14	15	17	17	14	17	18	15	14	17	15	17	16	0	13	16	15	15	15	17	17	14	16	13	15	15	
895	29	19	14	14	17	16	14	16	17	14	13	16	14	16	15	13	0	16	14	14	16	17	13	15	13	14	14	13	
896	28	16	14	15	14	13	14	13	14	16	17	13	13	14	16	16	0	14	14	14	15	13	14	16	14	16	16	16	
897	28	18	14	14	16	15	14	15	16	14	15	15	13	15	16	15	14	14	0	13	15	16	15	14	15	16	16	16	
899	29	18	14	13	16	15	14	16	16	14	15	15	14	15	15	15	14	14	0	16	16	15	14	15	15	15	15	14	
939	29	17	15	16	13	14	15	13	13	17	17	15	14	16	17	17	16	13	15	15	16	0	13	17	15	17	17	17	
967	29	17	16	17	13	14	15	13	13	18	17	15	14	17	18	17	17	14	16	16	13	0	18	16	17	18	18	18	
971	28	20	14	15	18	17	14	17	18	14	13	16	15	16	15	14	13	16	15	15	17	18	0	15	14	14	14	13	
977	29	18	15	13	16	15	15	15	16	14	15	14	13	14	14	16	15	14	14	14	15	16	15	0	15	14	14	13	
983	28	20	14	15	17	17	14	17	18	15	14	17	15	17	16	13	13	16	15	15	15	17	17	14	15	0	15	14	
984	29	17	16	15	18	16	15	17	18	15	14	16	15	15	13	15	14	16	16	16	15	17	18	14	14	15	0	13	
989	29	19	19	20	14	17	16	15	18	14	14	16	15	15	14	15	14	16	16	15	15	17	18	14	14	15	13	13	
995	28	19	20	14	17	16	14	17	18	14	13	15	15	15	14	14	13	16	14	14	14	18	13	13	14	13	13	0	

## • Clúster N° 38

0	0	745	809	816	818	832	844	851	860	864	866	867	876	882	883	891	903	904	906	923	929	947	950	958	965	969	973	978	985	992	994	997	998		
0	34	33	34	33	33	34	33	33	33	34	34	34	34	33	34	34	34	33	34	33	33	34	33	33	33	33	33	33	34	33	33	34	33		
745	0	14	15	14	16	16	16	14	14	14	15	14	13	13	13	16	14	13	13	13	15	16	17	14	16	16	16	19	14	17	17	20	16	15	
809	33	14	0	15	15	17	16	14	14	14	15	14	15	13	15	16	14	15	15	13	14	17	18	16	14	16	14	19	13	17	18	21	16	15	
816	34	15	15	0	17	15	14	14	14	14	15	16	15	16	15	16	15	16	15	16	14	14	17	16	13	16	18	16	14	17	19	13	14	14	
818	33	14	15	17	0	17	17	15	15	16	15	13	14	13	14	13	14	14	15	14	15	16	17	13	17	16	19	15	18	17	21	17	16	15	
832	33	16	17	15	17	0	13	15	15	16	14	16	15	16	16	15	16	15	17	14	14	14	15	16	14	17	16	17	15	15	18	14	15	14	
844	34	16	16	14	17	13	0	15	15	15	14	16	15	16	15	15	15	15	17	14	14	15	16	14	16	16	16	16	15	15	18	14	14	14	
851	33	14	14	14	15	15	0	13	13	14	14	14	14	15	14	15	14	14	14	15	14	15	16	15	15	16	18	14	15	16	19	14	13	13	
860	33	14	14	14	15	15	13	0	13	14	14	14	14	15	14	15	14	14	14	14	14	15	17	15	15	15	18	14	15	17	19	14	14	14	
864	34	15	14	14	16	16	15	13	13	0	15	14	15	15	15	15	15	13	15	15	14	15	17	16	15	15	19	14	15	17	19	15	14	14	
866	34	14	15	15	15	14	14	14	14	15	0	15	14	15	14	16	14	13	15	13	15	16	15	15	15	17	17	15	16	15	19	15	14	14	
867	34	14	13	16	15	16	16	14	14	14	15	0	14	13	14	16	14	15	15	15	16	18	16	16	16	15	19	13	17	18	20	16	15	15	
876	33	13	15	15	13	15	15	14	14	14	15	14	14	0	13	16	13	13	13	14	15	16	17	14	16	17	18	15	16	17	20	16	14	14	
882	34	13	13	16	14	16	16	15	15	15	15	13	13	0	13	17	13	14	14	13	16	17	18	15	17	16	19	13	17	18	21	16	15	15	
883	34	13	15	15	13	16	15	14	14	15	14	14	13	13	0	16	13	13	13	15	15	16	17	14	16	17	18	15	16	17	20	16	14	14	
891	34	16	16	14	17	15	15	15	15	15	16	16	16	17	16	0	16	17	16	17	15	14	18	17	14	16	19	17	14	18	17	15	15	15	
903	34	14	14	15	14	16	15	14	14	15	14	14	13	13	13	16	0	13	13	14	15	16	17	14	16	16	19	14	17	17	20	16	15	15	
904	33	13	15	16	14	15	15	14	14	15	14	15	14	13	14	17	13	0	13	15	14	16	16	14	16	17	18	15	16	16	20	15	14	14	
906	34	13	15	15	14	15	15	14	14	15	13	15	13	14	13	16	13	0	15	15	14	16	14	16	17	18	15	16	16	20	15	14	14	14	
923	33	14	13	16	15	17	17	15	14	15	15	13	14	13	15	17	14	15	15	0	16	17	18	16	17	15	20	13	17	18	22	17	15	15	
929	33	15	15	14	16	14	14	14	14	14	14	15	15	16	15	15	14	16	0	14	15	16	17	14	16	14	16	17	16	15	15	18	13	13	
947	34	16	17	14	17	14	14	15	15	15	16	16	16	16	14	16	16	17	14	0	16	17	14	17	14	17	17	14	14	17	18	14	14	14	
950	33	17	18	17	17	15	15	16	17	17	15	18	17	18	17	18	17	16	18	15	16	0	17	14	17	14	17	17	14	17	18	14	14	14	
958	33	14	16	16	13	16	16	15	15	16	15	16	14	15	14	17	14	14	16	16	16	17	0	17	17	17	19	16	18	17	22	17	16	16	
965	33	16	16	13	17	14	14	15	15	15	15	16	16	17	16	14	16	16	17	17	14	14	17	0	16	17	17	17	13	16	18	13	14	14	
969	33	16	14	16	16	17	16	16	15	15	17	15	17	16	17	16	17	17	15	16	17	17	17	16	0	20	15	17	19	20	16	15	15	15	
973	33	19	19	18	19	16	16	18	18	19	17	19	18	19	18	19	19	18	18	20	17	17	19	17	17	20	0	20	18	16	20	17	18	18	
978	33	14	13	16	15	17	16	14	14	14	15	13	15	13	15	17	14	15	13	16	16	17	17	16	17	15	20	0	17	18	21	16	15	15	
985	34	17	17	14	18	15	15	15	15	15	16	17	16	17	16	14	17	16	16	17	15	14	14	18	13	17	18	17	0	18	18	14	15	15	
992	33	17	18	17	17	15	15	16	17	17	15	18	17	18	17	18	17	16	16	18	15	17	17	16	16	19	16	18	18	0	20	16	16	16	
994	33	20	21	19	21	18	18	19	19	19	19	20	20	21	20	17	20	20	22	18	18	18	22	18	20	20	20	21	18	20	0	18	18	18	
997	34	16	16	13	17	14	14	14	14	15	15	16	16	16	16	15	15	17	17	13	14	14	17	13	16	17	16	14	16	18	0	13	13	13	
998	33	15	15	14	16	15	14	13	14	14	14	15	14	15	14	15	14	14	15	14	14	14	16	14	15	15	18	15	15	16	18	13	13	0	0

- Clúster N° 40

0	0	805	817	821	847	853	872	875	881	885	892	898	907	911	919	932	953	960	986	988	999	1000
0	0	30	31	31	30	31	31	30	31	31	31	30	31	31	31	30	31	30	30	30	31	30
805	805	0	13	13	16	13	15	13	17	14	15	13	14	15	15	16	13	14	13	13	15	13
817	817	31	0	14	16	13	16	13	17	15	14	16	14	15	15	16	13	14	13	13	15	13
821	821	31	13	14	0	15	14	18	15	16	13	15	14	17	17	15	14	14	14	14	15	15
847	847	30	16	16	15	0	15	17	16	14	15	13	15	16	16	13	16	15	15	15	14	15
853	853	31	13	13	14	15	0	15	13	16	14	14	13	15	15	15	13	13	13	13	14	13
872	872	31	15	16	18	17	15	0	15	17	13	16	16	13	13	16	16	16	16	15	17	15
875	875	30	13	13	15	16	13	15	0	17	14	15	14	14	14	16	13	14	14	13	15	13
881	881	31	17	17	16	14	16	17	0	15	16	13	15	16	17	13	17	16	16	16	15	16
885	885	31	14	15	16	15	14	13	14	15	0	16	14	15	13	14	15	14	14	14	15	14
892	892	31	15	14	13	15	14	18	15	16	16	0	15	14	17	15	14	14	14	14	14	15
898	898	30	15	16	15	13	15	16	13	16	13	14	15	0	14	15	13	16	15	15	14	15
907	907	31	14	14	15	13	16	14	15	15	14	14	0	15	15	15	14	13	13	13	14	14
911	911	31	15	15	17	16	15	13	14	16	13	17	15	0	13	15	15	15	15	15	16	14
919	919	31	15	15	17	16	15	13	14	17	13	17	15	13	0	16	15	15	15	15	16	14
932	932	30	16	16	15	13	15	16	16	13	14	15	15	15	16	0	16	15	15	15	14	16
953	953	31	13	13	14	16	13	16	17	15	14	16	14	15	15	16	0	14	13	15	14	13
960	960	30	14	14	15	13	16	14	16	14	14	15	13	15	15	15	14	0	13	14	13	13
986	986	30	13	13	14	13	15	13	16	14	14	15	13	15	15	15	13	13	0	14	13	13
988	988	31	15	15	14	14	17	15	15	15	14	14	13	16	16	14	15	14	14	0	15	15
999	999	30	13	14	15	16	13	13	16	14	15	15	14	14	14	16	14	13	13	13	15	0
1000	1000	30	13	13	15	13	15	13	16	13	15	15	14	14	14	15	13	13	13	15	13	0

**Anexo N° 8: Modelo matemático en LINDO, sin consideración de restricción de formación de sub rutas**

**LINDO Solver Status**

Optimizer Status:  
 Status: Optimal  
 Iterations: 14  
 Infeasibility: 0  
 Objective: 98  
 Best IP: 98  
 IP Bound: 103  
 Branches: 0  
 Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

---

Reports Window

OBJECTIVE VALUE = 98.0000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 98.0000000 AT BRANCH 0 PIVOT 14  
 BOUND ON OPTIMUM: 98.000000  
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 14

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 98.000000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X0102	1.000000	25.000000
X0103	0.000000	23.000000
X0104	0.000000	25.000000
X0105	0.000000	29.000000
X0201	0.000000	25.000000
X0203	1.000000	18.000000
X0204	0.000000	19.000000
X0205	0.000000	26.000000
X0301	1.000000	23.000000
X0302	0.000000	18.000000
X0304	0.000000	19.000000
X0305	0.000000	20.000000
X0401	0.000000	25.000000
X0402	0.000000	19.000000
X0403	0.000000	19.000000
X0405	1.000000	16.000000
X0501	0.000000	29.000000
X0502	0.000000	26.000000
X0503	0.000000	20.000000
X0504	1.000000	16.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	0.000000
7)	0.000000	0.000000
8)	0.000000	0.000000
9)	0.000000	0.000000

---

MIN

$$25X0102+23X0103+25X0104+29X0105$$

$$+25X0201+18X0203+19X0204+26X0205$$

$$+23X0301+18X0302+19X0304+20X0305$$

$$+25X0401+19X0402+19X0403+16X0405$$

$$+29X0501+26X0502+20X0503+16X0504$$

ST

$$X0102+X0103+X0104+X0105=1$$

$$X0201+X0203+X0204+X0205=1$$

$$X0301+X0302+X0304+X0305=1$$

$$X0401+X0402+X0403+X0405=1$$

$$X0501+X0502+X0503+X0504=1$$

$$X0201+X0301+X0401+X0501=1$$

$$X0102+X0302+X0402+X0502=1$$

$$X0103+X0203+X0403+X0503=1$$

$$X0104+X0204+X0304+X0504=1$$

$$X0105+X0205+X0305+X0405=1$$

$$X0102+X0103+X0104+X0105-X0201-X0301-X0401-X0501=0$$

$$X0201+X0203+X0204+X0205-X0102-X0302-X0402-X0502=0$$

$$X0301+X0302+X0304+X0305-X0103-X0203-X0403-X0503=0$$

$$X0401+X0402+X0403+X0405-X0104-X0204-X0304-X0504=0$$

$$X0501+X0502+X0503+X0504-X0105-X0205-X0305-X0405=0$$

END

INT X0102  
 INT X0103  
 INT X0104  
 INT X0105  
 INT X0201  
 INT X0203  
 INT X0204  
 INT X0205  
 INT X0301  
 INT X0302  
 INT X0304  
 INT X0305  
 INT X0401  
 INT X0402  
 INT X0403  
 INT X0405  
 INT X0501

## Anexo N° 9: Reportes obtenidos del modelo en LINDO 6.1

- Clúster N°1

MAX LINDO  
File Edit Solve Reports Window Help

MAX Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 338  
OBJECTIVE VALUE = 347.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 347.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 338  
BOUND ON OPTIMUM: 347.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 338

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 347.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	16.000000
X00Y02	0.000000	10.000000
X00Y03	0.000000	11.000000
X00Y04	0.000000	15.000000
X00Y05	0.000000	16.000000
X00Y06	0.000000	15.000000
X00Y07	0.000000	11.000000
X00Y08	0.000000	13.000000
X00Y09	0.000000	13.000000
X00Y10	0.000000	12.000000
X00Y11	0.000000	15.000000
X00Y12	0.000000	10.000000
X00Y13	1.000000	15.000000
X00Y14	0.000000	10.000000
X00Y15	0.000000	10.000000
X00Y16	0.000000	12.000000
X00Y17	0.000000	12.000000
X00Y18	0.000000	12.000000
X00Y19	0.000000	14.000000
X00Y20	0.000000	11.000000
X00Y21	0.000000	12.000000
X00Y22	0.000000	14.000000
X00Y23	0.000000	16.000000
X00Y24	0.000000	16.000000
X00Y25	0.000000	15.000000
X00Y26	0.000000	15.000000
X01Y02	0.000000	18.000000
X01Y03	0.000000	16.000000
X01Y04	0.000000	18.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 338

Infeasibility: 0

Objective: 347

Best IP: 347

IP Bound: 347

Branches: 0

Elapsed Time: 00 : 00 : 00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N°2

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 365  
OBJECTIVE VALUE = 409.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 409.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 365  
BOUND ON OPTIMUM: 409.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 365

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 409.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	9.000000
X00Y02	0.000000	12.000000
X00Y03	0.000000	10.000000
X00Y04	0.000000	16.000000
X00Y05	0.000000	10.000000
X00Y06	0.000000	16.000000
X00Y07	0.000000	12.000000
X00Y08	0.000000	10.000000
X00Y09	0.000000	13.000000
X00Y10	0.000000	11.000000
X00Y11	0.000000	11.000000
X00Y12	0.000000	15.000000
X00Y13	0.000000	11.000000
X00Y14	0.000000	10.000000
X00Y15	0.000000	15.000000
X00Y16	0.000000	10.000000
X00Y17	0.000000	14.000000
X00Y18	0.000000	13.000000
X00Y19	0.000000	15.000000
X00Y20	0.000000	11.000000
X00Y21	0.000000	9.000000
X00Y22	0.000000	16.000000
X00Y23	0.000000	12.000000
X00Y24	0.000000	9.000000
X00Y25	0.000000	12.000000
X00Y26	0.000000	10.000000
X00Y27	0.000000	12.000000
X00Y28	1.000000	12.000000
X00Y29	0.000000	13.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 365

Infeasibility: 0

Objective: 409

Best IP: 409

IP Bound: 409

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N°4

The screenshot displays the LINDO software interface. The main window, titled 'Reports Window', shows the following text:

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP    106
OBJECTIVE VALUE =    363.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF    363.000000    AT BRANCH    0 PIVOT    106
BOUND ON OPTIMUM:    363.0000
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES=    0 PIVOTS=    106

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE
1)    363.0000

VARIABLE      VALUE      REDUCED COST
X00Y01        0.000000    14.000000
X00Y02        0.000000    14.000000
X00Y03        0.000000    15.000000
X00Y04        0.000000    14.000000
X00Y05        0.000000    13.000000
X00Y06        0.000000    14.000000
X00Y07        0.000000    13.000000
X00Y08        1.000000    14.000000
X00Y09        0.000000    15.000000
X00Y10        0.000000    15.000000
X00Y11        0.000000    13.000000
X00Y12        0.000000    13.000000
X00Y13        0.000000    13.000000
X00Y14        0.000000    15.000000
X00Y15        0.000000    14.000000
X00Y16        0.000000    13.000000
X00Y17        0.000000    13.000000
X01Y02        0.000000    37.000000
X01Y03        0.000000    23.000000
X01Y04        0.000000    22.000000
X01Y05        0.000000    22.000000
X01Y06        0.000000    22.000000
X01Y07        0.000000    23.000000
X01Y08        0.000000    22.000000
X01Y09        0.000000    23.000000
X01Y10        0.000000    23.000000
X01Y11        0.000000    23.000000
X01Y12        0.000000    24.000000
X01Y13        0.000000    23.000000

```

Overlaid on the bottom right of the Reports Window is the 'LINDO Solver Status' dialog box. It contains the following information:

```

LINDO Solver Status

Optimizer Status:
Status:          Optimal
Iterations:      106
Infeasibility:   0
Objective:       363
Best IP:         363
IP Bound:        363
Branches:        0
Elapsed Time:    00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver  Close

```

- Clúster N°5

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 143  
OBJECTIVE VALUE = 253.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 253.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 143  
BOUND ON OPTIMUM: 253.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 143

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 253.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	11.000000
X00Y02	0.000000	11.000000
X00Y03	0.000000	12.000000
X00Y04	0.000000	16.000000
X00Y05	0.000000	11.000000
X00Y06	0.000000	11.000000
X00Y07	0.000000	16.000000
X00Y08	0.000000	15.000000
X00Y09	0.000000	14.000000
X00Y10	0.000000	13.000000
X00Y11	0.000000	14.000000
X00Y12	0.000000	13.000000
X00Y13	1.000000	16.000000
X00Y14	0.000000	12.000000
X00Y15	0.000000	10.000000
X00Y16	0.000000	11.000000
X00Y17	0.000000	10.000000
X00Y18	0.000000	10.000000
X01Y02	0.000000	19.000000
X01Y03	0.000000	22.000000
X01Y04	0.000000	13.000000
X01Y05	0.000000	13.000000
X01Y06	0.000000	25.000000
X01Y07	0.000000	22.000000
X01Y08	0.000000	23.000000
X01Y09	0.000000	21.000000
X01Y10	0.000000	23.000000
X01Y11	0.000000	22.000000
X01Y12	1.000000	25.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 143

Infeasibility: 0

Objective: 253

Best IP: 253

IP Bound: 266

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N°6

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 698  
OBJECTIVE VALUE = 460.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 460.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 698  
BOUND ON OPTIMUM: 460.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 698

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 460.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	9.000000
X00Y02	0.000000	11.000000
X00Y03	0.000000	12.000000
X00Y04	0.000000	14.000000
X00Y05	0.000000	9.000000
X00Y06	0.000000	9.000000
X00Y07	0.000000	9.000000
X00Y08	0.000000	11.000000
X00Y09	0.000000	13.000000
X00Y10	0.000000	11.000000
X00Y11	0.000000	12.000000
X00Y12	0.000000	11.000000
X00Y13	0.000000	9.000000
X00Y14	0.000000	14.000000
X00Y15	0.000000	14.000000
X00Y16	0.000000	11.000000
X00Y17	0.000000	11.000000
X00Y18	0.000000	11.000000
X00Y19	0.000000	14.000000
X00Y20	0.000000	9.000000
X00Y21	0.000000	9.000000
X00Y22	0.000000	12.000000
X00Y23	0.000000	12.000000
X00Y24	0.000000	9.000000
X00Y25	0.000000	11.000000
X00Y26	0.000000	13.000000
X00Y27	0.000000	14.000000
X00Y28	0.000000	13.000000
X00Y29	0.000000	10.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 698

Infeasibility: 0

Objective: 460

Best IP: 460

IP Bound: 483

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N°7

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 416  
OBJECTIVE VALUE = 436.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 436.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 416  
BOUND ON OPTIMUM: 436.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 416

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 436.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	12.000000
X00Y02	0.000000	14.000000
X00Y03	0.000000	15.000000
X00Y04	0.000000	15.000000
X00Y05	0.000000	10.000000
X00Y06	0.000000	14.000000
X00Y07	0.000000	12.000000
X00Y08	0.000000	13.000000
X00Y09	0.000000	12.000000
X00Y10	0.000000	12.000000
X00Y11	0.000000	12.000000
X00Y12	0.000000	14.000000
X00Y13	0.000000	14.000000
X00Y14	0.000000	16.000000
X00Y15	0.000000	14.000000
X00Y16	0.000000	15.000000
X00Y17	0.000000	10.000000
X00Y18	0.000000	15.000000
X00Y19	0.000000	14.000000
X00Y20	0.000000	10.000000
X00Y21	0.000000	11.000000
X00Y22	0.000000	13.000000
X00Y23	1.000000	16.000000
X00Y24	0.000000	14.000000
X00Y25	0.000000	11.000000
X00Y26	0.000000	10.000000
X00Y27	0.000000	14.000000
X00Y28	0.000000	16.000000
X00Y29	0.000000	14.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 416

Infeasibility: 0

Objective: 436

Best IP: 436

IP Bound: 459.5

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N°8

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 110  
OBJECTIVE VALUE = 207.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 207.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 110  
BOUND ON OPTIMUM: 207.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 110

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 207.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	12.000000
X00Y02	0.000000	11.000000
X00Y03	0.000000	10.000000
X00Y04	0.000000	11.000000
X00Y05	0.000000	11.000000
X00Y06	1.000000	10.000000
X00Y07	0.000000	12.000000
X00Y08	0.000000	12.000000
X00Y09	0.000000	10.000000
X00Y10	0.000000	12.000000
X00Y11	0.000000	12.000000
X00Y12	0.000000	11.000000
X00Y13	0.000000	10.000000
X00Y14	0.000000	12.000000
X00Y15	0.000000	10.000000
X01Y02	1.000000	13.000000
X01Y03	0.000000	15.000000
X01Y04	0.000000	15.000000
X01Y05	0.000000	17.000000
X01Y06	0.000000	15.000000
X01Y07	0.000000	14.000000
X01Y08	0.000000	14.000000
X01Y09	0.000000	16.000000
X01Y10	0.000000	15.000000
X01Y11	0.000000	16.000000
X01Y12	0.000000	15.000000
X01Y13	0.000000	14.000000
X01Y14	0.000000	14.000000
X01Y15	0.000000	14.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 110

Infeasibility: 0

Objective: 207

Best IP: 207

IP Bound: 207

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N°9

The screenshot displays the LINDO software interface. The main window, titled 'Reports Window', shows the following text:

```

LP OPTIMUM FOUND AT STEP    154
OBJECTIVE VALUE =    242.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF    242.000000    AT BRANCH    0 PIVOT    154
BOUND ON OPTIMUM:    242.00000
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES=    0 PIVOTS=    154

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1)    242.0000

VARIABLE    VALUE    REDUCED COST
X00Y01    0.000000    15.000000
X00Y02    1.000000    15.000000
X00Y03    0.000000    13.000000
X00Y04    0.000000    15.000000
X00Y05    0.000000    15.000000
X00Y06    0.000000    13.000000
X00Y07    0.000000    14.000000
X00Y08    0.000000    14.000000
X00Y09    0.000000    12.000000
X00Y10    0.000000    14.000000
X00Y11    0.000000    13.000000
X00Y12    0.000000    12.000000
X00Y13    0.000000    15.000000
X00Y14    0.000000    12.000000
X00Y15    0.000000    13.000000
X00Y16    0.000000    15.000000
X00Y17    0.000000    12.000000
X00Y18    0.000000    14.000000
X01Y02    0.000000    15.000000
X01Y03    0.000000    18.000000
X01Y04    0.000000    18.000000
X01Y05    0.000000    17.000000
X01Y06    0.000000    13.000000
X01Y07    0.000000    16.000000
X01Y08    0.000000    13.000000
X01Y09    0.000000    16.000000
X01Y10    0.000000    17.000000
X01Y11    0.000000    16.000000
X01Y12    0.000000    17.000000

```

Overlaid on the bottom right is the 'LINDO Solver Status' dialog box, which provides the following information:

```

Optimizer Status

Status:    Optimal
Iterations:    154
Infeasibility:    0
Objective:    242
Best IP:    242
IP Bound:    242
Branches:    0
Elapsed Time:    00 : 00 : 00

Update Interval: 1

Interrupt Solver    Close

```

- Clúster N°10

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 834  
OBJECTIVE VALUE = 609.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 609.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 834  
BOUND ON OPTIMUM: 609.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 834

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 609.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	15.000000
X00Y02	0.000000	11.000000
X00Y03	0.000000	10.000000
X00Y04	0.000000	16.000000
X00Y05	0.000000	10.000000
X00Y06	0.000000	12.000000
X00Y07	0.000000	15.000000
X00Y08	0.000000	12.000000
X00Y09	0.000000	16.000000
X00Y10	0.000000	15.000000
X00Y11	0.000000	13.000000
X00Y12	0.000000	12.000000
X00Y13	0.000000	15.000000
X00Y14	0.000000	13.000000
X00Y15	0.000000	14.000000
X00Y16	0.000000	12.000000
X00Y17	0.000000	10.000000
X00Y18	0.000000	16.000000
X00Y19	0.000000	12.000000
X00Y20	0.000000	14.000000
X00Y21	0.000000	14.000000
X00Y22	0.000000	14.000000
X00Y23	0.000000	10.000000
X00Y24	0.000000	10.000000
X00Y25	0.000000	10.000000
X00Y26	0.000000	13.000000
X00Y27	0.000000	12.000000
X00Y28	0.000000	10.000000
X00Y29	0.000000	14.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 834

Infeasibility: 0

Objective: 609

Best IP: 609

IP Bound: 609

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:01

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N°11

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 223  
OBJECTIVE VALUE = 309.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 309.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 223  
BOUND ON OPTIMUM: 309.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 223

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 309.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X01Y02	0.000000	15.000000
X01Y03	0.000000	14.000000
X01Y04	0.000000	14.000000
X01Y05	0.000000	15.000000
X01Y06	0.000000	14.000000
X01Y07	0.000000	15.000000
X01Y08	0.000000	15.000000
X01Y09	0.000000	14.000000
X01Y10	0.000000	14.000000
X01Y11	0.000000	16.000000
X01Y12	0.000000	16.000000
X01Y13	0.000000	15.000000
X01Y14	0.000000	16.000000
X01Y15	0.000000	16.000000
X01Y16	0.000000	16.000000
X01Y17	0.000000	17.000000
X01Y18	0.000000	15.000000
X01Y19	0.000000	15.000000
X01Y20	0.000000	16.000000
X01Y21	1.000000	13.000000
X01Y22	0.000000	17.000000
X01Y23	0.000000	14.000000
X02Y01	0.000000	15.000000
X02Y03	0.000000	13.000000
X02Y04	0.000000	14.000000
X02Y05	0.000000	15.000000
X02Y06	0.000000	14.000000
X02Y07	0.000000	16.000000
X02Y08	0.000000	16.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 223

Infeasibility: 0

Objective: 309

Best IP: 309

IP Bound: 309

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N°12

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 111  
OBJECTIVE VALUE = 172.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 172.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 111  
BOUND ON OPTIMUM: 172.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 111

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 172.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	9.000000
X00Y02	0.000000	14.000000
X00Y03	0.000000	12.000000
X00Y04	0.000000	10.000000
X00Y05	1.000000	12.000000
X00Y06	0.000000	15.000000
X00Y07	0.000000	14.000000
X00Y08	0.000000	15.000000
X00Y09	0.000000	14.000000
X00Y10	0.000000	12.000000
X00Y11	0.000000	12.000000
X00Y12	0.000000	11.000000
X00Y13	0.000000	11.000000
X01Y02	0.000000	14.000000
X01Y03	0.000000	16.000000
X01Y04	1.000000	14.000000
X01Y05	0.000000	16.000000
X01Y06	0.000000	17.000000
X01Y07	0.000000	17.000000
X01Y08	0.000000	15.000000
X01Y09	0.000000	15.000000
X01Y10	0.000000	15.000000
X01Y11	0.000000	15.000000
X01Y12	0.000000	17.000000
X01Y13	0.000000	17.000000
X02Y01	0.000000	14.000000
X02Y03	0.000000	14.000000
X02Y04	0.000000	13.000000
X02Y05	0.000000	14.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 111

Infeasibility: 0

Objective: 172

Best IP: 172

IP Bound: 172

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 13

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

MAX  
Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 667  
OBJECTIVE VALUE = 592.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 592.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 667  
BOUND ON OPTIMUM: 592.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 667

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 592.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	12.000000
X00Y02	0.000000	10.000000
X00Y03	0.000000	13.000000
X00Y04	0.000000	12.000000
X00Y05	0.000000	15.000000
X00Y06	0.000000	13.000000
X00Y07	0.000000	16.000000
X00Y08	0.000000	15.000000
X00Y09	0.000000	13.000000
X00Y10	0.000000	15.000000
X00Y11	0.000000	12.000000
X00Y12	0.000000	11.000000
X00Y13	0.000000	11.000000
X00Y14	0.000000	12.000000
X00Y15	0.000000	15.000000
X00Y16	0.000000	16.000000
X00Y17	0.000000	10.000000
X00Y18	0.000000	13.000000
X00Y19	0.000000	15.000000
X00Y20	0.000000	11.000000
X00Y21	0.000000	15.000000
X00Y22	0.000000	12.000000
X00Y23	0.000000	14.000000
X00Y24	0.000000	15.000000
X00Y25	0.000000	12.000000
X00Y26	0.000000	16.000000
X00Y27	0.000000	11.000000
X00Y28	0.000000	15.000000
X00Y29	0.000000	16.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 667

Infeasibility: 0

Objective: 592

Best IP: 592

IP Bound: 592

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 14

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 108  
OBJECTIVE VALUE = 232.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 232.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 108  
BOUND ON OPTIMUM: 232.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 108

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 232.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	12.000000
X00Y02	1.000000	12.000000
X00Y03	0.000000	12.000000
X00Y04	0.000000	12.000000
X00Y05	0.000000	13.000000
X00Y06	0.000000	13.000000
X00Y07	0.000000	12.000000
X00Y08	0.000000	12.000000
X00Y09	0.000000	12.000000
X00Y10	0.000000	12.000000
X00Y11	0.000000	12.000000
X00Y12	0.000000	12.000000
X00Y13	0.000000	13.000000
X00Y14	0.000000	13.000000
X00Y15	0.000000	13.000000
X00Y16	0.000000	13.000000
X00Y17	0.000000	12.000000
X01Y02	0.000000	18.000000
X01Y03	1.000000	14.000000
X01Y04	0.000000	20.000000
X01Y05	0.000000	18.000000
X01Y06	0.000000	20.000000
X01Y07	0.000000	21.000000
X01Y08	0.000000	21.000000
X01Y09	0.000000	15.000000
X01Y10	0.000000	18.000000
X01Y11	0.000000	15.000000
X01Y12	0.000000	15.000000
X01Y13	0.000000	17.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 108

Infeasibility: 0

Objective: 232

Best IP: 232

IP Bound: 232

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 16

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 423  
 OBJECTIVE VALUE = 390.000000

FIX ALL VARS.( 3) WITH RC > 20.0000

NEW INTEGER SOLUTION OF 390.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 423  
 BOUND ON OPTIMUM: 390.0000  
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 423

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 390.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	13.000000
X00Y02	0.000000	12.000000
X00Y03	0.000000	12.000000
X00Y04	0.000000	12.000000
X00Y05	0.000000	11.000000
X00Y06	0.000000	11.000000
X00Y07	0.000000	12.000000
X00Y08	0.000000	13.000000
X00Y09	0.000000	11.000000
X00Y10	0.000000	13.000000
X00Y11	1.000000	12.000000
X00Y12	0.000000	13.000000
X00Y13	0.000000	11.000000
X00Y14	0.000000	12.000000
X00Y15	0.000000	12.000000
X00Y16	0.000000	13.000000
X00Y17	0.000000	11.000000
X00Y18	0.000000	11.000000
X00Y19	0.000000	11.000000
X00Y20	0.000000	12.000000
X00Y21	0.000000	11.000000
X00Y22	0.000000	11.000000
X00Y23	0.000000	11.000000
X00Y24	0.000000	13.000000
X00Y25	0.000000	12.000000
X00Y26	0.000000	11.000000
X00Y27	0.000000	11.000000
X00Y28	0.000000	13.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 423

Infeasibility: 0

Objective: 390

Best IP: 390

IP Bound: 410

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 18

MAX LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

MAX Reports Window

NEW INTEGER SOLUTION OF 403.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 509  
 BOUND ON OPTIMUM: 403.0000  
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 509

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 403.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	15.000000
X00Y02	0.000000	15.000000
X00Y03	0.000000	15.000000
X00Y04	0.000000	15.000000
X00Y05	0.000000	14.000000
X00Y06	0.000000	13.000000
X00Y07	0.000000	14.000000
X00Y08	0.000000	13.000000
X00Y09	0.000000	13.000000
X00Y10	0.000000	14.000000
X00Y11	0.000000	15.000000
X00Y12	0.000000	13.000000
X00Y13	0.000000	14.000000
X00Y14	0.000000	13.000000
X00Y15	0.000000	15.000000
X00Y16	0.000000	13.000000
X00Y17	0.000000	15.000000
X00Y18	0.000000	13.000000
X00Y19	0.000000	15.000000
X00Y20	0.000000	14.000000
X00Y21	0.000000	14.000000
X00Y22	0.000000	13.000000
X00Y23	1.000000	13.000000
X00Y24	0.000000	15.000000
X00Y25	0.000000	14.000000
X00Y26	0.000000	14.000000
X00Y27	0.000000	13.000000
X00Y28	0.000000	15.000000
X00Y29	0.000000	13.000000
X00Y30	0.000000	15.000000
X00Y31	0.000000	15.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 509

Infeasibility: 0

Objective: 403

Best IP: 403

IP Bound: 403

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval:

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 20

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 363  
OBJECTIVE VALUE = 369.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 369.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 363  
BOUND ON OPTIMUM: 369.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 363

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 369.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	10.000000
X00Y02	0.000000	9.000000
X00Y03	0.000000	11.000000
X00Y04	0.000000	9.000000
X00Y05	0.000000	10.000000
X00Y06	0.000000	11.000000
X00Y07	0.000000	10.000000
X00Y08	0.000000	10.000000
X00Y09	0.000000	9.000000
X00Y10	0.000000	9.000000
X00Y11	0.000000	11.000000
X00Y12	0.000000	11.000000
X00Y13	0.000000	9.000000
X00Y14	0.000000	9.000000
X00Y15	0.000000	9.000000
X00Y16	0.000000	9.000000
X00Y17	0.000000	11.000000
X00Y18	0.000000	9.000000
X00Y19	0.000000	11.000000
X00Y20	0.000000	9.000000
X00Y21	0.000000	9.000000
X00Y22	0.000000	9.000000
X00Y23	0.000000	10.000000
X00Y24	0.000000	11.000000
X00Y25	0.000000	9.000000
X00Y26	0.000000	10.000000
X00Y27	0.000000	11.000000
X00Y28	1.000000	10.000000
X01Y02	0.000000	16.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 363

Infeasibility: 0

Objective: 369

Best IP: 369

IP Bound: 369

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 22

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

MAX LINDO Reports Window

IP OPTIMUM FOUND AT STEP 350  
OBJECTIVE VALUE = 416.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 416.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 350  
BOUND ON OPTIMUM: 416.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 350

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 416.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	12.000000
X00Y02	0.000000	12.000000
X00Y03	0.000000	13.000000
X00Y04	0.000000	12.000000
X00Y05	0.000000	12.000000
X00Y06	0.000000	13.000000
X00Y07	0.000000	13.000000
X00Y08	1.000000	12.000000
X00Y09	0.000000	12.000000
X00Y10	0.000000	12.000000
X00Y11	0.000000	13.000000
X00Y12	0.000000	13.000000
X00Y13	0.000000	12.000000
X00Y14	0.000000	13.000000
X00Y15	0.000000	12.000000
X00Y16	0.000000	13.000000
X00Y17	0.000000	12.000000
X00Y18	0.000000	12.000000
X00Y19	0.000000	12.000000
X00Y20	0.000000	13.000000
X00Y21	0.000000	12.000000
X00Y22	0.000000	12.000000
X00Y23	0.000000	13.000000
X00Y24	0.000000	13.000000
X00Y25	0.000000	13.000000
X00Y26	0.000000	13.000000
X00Y27	0.000000	13.000000
X00Y28	0.000000	13.000000
X00Y29	0.000000	13.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 350

Infeasibility: 0

Objective: 416

Best IP: 416

IP Bound: 416

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 24

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 13  
OBJECTIVE VALUE = 72.0000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 72.0000000 AT BRANCH 0 PIVOT 13  
BOUND ON OPTIMUM: 72.000000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 13

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 72.00000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	16.000000
X00Y02	1.000000	15.000000
X00Y03	0.000000	16.000000
X00Y04	0.000000	16.000000
X01Y00	1.000000	16.000000
X01Y02	0.000000	16.000000
X01Y03	0.000000	14.000000
X01Y04	0.000000	13.000000
X02Y00	0.000000	15.000000
X02Y01	0.000000	16.000000
X02Y03	1.000000	15.000000
X02Y04	0.000000	15.000000
X03Y00	0.000000	16.000000
X03Y01	0.000000	14.000000
X03Y02	0.000000	15.000000
X03Y04	1.000000	13.000000
X04Y00	0.000000	16.000000
X04Y01	1.000000	13.000000
X04Y02	0.000000	15.000000
X04Y03	0.000000	13.000000

ROW	SLACK OR SURPLUS	DUAL PRICES
2)	0.000000	0.000000
3)	0.000000	0.000000
4)	0.000000	0.000000
5)	0.000000	0.000000
6)	0.000000	0.000000
7)	0.000000	0.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 13

Infeasibility: 0

Objective: 72

Best IP: 72

IP Bound: 72

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 26

MAX LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

MAX Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 321  
OBJECTIVE VALUE = 352.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 352.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 321  
BOUND ON OPTIMUM: 352.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 321

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 352.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	28.000000
X00Y02	0.000000	27.000000
X00Y03	0.000000	28.000000
X00Y04	0.000000	26.000000
X00Y05	0.000000	26.000000
X00Y06	0.000000	30.000000
X00Y07	0.000000	27.000000
X00Y08	0.000000	29.000000
X00Y09	0.000000	30.000000
X00Y10	0.000000	30.000000
X00Y11	0.000000	27.000000
X00Y12	0.000000	26.000000
X00Y13	0.000000	26.000000
X00Y14	0.000000	27.000000
X00Y15	0.000000	26.000000
X00Y16	0.000000	31.000000
X00Y17	0.000000	30.000000
X00Y18	0.000000	26.000000
X00Y19	1.000000	26.000000
X00Y20	0.000000	29.000000
X00Y21	0.000000	29.000000
X00Y22	0.000000	30.000000
X00Y23	0.000000	28.000000
X00Y24	0.000000	27.000000
X00Y25	0.000000	29.000000
X00Y26	0.000000	30.000000
X01Y02	0.000000	16.000000
X01Y03	0.000000	16.000000
X01Y04	0.000000	16.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 321

Infeasibility: 0

Objective: 352

Best IP: 352

IP Bound: 352

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 28

MAX LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

MAX Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 126  
OBJECTIVE VALUE = 235.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 235.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 126  
BOUND ON OPTIMUM: 235.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 126

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 235.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	29.000000
X00Y02	0.000000	28.000000
X00Y03	0.000000	28.000000
X00Y04	0.000000	29.000000
X00Y05	1.000000	29.000000
X00Y06	0.000000	29.000000
X00Y07	0.000000	28.000000
X00Y08	0.000000	29.000000
X00Y09	0.000000	29.000000
X00Y10	0.000000	28.000000
X00Y11	0.000000	28.000000
X00Y12	0.000000	29.000000
X00Y13	0.000000	28.000000
X00Y14	0.000000	28.000000
X00Y15	0.000000	28.000000
X00Y16	0.000000	28.000000
X00Y17	0.000000	28.000000
X01Y02	0.000000	15.000000
X01Y03	0.000000	14.000000
X01Y04	0.000000	15.000000
X01Y05	0.000000	15.000000
X01Y06	0.000000	14.000000
X01Y07	0.000000	19.000000
X01Y08	0.000000	16.000000
X01Y09	1.000000	13.000000
X01Y10	0.000000	14.000000
X01Y11	0.000000	15.000000
X01Y12	0.000000	14.000000
X01Y13	0.000000	15.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 126

Infeasibility: 0

Objective: 235

Best IP: 235

IP Bound: 235

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 30

MAX LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

MAX Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 431  
OBJECTIVE VALUE = 430.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 430.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 431  
BOUND ON OPTIMUM: 430.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 431

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 430.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	28.000000
X00Y02	0.000000	27.000000
X00Y03	0.000000	28.000000
X00Y04	0.000000	27.000000
X00Y05	0.000000	26.000000
X00Y06	0.000000	26.000000
X00Y07	0.000000	28.000000
X00Y08	0.000000	27.000000
X00Y09	0.000000	28.000000
X00Y10	0.000000	28.000000
X00Y11	0.000000	28.000000
X00Y12	0.000000	28.000000
X00Y13	0.000000	26.000000
X00Y14	0.000000	26.000000
X00Y15	0.000000	28.000000
X00Y16	0.000000	28.000000
X00Y17	0.000000	26.000000
X00Y18	0.000000	27.000000
X00Y19	0.000000	26.000000
X00Y20	0.000000	27.000000
X00Y21	0.000000	28.000000
X00Y22	0.000000	27.000000
X00Y23	0.000000	26.000000
X00Y24	0.000000	27.000000
X00Y25	0.000000	28.000000
X00Y26	0.000000	28.000000
X00Y27	0.000000	27.000000
X00Y28	0.000000	27.000000
X00Y29	0.000000	28.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 431

Infeasibility: 0

Objective: 430

Best IP: 430

IP Bound: 430

Branches: 0

Elapsed Time: 00 : 00 : 00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 32

MAX LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

MAX Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 489  
OBJECTIVE VALUE = 356.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 356.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 489  
BOUND ON OPTIMUM: 356.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 489

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 356.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	1.000000	31.000000
X00Y02	0.000000	31.000000
X00Y03	0.000000	29.000000
X00Y04	0.000000	30.000000
X00Y05	0.000000	31.000000
X00Y06	0.000000	31.000000
X00Y07	0.000000	29.000000
X00Y08	0.000000	30.000000
X00Y09	0.000000	30.000000
X00Y10	0.000000	30.000000
X00Y11	0.000000	31.000000
X00Y12	0.000000	31.000000
X00Y13	0.000000	29.000000
X00Y14	0.000000	31.000000
X00Y15	0.000000	30.000000
X00Y16	0.000000	30.000000
X00Y17	0.000000	30.000000
X00Y18	0.000000	31.000000
X00Y19	0.000000	29.000000
X00Y20	0.000000	31.000000
X00Y21	0.000000	29.000000
X00Y22	0.000000	29.000000
X00Y23	0.000000	31.000000
X00Y24	0.000000	29.000000
X00Y25	0.000000	31.000000
X00Y26	0.000000	31.000000
X00Y27	0.000000	31.000000
X01Y02	0.000000	14.000000
X01Y03	1.000000	13.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 489

Infeasibility: 0

Objective: 356

Best IP: 356

IP Bound: 356

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 34

MAX LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

MAX LINDO Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 469  
OBJECTIVE VALUE = 533.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 533.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 469  
BOUND ON OPTIMUM: 533.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 469

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 533.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	30.000000
X00Y02	0.000000	30.000000
X00Y03	0.000000	29.000000
X00Y04	0.000000	29.000000
X00Y05	0.000000	29.000000
X00Y06	0.000000	29.000000
X00Y07	0.000000	29.000000
X00Y08	0.000000	29.000000
X00Y09	0.000000	30.000000
X00Y10	0.000000	30.000000
X00Y11	0.000000	30.000000
X00Y12	0.000000	29.000000
X00Y13	0.000000	29.000000
X00Y14	0.000000	29.000000
X00Y15	0.000000	30.000000
X00Y16	0.000000	30.000000
X00Y17	0.000000	30.000000
X00Y18	0.000000	29.000000
X00Y19	0.000000	30.000000
X00Y20	0.000000	29.000000
X00Y21	0.000000	29.000000
X00Y22	0.000000	30.000000
X00Y23	0.000000	30.000000
X00Y24	0.000000	29.000000
X00Y25	0.000000	29.000000
X00Y26	0.000000	30.000000
X00Y27	0.000000	30.000000
X00Y28	0.000000	29.000000
X00Y29	0.000000	29.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 469

Infeasibility: 0

Objective: 533

Best IP: 533

IP Bound: 533

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 36

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 318  
OBJECTIVE VALUE = 361.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 361.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 318  
BOUND ON OPTIMUM: 361.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 318

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 361.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	28.000000
X00Y02	0.000000	28.000000
X00Y03	0.000000	28.000000
X00Y04	0.000000	28.000000
X00Y05	0.000000	29.000000
X00Y06	0.000000	29.000000
X00Y07	0.000000	29.000000
X00Y08	0.000000	29.000000
X00Y09	0.000000	28.000000
X00Y10	0.000000	28.000000
X00Y11	1.000000	29.000000
X00Y12	0.000000	28.000000
X00Y13	0.000000	28.000000
X00Y14	0.000000	28.000000
X00Y15	0.000000	29.000000
X00Y16	0.000000	29.000000
X00Y17	0.000000	29.000000
X00Y18	0.000000	28.000000
X00Y19	0.000000	29.000000
X00Y20	0.000000	29.000000
X00Y21	0.000000	29.000000
X00Y22	0.000000	29.000000
X00Y23	0.000000	29.000000
X00Y24	0.000000	29.000000
X00Y25	0.000000	28.000000
X00Y26	0.000000	29.000000
X00Y27	0.000000	28.000000
X01Y02	0.000000	18.000000
X01Y03	0.000000	19.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 318

Infeasibility: 0

Objective: 361

Best IP: 361

IP Bound: 361

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- **Clúster N 38**

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

NEW INTEGER SOLUTION OF 436.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 345  
 BOUND ON OPTIMUM: 436.0000  
 ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 345

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
 RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 436.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	34.000000
X00Y02	0.000000	33.000000
X00Y03	0.000000	34.000000
X00Y04	0.000000	33.000000
X00Y05	0.000000	33.000000
X00Y06	0.000000	34.000000
X00Y07	0.000000	33.000000
X00Y08	0.000000	33.000000
X00Y09	0.000000	34.000000
X00Y10	0.000000	34.000000
X00Y11	0.000000	34.000000
X00Y12	0.000000	33.000000
X00Y13	0.000000	34.000000
X00Y14	0.000000	34.000000
X00Y15	0.000000	34.000000
X00Y16	0.000000	34.000000
X00Y17	0.000000	33.000000
X00Y18	0.000000	34.000000
X00Y19	0.000000	33.000000
X00Y20	0.000000	33.000000
X00Y21	0.000000	34.000000
X00Y22	0.000000	33.000000
X00Y23	0.000000	33.000000
X00Y24	0.000000	33.000000
X00Y25	0.000000	33.000000
X00Y26	0.000000	33.000000
X00Y27	0.000000	33.000000
X00Y28	0.000000	34.000000
X00Y29	0.000000	33.000000
X00Y30	0.000000	33.000000
X00Y31	0.000000	34.000000
X00Y32	1.000000	33.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 345

Infeasibility: 0

Objective: 436

Best IP: 436

IP Bound: 436

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

- Clúster N° 40

LINDO

File Edit Solve Reports Window Help

Reports Window

LP OPTIMUM FOUND AT STEP 144  
OBJECTIVE VALUE = 273.000000

NEW INTEGER SOLUTION OF 273.000000 AT BRANCH 0 PIVOT 144  
BOUND ON OPTIMUM: 273.0000  
ENUMERATION COMPLETE. BRANCHES= 0 PIVOTS= 144

LAST INTEGER SOLUTION IS THE BEST FOUND  
RE-INSTALLING BEST SOLUTION...

OBJECTIVE FUNCTION VALUE

1) 273.0000

VARIABLE	VALUE	REDUCED COST
X00Y01	0.000000	30.000000
X00Y02	0.000000	31.000000
X00Y03	0.000000	31.000000
X00Y04	0.000000	30.000000
X00Y05	0.000000	31.000000
X00Y06	0.000000	31.000000
X00Y07	0.000000	30.000000
X00Y08	0.000000	31.000000
X00Y09	0.000000	31.000000
X00Y10	0.000000	31.000000
X00Y11	0.000000	30.000000
X00Y12	0.000000	31.000000
X00Y13	0.000000	31.000000
X00Y14	0.000000	31.000000
X00Y15	0.000000	30.000000
X00Y16	1.000000	31.000000
X00Y17	0.000000	30.000000
X00Y18	0.000000	30.000000
X00Y19	0.000000	31.000000
X00Y20	0.000000	30.000000
X00Y21	0.000000	30.000000
X01Y02	0.000000	13.000000
X01Y03	0.000000	13.000000
X01Y04	0.000000	16.000000
X01Y05	0.000000	13.000000
X01Y06	0.000000	15.000000
X01Y07	1.000000	13.000000
X01Y08	0.000000	17.000000
X01Y09	0.000000	14.000000

LINDO Solver Status

Optimizer Status

Status: Optimal

Iterations: 144

Infeasibility: 0

Objective: 273

Best IP: 273

IP Bound: 273

Branches: 0

Elapsed Time: 00:00:00

Update Interval: 1

Interrupt Solver Close

## Anexo N° 10: Evaluación económica

Periodo	Inversión	Unidades entregadas	Precio unitario 2014	Ingresos	Costos fijos	Costos variables	Gastos combustible	Estado de Resultado Financiero				Número de periodos	
								Margen Operativo Bruto	Cuota Impuestos (20%)	Flujo Neto Caja	Flujo Neto llevado a dinero actual		Flujo Neto Caja Acumulado
	Pesos	Unidades	Pesos	Pesos	Pesos	Pesos	Pesos	Pesos	Pesos	Pesos	Pesos	Pesos	
Enero	6.797,424												0
Febrero		1.000	7.390	7.390.000	2.625.000	1.798.758	108.471	2.857.771	571.554	- 6.797.424	- 6.797.424	6.797.424	1
Marzo		1.000	7.390	7.390.000	2.625.000	1.809.186	108.471	2.847.343	569.469	2.286.217	2.078.379	- 4.719.045	1
Abril		1.000	7.390	7.390.000	2.625.000	1.819.613	108.471	2.836.916	567.383	2.277.875	1.882.541	- 2.836.504	2
Mayo		1.000	7.390	7.390.000	2.625.000	1.830.041	108.471	2.826.488	565.298	2.261.191	1.544.424	- 1.131.371	3
Junio		1.000	7.390	7.390.000	2.625.000	1.840.468	108.471	2.816.061	563.212	2.252.849	1.398.842	413.053	4
Julio		1.000	7.390	7.390.000	2.625.000	1.850.896	108.471	2.805.633	561.127	2.244.506	1.266.965	3.078.860	5
Agosto		1.000	7.390	7.390.000	2.625.000	1.861.323	108.471	2.795.206	559.041	2.236.164	1.147.506	4.226.366	6
Septiembre		1.000	7.390	7.390.000	2.625.000	1.871.751	108.471	2.784.778	556.956	2.227.822	1.039.296	5.265.661	7
Octubre		1.000	7.390	7.390.000	2.625.000	1.882.179	108.471	2.774.350	554.870	2.219.480	941.276	6.206.938	8
Noviembre		1.000	7.390	7.390.000	2.625.000	1.892.606	108.471	2.763.923	552.785	2.211.138	852.490	7.059.427	9
Diciembre		1.000	7.390	7.390.000	2.625.000	1.903.034	108.471	2.753.495	550.699	2.202.796	772.067	7.831.494	10
Enero		1.000	7.390	7.390.000	2.625.000	1.913.461	108.471	2.743.068	548.614	2.194.454	699.221	8.530.715	11
													12
													32.13%
													10%
													8.530.715

- Considerando una demanda constante de 1000 nodos mensuales (no baja de este valor)
- Sueldo base: \$135.000
- Comisión por entrega: \$1.500
- Ingreso por producto entregado de \$7.390
- Gasto en combustible constante
- Precio de la propuesta si se acoge: \$6.797.424.- En base a sueldo promedio de dos ingenieros civiles industriales, por un periodo de trabajo de memoria de titulación de 3 meses. Fuente: [www.futurolaboral.cl](http://www.futurolaboral.cl)

## Anexo N° 11: Descripción de los productos

### 1.- Platinum Santander LANPASS



#### Características:

La Tarjeta de Crédito Santander LANPASS, es parte del exclusivo programa de pasajeros frecuentes de LAN, LANPASS y permite acumular kilómetros LANPASS al viajar en LAN y otras líneas aéreas asociadas la Alianza Oneworld.

Acumula 1,5 kilómetros por dólar gastado en compras realizadas con la Tarjeta de Crédito en Chile y en el extranjero.

Acumula 0,5 kilómetros por dólar gastado en compras realizadas con la Tarjeta de Débito (Redcompra) en Chile y en el extranjero.

Será incorporado a la categoría de socio Premium LANPASS que cuenta con los siguientes beneficios:

- Dos cupones de *upgrade One Way* al año.
- Bono de 25% más de acumulación de kilómetros por vuelo realizado en LAN.
- Chequeo preferente en counters de Clase Ejecutiva donde estén disponibles. Beneficio válido tanto para vuelos en LAN como en las líneas aéreas de oneworld.
- Derecho a 10 kg de exceso de equipaje como máximo en vuelos nacionales e Internacionales operados y embarcados en LAN desde origen a destino final, los cuales deberán estar incorporados dentro de las piezas de equipaje permitidas regularmente por LAN en aquella ruta.
- Acceso gratuito con acompañante al salón Pacific Club Internacional del Aeropuerto de Santiago exclusivo sólo para los titulares de la tarjeta Platinum Santander LANPASS que estén volando en LAN al momento de hacer uso del salón.
- Tarjetas para adicionales sin costo, cuyas compras también acumulan kilómetros al titular de la Tarjeta.
- Los kilómetros acumulados pueden ser canjeados por pasajes aéreos en LAN y en las líneas aéreas asociadas a la alianza oneworld.

Nota: Todos los beneficios LANPASS asociados a su tarjeta quedarán activos hasta 15 días hábiles después de activada la tarjeta. La categoría Premium LANPASS se activará en un plazo de 15 días hábiles, luego de activada su tarjeta Platinum LANPASS. Los beneficios Premium provenientes de la tarjeta Platinum no son acumulables con otras categorías Elite de LANPASS. Para mantener la categoría usted debe usar al menos una vez al mes la tarjeta durante 6 meses al año. En caso que un año determinado pierda la categoría, podrá recuperarla para el año siguiente si durante ese año cumple la regla.

**Requisitos:**

- Nacionalidad Chilena o Extranjero con residencia definitiva en el país.
- Edad mínima 21 años.
- Ingresos mensuales superiores a \$1.300.000.
- Buenos antecedentes comerciales.
- La aprobación está sujeta a la política comercial y de riesgo vigente.

**2.- Gold Santander LANPASS**



**Características:**

Al obtener la Tarjeta de Crédito Santander LANPASS, automáticamente es parte del exclusivo programa de pasajeros frecuentes de LAN, LANPASS y acumulas kilómetros LANPASS al viajar en LAN y otras líneas aéreas asociadas a la Alianza Oneworld.

Acumula 1,5 kilómetros por dólar gastado en compras realizadas con la Tarjeta de Crédito en Chile y en el extranjero. Con la Tarjeta Redcompra Santander acumula 0,5 kilómetros por dólar gastado en compras realizadas con la Tarjeta de Débito (Redcompra) en Chile y en el extranjero. Tarjetas para adicionales sin costo, cuyas compras también acumulan kilómetros al titular de la Tarjeta. Los kilómetros acumulados pueden ser canjeados por pasajes aéreos en LAN y en las líneas aéreas asociadas a la alianza ONEWORLD.

**Requisitos:**

- Nacionalidad Chilena o Extranjero con residencia definitiva en el país.
- Edad mínima 21 años.
- Ingresos mensuales superiores a \$400.000.
- Buenos antecedentes comerciales.

### 3.- Movistar



#### Características:

- Todas las compras nacionales e internacionales realizadas con la Tarjeta de Crédito Santander Movistar (titular y adicional), acumulan puntos Club Movistar a nombre del contratante de la Tarjeta (Titular del contrato).
- 3 Puntos Club Movistar por cada \$500 en compras nacionales.
- 3 Puntos Club Movistar por cada \$500 en compras internacionales, considerando el valor del dólar bancario observado en el día del vencimiento del estado de cuenta de la Tarjeta de Crédito.
- 3 Puntos Club Movistar por cada \$1.500 usando tu Tarjeta de Débito Santander.

Los Puntos Club Movistar acumulados cada mes por las compras realizadas con la Tarjeta Santander Movistar, se verán reflejados en el estado de cuenta del mes siguiente o subsiguiente de la tarjeta.

#### Canje de Puntos Club Movistar

- Equipos prepago de Telefonía Móvil.
- Canales TV Digital.
- 2 entradas normales a CineHoyts.
- Descuentos en el Estado de Cuenta de tu Tarjeta Santander Movistar.
- Bolsas de minutos y SMS.
- Servicios Técnico y Recargas

#### Requisitos:

- Nacionalidad Chilena o Extranjero con residencia definitiva en el país.
- Edad mínima 21 años.
- Ingresos mensuales superiores a \$400.000.
- Buenos antecedentes comerciales.

#### 4.- Superpuntos



##### Características:

- Programa de beneficios que acumula SuperPuntos por las compras realizadas con las Tarjeta de Crédito SuperPuntos
- Estos puntos pueden ser canjeados por múltiples productos de un amplio Catálogo de premios. Además podrás acceder a muchos otros beneficios.
- Tus puntos pueden canjearse por kilómetros LANPASS.
- Usando tu tarjeta todos los meses, tienes un 10% de descuento en todos los Productos del catálogo.
- El canje de productos puede ser sólo con puntos, con puntos más pesos, o bien, pagados en su totalidad con tu Tarjeta de Crédito Santander.
- Tarjetas adicionales sin costo, que también acumulan SuperPuntos.
- Descuentos especiales en restaurantes y tiendas exclusivas, que podrás encontrar en el sitio.

##### Requisitos:

- Nacionalidad Chilena o Extranjero con residencia definitiva en el país.
- Edad mínima 21 años.
- Ingresos mensuales superiores a \$400.000.
- Buenos antecedentes comerciales.
- La aprobación está sujeta a la política comercial y de riesgo vigente.

## 5.- Gold Santander Cocha



### Características:

- Programa de beneficios que acumula CochaPuntos por las compras realizadas con la Tarjeta de Crédito en Chile y en el extranjero. Los CochaPuntos acumulados sólo pueden ser canjeados por productos o servicios Cocha en sus oficinas. Las ofertas de viajes y servicios no bancarios son responsabilidad de la empresa que presta el servicio, no cabiéndole a Banco Santander Chile intervención alguna en ello ni en la ulterior atención que ellos demanden.
- Acumula 1 CochaPunto por cada \$100 de compras en establecimientos comerciales nacionales.
- Acumula 25 CochaPuntos por cada US\$10 de compras en establecimientos comerciales en el extranjero.
- Los CochaPuntos tienen una vigencia de 18 meses a contar del mes en que fueron abonados en la cuenta del usuario.

### Requisitos:

- Nacionalidad Chilena o Extranjero con residencia definitiva en el país.
- Edad mínima 21 años.
- Ingresos mensuales superiores a \$400.000.
- Buenos antecedentes comerciales.

## 6.- Platinum Santander Cocha



### Características:

- Programa de beneficios que acumula CochaPuntos por las compras realizadas con la Tarjeta de Crédito en Chile y en el extranjero. Los CochaPuntos acumulados sólo pueden ser canjeados por productos o servicios Cocha en sus oficinas. Las ofertas de viajes y servicios no bancarios son responsabilidad de la empresa que presta el servicio, no cabiéndole a Banco Santander Chile intervención alguna en ello ni en la ulterior atención que ellos demanden.
- Acumula 1 CochaPunto por cada \$100 de compras en establecimientos comerciales nacionales. Acumula 25 CochaPuntos por cada US\$10 de compras en establecimientos comerciales en el extranjero.

### Requisitos:

- Nacionalidad Chilena o Extranjero con residencia definitiva en el país.
- Edad mínima 21 años.
- Ingresos mensuales superiores a \$1.300.000.
- Buenos antecedentes comerciales.

## 7.- Master Card Universal



### Características:

Tarjeta MasterCard Nacional que cuenta con los siguientes servicios y características:

- Cupos de la tarjeta hasta UF 500 (sólo moneda nacional).
- Sin programa de Lealtad o Cobranding

- Permite realizar compras nacionales normales y en cuotas
- Permite realizar avances en efectivo en Cajeros Automáticos, Internet y sucursales.

### **Condiciones:**

La Carga Anual Equivalente (CAE), corresponde a la tasa (%) que muestra el costo de un crédito en un periodo de 36 meses y que considera la tasa de interés del periodo, comisiones y gastos asociados a la Tarjeta de Crédito Universal.

La CAE será informada en las simulaciones, contrato y estados de cuenta mensuales de su Tarjeta Universal.

"El crédito universal está diseñado como producto estandarizado con el objetivo de permitir al prestatario poder comparar más fácilmente entre distintos oferentes del producto crediticio respectivo, lo que conlleva un mercado más competitivo."

### **Requisitos:**

- Nacionalidad Chilena o Extranjero con residencia definitiva en el país.
- Edad mínima 21 años.
- Ingresos mensuales superiores a \$400.000.
- Buenos antecedentes comerciales.

## **8.- Red Compra**



### **Características:**

- La Tarjeta Redcompra o Débito está asociada a una Cuenta Corriente, Cuenta Vista o Tarjeta Universitaria Inteligente (TUI) y está dirigida a clientes de la Banca Personas que posean alguna de estas cuentas.
- La tarjeta permite al cliente hacer compras, pagos, giros y depósitos, las 24 horas, los 365 días del año.

Límite diario de compras y giros:

- Cliente con cuenta corriente puede comprar con Tarjeta Redcompra su saldo disponible más Línea de Crédito, con monto máximo de \$2.000.000.
- Para clientes sin cuenta corriente el tope máximo de compra es de \$1.000.000.
- El cliente podrá girar un máximo de \$200.000 diarios.
- No pagas Comisión por Apertura ni por Administración.
- No pagas Impuesto de Timbres y Estampillas por Giros o Transferencias.

**Requisitos:**

- Tener una cuenta vigente asociada, ya sea una cuenta corriente o cuenta vista

## 9.- Club de lectores American Express



**Características:**

- Acceso a todos los descuentos del Club de Lectores de El Mercurio, publicados en la Revista del Club de Lectores.
- 10% de descuento adicional en todos los productos que se venden en las Casas Club.
- 25% de descuento en todos los Restaurantes del Club de Lectores
- Beneficio exclusivo con Borde Rio, con un 25% de descuento en todos sus Restaurantes
- Descuentos adicionales al pagar con la Tarjeta en las Ventas Especiales realizadas por el Club de Lectores.

Descuentos todo el año en:

- Teatro Municipal de Santiago
- Teatro Municipal de las Condes
- Teatro Universidad de Chile
- Teatro NESCAFÉ de las Artes

**Requisitos:**

- Ser suscriptor del Mercurio.

**10.- Tarjeta MasterCard Preunic****Características:**

- Tarjeta Mastercard PreUnic, es una tarjeta pensada en la mujer.
- Tarjeta Mastercard Preunic te da acceso al programa de beneficios Mundo Mujer Preunic.
- Pesos Mundo Mujer PreUnic:

Todas las compras y Avances en Efectivo te permitirán, cada 2 meses, obtener hasta \$10.000 de descuento en tu próxima compra en tiendas PreUnic. Las compras realizadas con la Tarjeta PreUnic MasterCard (en PreUnic, Grandes Tiendas, Supermercados, Ópticas, Restaurantes, entre otros) y los Avances en Efectivo se sumarán al promedio de facturación. Éste se calculará por la facturación de los 2 meses anteriores al mes del canje.

- Canje Pesos Mundo Mujer:

En los meses de canje, se puede hacer efectivo el descuento para pagar parte de la cuenta o el total de ella. El canje de descuento hay que solicitarlo en PreUnic y será por el valor total de los Pesos Mundo Mujer PreUnic. Hay un plazo de 45 días para solicitar el canje. Una vez solicitado, el descuento se reflejará en la boleta de la compra que se realice en tiendas PreUnic. Si dentro del plazo de 45 días no se solicita el canje, expirará el descuento.

Además podrá:

- Planificar tus compras en sistema cuotas.
- Realizar avances de dinero en efectivo en toda la red de Cajeros Automáticos y en [www.banefe.cl](http://www.banefe.cl).
- Solicitar Créditos en tu Tarjeta pagando hasta en 60 cuotas mensuales (sólo en sucursales Banefe).
- Las primeras 4 Tarjetas adicionales son sin costo.

- Tendrás disponible la opción Pago Automático de Cuentas con Tarjeta (PAT), la que permite pagar las cuentas de servicios en la Tarjeta mes a mes de forma ordenada. El pago de servicios se realizará de forma automática sin costo adicional.

### Requisitos:

- Una fuente regular, estable de ingresos suficientes para el pago del crédito solicitado.
- No presentar morosidades o protestos vigentes.
- Correcto comportamiento de pago con sus distintos acreedores.
- Cumplir con la política de endeudamiento definida (ejemplo: renta mínima, residencia definitiva en Chile, aval o cotitular cumpliendo la misma política, entre otros)

## 11.- Tarjeta MasterCard Casa Ximena



### Características:

- Acumulas pesos en Casa Ximena por compras dentro y fuera de la tienda.
- Úsala en más de 60 mil establecimientos comerciales en todo Chile.
- Permite planificar tus compras con el sistema de cuotas.<sup>(3)</sup>
- Podrás comprar en 3 cuotas precio contado (sin Pie) en los establecimientos adheridos.
- Podrás hacer avances de dinero en efectivo en toda la red de Cajeros Automáticos y en [www.banefe.cl](http://www.banefe.cl).
- Tendrás acceso para solicitar fácilmente un crédito, pagadero en cuotas mensuales.
- Podrás solicitar hasta 4 Tarjetas Adicionales sin costo.
- Pago Automático de Cuentas con Tarjeta (PAT): permite cargar tus cuentas de servicios en forma automática, sin costo adicional.

Con la Tarjeta de Crédito Casa Ximena MasterCard, acumulas PESOS Ximena por todas las compras nacionales que realices con ella, tanto en las tiendas Casa Ximena como en los otros comercios.

**Requisitos:**

- Una fuente regular, estable de ingresos suficientes para el pago del crédito solicitado.
- No presentar morosidades o protestos vigentes.
- Correcto comportamiento de pago con sus distintos acreedores.
- Cumplir con la política de endeudamiento definida (ejemplo: renta mínima, residencia definitiva en Chile, aval o cotitular cumpliendo la misma política, entre otros)

**12.- Tarjeta MasterCard Bata****Características:**

Con la Tarjeta de Crédito MasterCard Bata ya no necesitarás comprar con cheques ni efectivo. Paga con ella en todos los comercios asociados a trasbank de manera fácil, segura y rápida.

Además podrás realizar tu SuperAvance en efectivo y en cuotas a toda hora y desde cualquier Cajero Automático Redbanc del país. Puedes girar hasta \$400.000 diarios y pagarlo en 4, 6, 12, 18 o 24 cuotas mensuales.

Si necesitas un SuperAvance de un monto o plazo mayor, dirígete a cualquiera de las sucursales Banefe y solicítalo con las ejecutivas.

**Requisitos:**

- Una fuente regular, estable de ingresos suficientes para el pago del crédito solicitado.
- No presentar morosidades o protestos vigentes.
- Correcto comportamiento de pago con sus distintos acreedores.
- Cumplir con la política de endeudamiento definida (ejemplo: renta mínima, residencia definitiva en Chile, aval o cotitular cumpliendo la misma política, entre otros)