



Proyecto Final de Ingeniería Industrial

**Optimización del proceso de visitas a farmacias que
realizan los representantes de un laboratorio
farmacéutico**

Autores:

Pedro Nicholson

Felipe Iturralde

Tutores:

Claudio Jorge Rancan

Iván Vilaboa

Año 2013

CONTENIDO

1	Introducción	5
1.1	Descripción de la estructura del proyecto	5
1.2	Descripción del proceso	5
1.3	Fundamentación del problema.....	7
1.4	Objetivos	7
2	Descripción de la Industria	9
2.1	Industria Farmacéutica	9
2.1.1	Introducción.....	9
2.1.2	Actualidad	10
2.1.3	Mercado Ético y Popular	12
2.1.4	Industria farmacéutica en Argentina.....	12
2.2	Farmacias	16
2.2.1	Historia.....	16
2.2.2	Clasificación	17
2.3	Comercialización de productos OTC en Farmacias.....	18
2.3.1	Proceso de venta	18
2.3.2	Visitadores de Farmacias.....	19
3	Descripción del problema	23
3.1	Introducción	23
3.2	Tipo de problema.....	24
3.3	Heurísticas aplicadas al problema	26
3.3.1	Fuerza bruta.....	26
3.3.2	Próximo más cercano	27
3.3.3	Algoritmo de ahorro	27
3.3.4	Algoritmo genético	28
4	Desarrollo de la solución	31

4.1	Introducción	31
4.2	Herramientas utilizadas	32
4.2.1	Get Driving Distance and Duration	32
4.2.2	Optimap	33
4.3	Descripción de la metodología aplicada en un laboratorio	34
4.3.1	Estructura del equipo de visitas	34
4.3.2	Padrones de farmacias	36
4.3.3	Territorios de venta	36
4.4	Determinación de las regiones	39
4.4.1	Criterios para la determinación de las regiones.....	39
4.4.2	Criterio elegido y proceso de determinación de las regiones.....	40
4.5	Elección de la Región	45
4.6	Localización Gráfica	46
4.7	Localización por cálculo de distancias	47
4.8	Ranking.....	48
4.8.1	Resultados	50
4.9	Próximo más cercano.....	53
4.9.1	Determinación de la matriz de distancias	54
4.9.2	Elección del nodo de partida	57
4.9.3	Desarrollo	58
4.9.4	Resultados	60
4.10	Discusión de resultados	63
4.10.1	Próximo más cercano	64
4.10.2	Ranking	66
5	Aplicaciones para un futuro análisis	69
5.1	Soluciones de mayor complejidad	69
5.2	Programación de las visitas.....	69

5.3	Sistemas de Información Geográfica	69
5.3.1	Introducción.....	70
5.3.2	Aplicaciones actuales.....	71
5.4	Extrapolación a problemas similares	72
6	Conclusiones.....	75
Anexo		77
Bibliografía y lecturas consultadas		79

Capítulo 1

INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción de la estructura del proyecto

El presente trabajo tratará sobre la optimización del proceso de visitas a farmacias que realizan los representantes de un laboratorio farmacéutico. La estructura del documento es la que sigue.

El capítulo 1 introduce brevemente el tema del que trata el trabajo. Aquí se menciona el problema, su contexto, fundamentación y objetivos.

En el capítulo 2, se realiza una descripción de la industria Farmacéutica junto con una descripción histórica del mercado, sus dimensiones y segmentos. Además se desarrolla aquí un detalle del principal punto de venta de la industria: las farmacias. Finalmente se introducen las metodologías utilizadas para la comercialización de los productos.

En el capítulo 3 se realiza la descripción del problema. Se ofrece un marco teórico del problema generalizado. También se realiza la descripción de algunas de las posibles soluciones conocidas hasta el momento: fuerza bruta, próximo más cercano, el algoritmo de ahorro y el algoritmo genético.

En el capítulo 4, contiene el desarrollo de la solución. En primer lugar se describen las herramientas a utilizadas. Luego se describen las distintas etapas que se llevan a cabo para alcanzar la solución: separación del territorio en regiones, elección del territorio a analizar y la aplicación de los métodos de resolución.

En el capítulo 5 se presentan los resultados de las soluciones a desarrolladas en el territorio de análisis. Se analizan los resultados de cada método en particular y luego se comparan las soluciones.

El capítulo 6 hace mención a posibles desarrollos no analizados. Además de soluciones de mayor complejidad se dan a conocer otras aplicaciones que podrían ser analizadas a partir de este estudio.

En el capítulo 7 se presentan las conclusiones del proyecto.

1.2 Descripción del proceso

El siguiente proyecto analizará la optimización del proceso de visitas a farmacias que realiza un laboratorio farmacéutico.

Los principales actores en la industria farmacéutica son grandes laboratorios que se encargan del desarrollo, producción y comercialización de sus productos. El canal de venta de mayor importancia son las farmacias. Existen dos tipos de intermediarios entre los laboratorios y las farmacias que se encargan de la distribución: droguerías y distribuidoras. Las droguerías son las que poseen mayor participación en las ventas.

En un breve análisis de concentración en la industria se pueden ver distintas características en la cadena de valor. El país cuenta con laboratorios nacionales de gran importancia que compiten con los grandes laboratorios multinacionales. Es por esto que se puede decir que la concentración es media. En el caso de las droguerías y distribuidoras la concentración es alta. En las droguerías que tienen mayor volumen de venta, hay cuatro que representan el setenta por ciento de las ventas. En las distribuidoras la situación es aún más fuerte, las principales cuatro comercializan el 99% del volumen. Finalmente en las farmacias, la concentración es mínima. Hoy en día hay más de quince mil farmacias a lo largo del país. Por más que en los últimos años se puede ver una gran evolución de las principales cadenas de farmacias, este canal se puede decir que se encuentra atomizado.¹

El proceso de venta, como se mencionó anteriormente, cuenta con intermediarios. Sin embargo los laboratorios emplean una importante fuerza de ventas que se encarga de visitar las farmacias. Las visitas a las farmacias son organizadas de distinta manera según el objetivo que se plantea cada laboratorio. Las principales funciones son: venta de transfers, exhibición, acuerdos y desarrollos.

Asimismo la industria tiene dos mercados claramente diferenciados: el mercado ético y el popular. En cada segmento las reglas de juego y por lo tanto los modelos de negocio tienen grandes diferencias. Es por esto que en los laboratorios cuyo tamaño lo justifica, tienen estructuras dedicadas a cada segmento por separado. El estudio va a abordar el proceso que realizan los visitantes encargados de los productos del segmento de venta libre (mercado popular).

La competencia del segmento en análisis tiene características muy similares a las del mercado de consumo masivo. La inversión en marketing, tanto en comunicación como en materiales para los puntos de venta son significativas. Es por esto que las funciones de los visitantes de farmacias cobran una relevante importancia para los laboratorios. Así, ante la atomización de dichos puntos de venta, optimizar el proceso de asignación de rutas obteniendo la mayor cobertura posible es fundamental.

¹ Información extraída del informe Laboratorios e Industria Farmacéutica de Becher y Asociados SRL

1.3 Fundamentación del problema

El estudio pretende abordar una de las variables clave en el proceso de venta de los laboratorios. A lo largo del mismo se intentará, como se introdujo, optimizar el proceso de visitas a farmacias por parte de un laboratorio orientado al segmento de venta libre. Para esto se debe lograr la mayor cobertura posible invirtiendo la menor cantidad de recursos.

La cantidad de información que los laboratorios pueden llegar a manejar hoy en día es considerable. Hay consultoras que reciben la información de las ventas que realizan las droguerías y distribuidoras a las farmacias. Numerosos laboratorios tienen acceso a dicha información. La misma se puede solicitar con distintas aperturas, ya sea por farmacias o productos. Las farmacias compran un altísimo porcentaje (cerca al 100 % de sus compras) de sus productos por medio de droguerías.² Es por esto que al conocer la información de venta de las droguerías se pueden deducir las ventas de las farmacias. El hecho de disponer de tanta información requiere el diseño de las herramientas adecuadas para obtener beneficio a partir de la misma.

A partir de la información mencionada se puede desarrollar una herramienta para optimizar el volumen de venta que involucran las visitas de los empleados de un laboratorio. Es decir, asignar los mejores puntos de venta (conociendo el volumen de venta de los mismos) a cada visitador que un laboratorio emplea.

1.4 Objetivos

En pos de lograr una herramienta para la optimización del proceso en análisis se plantean los siguientes objetivos:

- ❖ Descripción detallada del problema.
- ❖ Descripción de la situación actual del proceso. Detalle de las distintas maneras que se trata el problema en la actualidad.
- ❖ Desarrollo de una herramienta que sirva para que las empresas puedan optimizar sus procesos de visita.
- ❖ Posibles puntos para desarrollar a futuro.

² Información extraída del informe Industria Farmacéutica de la Asociación de Agentes de Propaganda Médica.

Capítulo 2

DESCRIPCIÓN DE LA INDUSTRIA

Antes de comenzar con la descripción del problema a desarrollar, es necesario conocer las principales características de la industria sometida a estudio. A continuación se describen la industria farmacéutica en general, sus segmentos y las características actuales de la misma en el país. Luego se detallan los rasgos principales del canal de ventas que se tratará en el proyecto: las farmacias.

2.1 Industria Farmacéutica

2.1.1 Introducción

La industria farmacéutica es un sector dedicado a la investigación, fabricación y preparación de productos químicos medicinales para la prevención o tratamiento de las enfermedades. Se compone de un gran número de empresas que emplean miles de personas en todo el mundo.

Hay algunas compañías que se dedican a la fabricación de productos químicos farmacéuticos a granel (producción primaria). Luego todas las compañías que comercializan productos (cuenten con producción primaria o no) los preparan para su uso por medio de métodos de producción secundaria. A partir de estos métodos se obtienen fármacos dosificados en distintas presentaciones: pastillas, cápsulas, sobres para administración oral, soluciones para inyección, óvulos y supositorios. La producción secundaria se encuentra altamente especializada y automatizada.

Cómo se mencionó anteriormente, además de la producción y comercialización, varias compañías realizan tareas de investigación y desarrollo con el fin de introducir nuevos tratamientos mejorados. En algunos países, cada etapa en la prueba de nuevos fármacos tiene que contar con autorización de los organismos reguladores nacionales. Si se produce la aprobación final se concede la autorización para utilizarlos. En otros países se puede obtener el permiso de distribuir un fármaco presentando la autorización del país de origen.

En la mayoría de los países se conceden patentes para los medicamentos o fármacos recientemente desarrollados o modificados por periodos de unos 15 años a partir de la fecha de autorización. Las compañías asignan una marca registrada a sus innovaciones, que pasan a ser de su propiedad exclusiva. Además, los nuevos medicamentos reciben un nombre genérico oficial de propiedad pública. Una vez que expira la patente, cualquier

empresa que cumpla las normas del organismo regulador puede fabricar y vender productos con el nombre genérico.

2.1.2 Actualidad

La industria farmacéutica surgió a partir de una serie de actividades relacionadas con la obtención de sustancias utilizadas en medicina. A principios del siglo XIX, los boticarios, químicos o propietarios de herbolarios obtenían partes secas de diversas plantas, recogidas localmente o en otros continentes por parte de los llamados especieros. Junto con productos químicos y minerales fabricaban medicinas que vendían a granel.

Luego de varios hallazgos y desarrollos, entre ellos las primeras medicinas sintéticas, finalmente la industria encuentra una explosión definitiva en el siglo XX. Es así como antes de la segunda guerra mundial se crean varias compañías del rubro.

En la actualidad el sector cuenta con importantes compañías que tienen filiales en numerosos países. En las mismas se emplean cientos de miles de personas moviendo miles de millones de dólares en la economía global. El último ranking (2009) público de los principales laboratorios arrojó los siguientes datos:

Company	Country	Total Revenues(USD millions)	Net income/ (loss)(USD millions)	Employees
Johnson & Johnson	United States	63,747	12,949	118,7
Pfizer	United States	48,296	8,104	81,8
GlaxoSmithKline	United Kingdom	44,654	8,438	99,003
Roche	Switzerland	44,267	8,288	80,08
Sanofi-Aventis	France	42,179	5,636	98,213
Novartis	Switzerland	41,459	8,195	96,717
AstraZeneca	United Kingdom/Sweden	31,601	6,101	65
Abbott Laboratories	United States	29,527	4,880	68,838
Merck	United States	23,850	7,808	55,2
Wyeth	United States	22,833	4,417	47,426
Bristol-Myers Squibb	United States	21,366	5,247	35
Eli Lilly	United States	20,378	(2,071)	40,5

Tabla 1: Ranking público de los principales laboratorios farmacéuticos. Elaboración propia en base a datos publicados en *The Global 200*, Revista Forbes Abril 2010.

Hay que tener en cuenta que una importante porción de los ingresos de estas empresas es aportado por una muy reducida cantidad de drogas o productos. En la industria estos son conocidos como las drogas o medicamentos que venden más de mil millones de dólares. Dos ejemplos pueden ser Lipiton (medicamento contra el colesterol de Pfizer) que tuvo ventas por 12,7 mil millones de dólares y Advair (para el asma de GlaxoSmithKline) con 7 mil millones.

Un indicador muy importante a la hora de valorar un laboratorio es ver su pipeline, que no es más que un resumen de los medicamentos en desarrollo que tiene la compañía. Allí también se resume en qué fase de experimentación se encuentran las drogas en investigación. Así se puede ver el potencial que tiene la empresa definiéndolo por tener o

no medicamentos en fase de desarrollo avanzado que puedan generar miles de millones de dólares.

2.1.3 Mercado Ético y Popular

El sector se puede dividir en dos segmentos claramente diferenciados. El mercado ético o de productos de venta bajo receta y por otro lado el mercado popular o de productos de venta libre (conocido en la industria como OTC por la sigla en inglés over the counter). Los grandes laboratorios tienen estructuras divididas para cada sector. Se organizan de esta manera debido a las diferencias que tienen los mercados.

En primer lugar las regulaciones para la venta de medicamentos bajo receta y productos OTC difieren. Esto hace que los modelos de negocio sean distintos. Por más que los productos sean del mismo laboratorio y vayan a las mismas farmacias, la distribución y promoción son totalmente distintas. En promedio los precios y márgenes de productos del mercado ético son más altos.

En cuanto al tamaño de los mercados, el volumen de ventas de OTC respecto del mercado ético se encuentra entre el 20 y 30%.³

2.1.4 Industria farmacéutica en Argentina

El sector farmacéutico argentino está conformado por laboratorios, distribuidoras, droguerías, farmacias e instituciones. La cadena de valor y estructura productiva se resume en la siguiente figura:

³ Información extraída del informe Industria Farmacéutica de la Asociación de Agentes de Propaganda Médica.

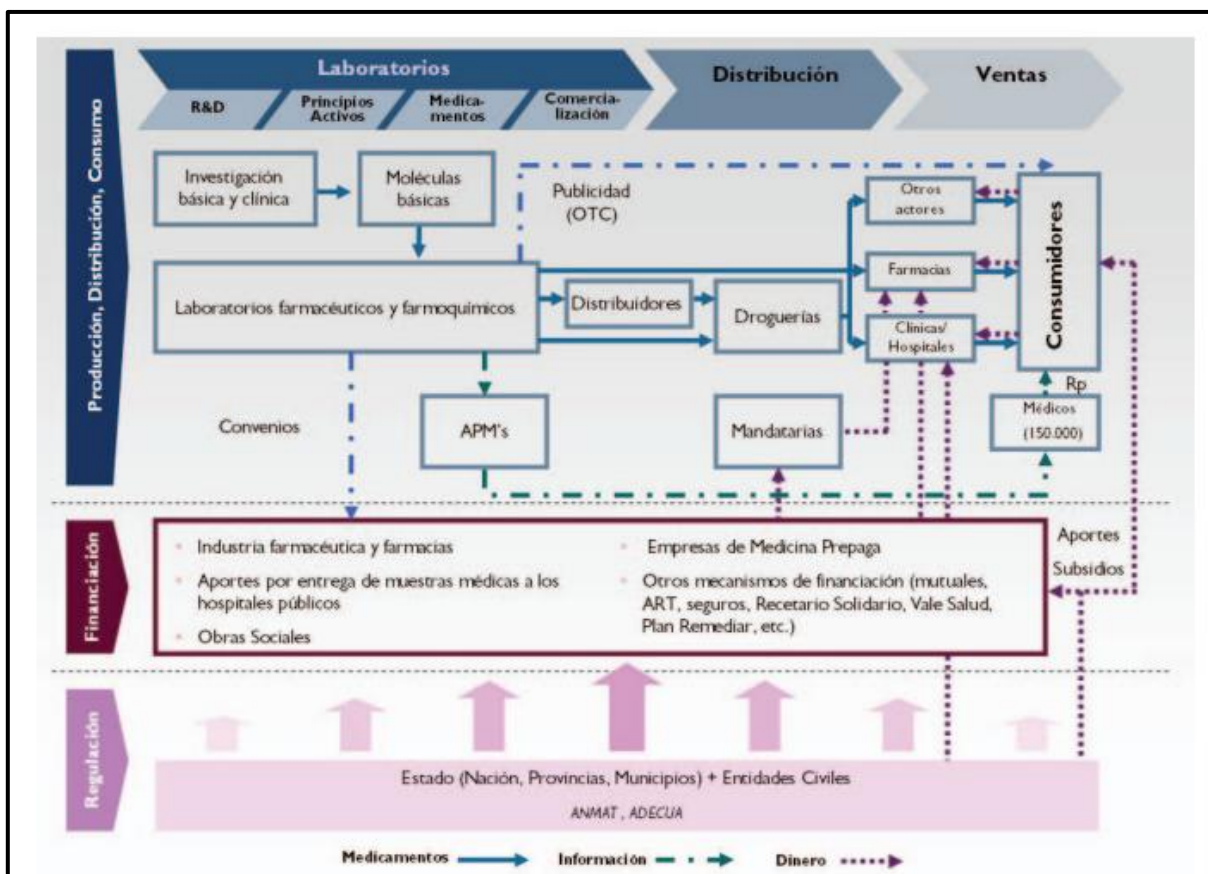


Figura 1: Cadena de valor y estructura productiva del sector farmacéutico. Extraída del informe *Laboratorios e Industria Farmacéutica de Becher y Asociados SRL*.

Los laboratorios tienen como actividades principales la investigación y desarrollo de nuevas drogas y medicamentos y la producción y comercialización de ellos. En el caso que los laboratorios decidan delegar la comercialización y distribución de productos lo hacen por medio de distribuidoras. Existen 4 grandes empresas de este tipo en el país: Global Pharma, Disprofarma, Farmanet y Rofina. Para comercializar los productos, los laboratorios o las distribuidoras lo hacen en tres canales, droguerías, farmacias directas e instituciones y hospitales. Las droguerías compran el 80% del volumen de venta de los laboratorios. Luego venden principalmente a las farmacias y en menor medida a instituciones. Existen 445 droguerías en el país. Sin embargo hay un altísimo grado de concentración: las cuatro principales (Del Sud, Monroe, Suizo Argentina y Barracas) absorben el 70% del volumen. Hay un pequeño número de farmacias (suelen ser las cadenas que mayor volumen manejan) que compran directamente productos a los laboratorios dejando de lado las droguerías. Esta última modalidad maneja el 10 % del volumen que venden los laboratorios. Finalmente está la posibilidad de que los laboratorios vendan directamente a instituciones esto representa el 10% del volumen.

En la figura 1 se puede ver una distinción entre el mercado OTC y el ético. El flujo de información en el caso de OTC se basa en la publicidad mientras que en el mercado ético la misma no existe. En este caso la comunicación se realiza por medio de los APMs o visitantes médicos. Éstos por medio de visitas a médicos comunican los productos que el laboratorio al cual representan comercializa. Luego los médicos son quienes comunican a sus pacientes (consumidores) acerca de los medicamentos.

El mercado farmacéutico argentino ha acompañado el crecimiento de la industria a nivel global. En el último informe realizado por la Asociación Argentina de Propaganda Médica que incluye datos desde el año 2001 al 2009 se pudo ver un crecimiento del mercado en volumen (unidades vendidas) del 53 %. A continuación se presenta una tabla con los valores del mercado farmacéutico argentino en el año 2009:

	Valores (miles de \$)	Volumen (miles)	Precio Prom.
Mercado Total	13.954.582	513.107	27,20
Mercado Etico	12.693.025	387.906	32,72
Mercado Popular	1.339.316	132.745	10,09

Tabla 2: Ventas del mercado farmacéutico en volumen y en pesos. Elaboración propia en base a datos del informe Industria Farmacéutica de la Asociación Agentes de Propaganda Médica.

Para ver la evolución del mercado se presenta a continuación una tabla con un gráfico en donde se puede apreciar una clara tendencia de crecimiento para el sector.

Año	Etico		Popular		Total	
	Volumen	Valores (\$)	Volumen	Valores (\$)	Volumen	Valores (\$)
2001	297.547.000	3.367.435.000	49.927.100	285.090.000	347.474.000	3.652.525.000
2002	231.902.100	3.551.410.000	45.116.500	304.879.000	277.856.000	3.856.289.000
2003	276.688.256	4.778.776.287	68.696.274	466.475.709	345.384.530	5.245.251.996
2004	298.155.800	5.487.055.000	88.863.100	611.822.000	387.018.900	6.098.877.000
2005	306.215.000	6.133.718.000	98.810.800	709.552.000	405.025.800	6.843.271.000
2006	334.890.700	7.254.437.000	108.578.700	819.730.000	443.469.400	8.074.167.000
2007	363.312.500	8.627.856.000	121.338.000	989.016.000	484.650.500	9.616.873.000
2008	378.366.877	10.540.402.000	133.346.000	1.250.298.000	511.713.000	11.790.700.000
2009	391.533.100	12.838.383.000	139.885.400	1.450.247.000	529.526.300	14.302.688.000
Crecimiento	31.59 %	281.25 %	180.18 %	408.70 %	52.39 %	291.58 %

Tabla 3: Evolución del mercado farmacéutico. Elaboración propia en base a datos del informe Industria Farmacéutica de la Asociación Agentes de Propaganda Médica.

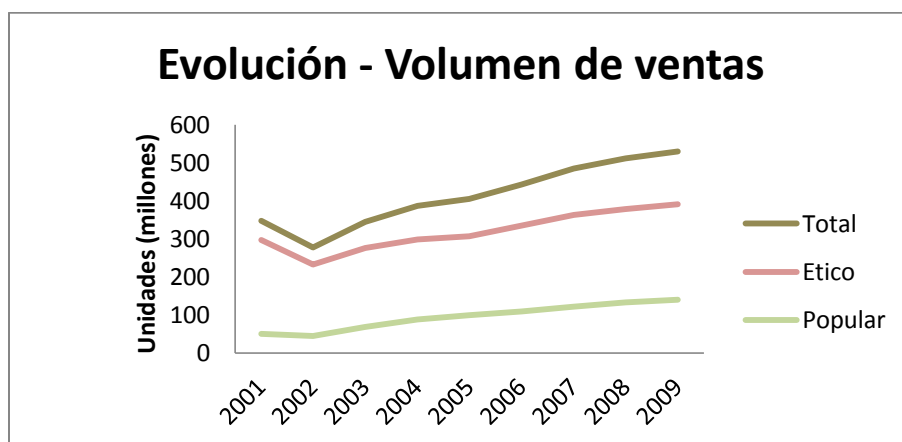


Figura 2: Evolución del volumen de ventas de los mercados farmacéuticos. Elaboración propia en base a datos del informe Industria Farmacéutica de la Asociación Agentes de Propaganda Médica.

Otro de los puntos a destacar de las tendencias es el aumento del mercado popular respecto del ético. A simple vista se puede ver que en volumen el mercado ético tiene un aumento global del 32 % mientras que el popular lo hace en un 180%. Sin embargo el mercado de venta bajo receta sigue estando muy por encima del de venta libre en volumen y valor. En la siguiente tabla ahora se puede ver que porción del mercado total toman los segmentos. La diferencia entre el aumento en volumen y valores se explica por el menor precio en promedio de las unidades del segmento popular.

Año	Etico		Popular	
	Volumen	Valores	Volumen	Valores
2001	86%	92%	14%	8%
2002	83%	92%	16%	8%
2003	80%	91%	20%	9%
2004	77%	90%	23%	10%
2005	76%	90%	24%	10%
2006	76%	90%	24%	10%
2007	75%	90%	25%	10%
2008	74%	89%	26%	11%
2009	74%	90%	26%	10%
Crecimiento	-14%	-3%	84%	30%

Tabla 4: Porcentaje que toma cada segmento en volumen y en valores. Elaboración propia en base a datos del informe Industria Farmacéutica de la Asociación Agentes de Propaganda Médica.

2.2 Farmacias

El proceso que se optimizará en el trabajo son las visitas a farmacias. Una vez descripta la industria hay que conocer en detalle sus principales puntos de venta para su mejor análisis.

2.2.1 Historia

La farmacia es la ciencia y práctica de la preparación, conservación, presentación y dispensación de medicamentos; también es el lugar donde se preparan, dispensan y venden los productos medicinales. Aunque durante la colonia, se solía llamar Farmacia a la profesión, y Botica al establecimiento. Según el Diccionario de la Academia Española el vocablo farmacia designa la ciencia y la profesión de esta ciencia, y no el local donde se preparan y expenden las drogas, que llama Botica.

Antes del siglo XX y principios del mismo, la formulación y preparación de medicamentos se hacía por un solo farmacéutico o con el maestro farmacéutico. A partir del siglo XX, la elaboración de los medicamentos corre a cargo de la moderna industria farmacéutica, específicamente de los laboratorios.

2.2.2 Clasificación

En la actualidad en la argentina existen dos tipos distintos de farmacias, haciendo distinción en cuanto a lo que ofrecen y la manera en que lo hacen. Se pueden resumir en independientes y cadenas.

Independientes

Por un lado se tienen las farmacias convencionales o clásicas en las cuales hay muy pocos productos expuestos. Constan con un mostrador que separa al público del farmacéutico, quién provee a los consumidores los medicamentos solicitados. Atienden en horarios comerciales y realizan turnos de guardia los fines de semana y horarios no convencionales en combinación con otras farmacias cercanas.

Cadenas

En segundo lugar se tienen las cadenas de farmacias que son un concepto tomado de los Drugstores en USA y han tenido gran aceptación en la argentina. Cuentan con atención las 24 hs, son locales que exhiben una gran variedad de productos además de los medicinales como productos de perfumería, para el cuidado del cuerpo, kiosco etc. Poseen promociones y facilidades que favorecen su aceptación y adopción.

Dentro de las cadenas vale la pena resaltar el modelo de negocio propuesto por Vantage y otras similares (Pharmakus, Uarfa). Las mismas ofrecen franquicias que pueden ser estándar o de reconversión. Esta segunda está orientada a las farmacias tradicionales ya existentes que al verse amenazadas por las grandes cadenas, deciden unirse a estas, pasando a ser parte de una gran cadena. Esto implica una previa re acomodación a las condiciones de la farmacia cumpliendo con las exigencias impuestas por la cadena. La transformación agrega valor tanto cualitativo como cuantitativo a su negocio.

Por otro lado dentro de las cadenas de farmacias, hay un segmento que se diferencia y es el que vende productos genéricos. Estos apuntan su estrategia hacia el menor precio. En Argentina no funcionan tan bien como en el resto de Latinoamérica. Esto se puede basar en que, según un estudio realizado por una consultora privada, los argentinos son "marqueros", por lo que eligen comprar las marcas más reconocidas o de los laboratorios más reconocidos. Un ejemplo de esta modalidad es la farmacia Dr. ahorro.⁴

⁴ Información basada en el artículo de Emilia Subiza para el diario La Nación - 16 de Enero 2011 - "Las farmacias sufren dolencias en la salud de sus casas".

2.3 Comercialización de productos OTC en Farmacias

Como se describió anteriormente, el mercado OTC se compone de los productos de venta libre. El principal canal de compra para los consumidores de este tipo de productos es la farmacia. Luego según la categoría del producto algunos se pueden llegar a encontrar en otros canales como quioscos y supermercados.

Los productos OTC quedan definidos por medio de dos nombres. El primero es genérico y es común para todos los laboratorios. Mientras que el segundo es la marca del producto. El nombre genérico engloba el producto dentro de una categoría como puede ser por ejemplo la de analgésicos. La marca luego distingue al mismo dentro de sus competidores. En este mercado es muy importante la imagen de marca ya que la competencia es más agresiva que en el caso de medicamentos del segmento ético. Siguiendo con el ejemplo de analgésicos esto se puede ver de manera clara. La competencia llevó a que los laboratorios desarrollen variedades orientadas a los distintos tipos de consumidores. Hoy en día se pueden ver marcas de ibuprofeno que tienen variedades dirigidas especialmente al público femenino, distintos tipos de cápsulas y finalmente distintas dosis. Este ejemplo refleja que el marketing en el mercado OTC se encuentra hoy en día muy desarrollado. Los grandes laboratorios tienen importantes estructuras dedicadas a esto.

Las principales categorías del mercado OTC son:

- ❖ Analgésicos (aspirina, ibuprofeno y naproxeno)
- ❖ Antiácidos
- ❖ Anti diarreicos
- ❖ Productos para la tos / catarro / alergia
- ❖ Dermatológicos
- ❖ Ayudas digestivas
- ❖ Gastro intestinales
- ❖ Laxantes
- ❖ Cremas dentales
- ❖ Enjuagues bucales
- ❖ Multivitamínicos
- ❖ Agentes nasales
- ❖ Productos anti-tabaco

2.3.1 Proceso de venta

Las personas pueden adquirir medicamentos en farmacias, instituciones y en otros canales en menor medida. Las farmacias concentran el 86 % del volumen de ventas. Sin embargo

hay que tener en cuenta que la concentración es mínima, hoy en día hay más de 14.000 farmacias a lo largo de todo el país. Esta atomización da lugar a las droguerías y distribuidoras mencionadas. Hay que tener en cuenta también la incipiente instalación de cadenas de farmacias que muchas veces por su alto poder de compra, obtienen los productos directamente de los laboratorios.⁵

En resumen, los laboratorios no venden directamente al público sus productos. Es más, la mayor parte del volumen de venta cuenta con 2 o 3 intermediarios entre que sale del laboratorio y llega al consumidor. Esto no quita que las compañías inviertan un importante presupuesto en marketing y promoción de sus marcas de OTC. Este mercado, quitando las regulaciones particulares, se asemeja en gran medida a los de consumo masivo. Hay cada vez más inversión en medios para promocionar marcas y vendedores poniendo materiales y atendiendo los puntos de venta.

2.3.2 Visitadores de Farmacias

Los representantes de los laboratorios en los puntos de venta (farmacias) son lo conocidos en la industria como visitadores de farmacias. En el mercado OTC un visitador comparte tareas con su par encargado de productos de venta bajo receta y por otro lado realiza labores que se asemejan a las que tiene un vendedor de la industria de consumo masivo.

Cada laboratorio administra de distinta manera a su fuerza de ventas o visitadores. Los de mayor estructura tienen divididos en primera instancia el área de OTC del Ético. Luego hay diversos criterios que se pueden tener en cuenta, desde división geográfica, por tareas, por cadenas de farmacia etc. Todas son válidas y van a ser tenidas en cuenta en el estudio para poder cumplir el objetivo final de encontrar un óptimo en la cuantificación y distribución de una fuerza de ventas dedicada a la promoción y venta de productos OTC en farmacias. Previamente hay que describir las principales tareas que estos recursos realizan en sus visitas.

Acuerdos

Los acuerdos que los visitadores realizan con los farmacéuticos pueden ser variados. En primer lugar hay que aclarar que una farmacia es distinta a lo que puede ser un autoservicio y en mayor medida un supermercado (aunque la tendencia de las grandes cadenas de farmacias es ir mutando a modelos parecidos al canal retail). La mayor parte de los acuerdos son arreglados de palabra con el dueño de la farmacia que generalmente es quien la atiende. En primer lugar se busca que el mismo sea sin contraprestaciones. Por

⁵ Información extraída del informe Industria Farmacéutica de la Asociación de Agentes de Propaganda Médica.

ejemplo conseguir tener un exhibidor de un producto con comunicación del mismo en el mostrador de la farmacia por el sólo hecho de que ello va a promover la venta en la farmacia. Luego en caso de que se exijan contraprestaciones, el tema se puede abordar de distintas maneras dependiendo de las políticas de cada compañía. Un ejemplo de esto puede ser entregar al farmacéutico bolsas que necesita para la entrega de productos como contraprestación.

Transfers

La principal diferencia entre un vendedor y un visitador de farmacias es que este último no vende productos de manera directa sino que lo hace mediante transfers. En caso que el visitador encuentre algún producto en falta y el farmacéutico acceda a comprarlo se realiza un transfer. Esto es un pedido del producto en cuestión que el laboratorio que representa el visitador realiza a la droguería correspondiente. Luego la droguería envía el producto a la farmacia. Esta es una de las principales tareas que realizan los visitadores. Hay laboratorios que venden la mayor parte de su volumen mediante esta dinámica, principalmente los que no tienen importantes ventas en droguerías y necesitan "forzar" desde la farmacia la venta.

Cuando un laboratorio lanza un nuevo producto, variedad o incluso una promoción o descuento, esta modalidad de venta es fundamental para que las farmacias tomen conocimiento. Para esto, los visitadores presentan a los farmacéuticos la acción que el laboratorio lleva a cabo intentando que participe de la misma.

Desarrollos

La inversión en los puntos de venta tiende a ser cada vez más importante. Es fundamental en el mercado OTC tener buena comunicación de las marcas y productos para que los consumidores elijan los mismos. Para esto, además de materiales en mostradores y góndolas, en caso de que la farmacia tenga, se realizan desarrollos. Un desarrollo puede ser desde una gráfica con comunicación en una vidriera, una gráfica en el bajo mostrador hasta una marquesina. Todo esto forma parte y se trabaja de la misma manera que los distintos tipos de acuerdo que se mencionaron anteriormente. A continuación en las figuras 3 y 4 se detallan ejemplos de desarrollos realizados en farmacias.



Figura 3: Imagen de un desarrollo en la vidriera de una farmacia. Extraída de Unión Grafika.



Figura 4: Imagen del desarrollo de una marquesina en una farmacia. Extraída de Unión Grafika.

Exhibición

La forma de exhibición de un producto junto con su adecuada comunicación es determinante a la hora de que el consumidor tome la decisión de compra. Es por esto que debe haber un encargado de que los productos del laboratorio estén bien posicionados a la vista del público en el local. Hay casos en los que el farmacéutico mantiene los productos "escondidos" en el depósito. Además hay compañías que tienen políticas de exhibición en bloques con comunicación y otras maneras de promover la venta por impulso de sus productos que pueden ser llevadas a cabo siempre que un visitador se encargue de acordarlo con el farmacéutico y lo realice.⁶ En las figuras 5 y 6 se pueden ver ejemplos de bloque de exhibición de distintas marcas.

⁶ Datos extraídos del capítulo de exhibición del estudio de Trade Marketing de Fundesem Business School.



Figura 5: Imagen de bloque de exhibición. Extraída de Foto Libra.



Figura 6: Imagen del bloque de un bloque de exhibición. Extraída de Visual Photos.

Capítulo 3

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

3.1 Introducción

Como se ha descrito, la industria farmacéutica tiene como principal canal de venta las farmacias. Las mismas realizan sus compras a los laboratorios principalmente a través de droguerías. La atomización de farmacias (el país cuenta con unas 16.000⁷) hace que los laboratorios tengan que disponer de una gran cantidad de recursos para poder visitar todo el padrón de farmacias. Esto se agrava en el caso de los laboratorios de menor estructura que disponen de pocos recursos. Es por esto que maximizar la cobertura empleando la menor cantidad de recursos posibles es fundamental.

La competencia en el mercado OTC es cada vez mayor. Los laboratorios realizan importantes inversiones en todo tipo de acciones de marketing llevando la competencia a los campos del consumo masivo. La imagen de marca cobra relevancia, fomentando grandes gastos en publicidad en medios de comunicación, vía pública y en puntos de venta. Es aquí donde es importante el trabajo de los visitantes de farmacia. Estos son los encargados de conseguir, en numerosos casos sin contraprestación alguna, importantes acuerdos para poner material POP, exhibidores, muebles y gráficas que se ven en la vía pública de las marcas de los productos que venden.

Se puede generar una venta únicamente de los productos que se encuentren al alcance de los potenciales clientes del mismo. Otra función de los visitantes, una de las de mayor importancia, es tomar las faltas. Esto no es más que lo que se definió anteriormente como venta de transfers de productos que la farmacia no posee stock. En resumen, la forma de que un laboratorio se asegure que un producto esté en las "mejores" farmacias es que un recurso las visite tomando faltas. Si además se quiere tener el producto bien exhibido, es decir, detrás del mostrador con material POP, se debe lograr que el visitante que genere acuerdo con la farmacia.

Para lograr que el visitante cubra el mayor volumen de venta posible, debe asistir a las farmacias que más ventas realicen en su zona de visita. Además lo debe realizar minimizando la distancia recorrida. Este es el principal problema a desarrollar: minimizar la distancia recorrida por el visitante (costo) teniendo en cuenta una maximización de la cobertura (beneficio). Como se mencionó anteriormente, los laboratorios pueden acceder

⁷ Dato extraído del informe Industria Farmacéutica de la Asociación de Agentes de Propaganda Médica.

a información del volumen de ventas (importancia) de las farmacias. Por lo tanto, el problema se traduce en elegir los puntos de venta que un visitador debe cubrir para obtener la mayor cobertura teniendo en cuenta que el mismo tiene un tiempo acotado para realizar las visitas y que viajar a una farmacia alejada puede representar un costo demasiado alto.

Luego de introducir las razones principales por las que la optimización del proceso en análisis es clave para los laboratorios se comienza a detallar el tipo de problema para poder analizar posibles soluciones.

3.2 Tipo de problema

Las características introducidas del problema a analizar son similares a las del problema del viajante de comercio mejor conocido por sus siglas en inglés TSP (Travelling Salesman Problem). Un visitador de farmacias debe recorrer una determinada cantidad de punto de ventas recorriendo la menor cantidad de kilómetros posible. El problema del agente viajero fue analizado por numerosos autores que desarrollaron soluciones de distinta complejidad y efectividad. A continuación se describen las características típicas del problema en detalle y se presentan distintos tipos de soluciones al mismo.

Planteando el problema de la manera sencilla, el mismo consiste en N ciudades de un territorio, donde el objetivo es encontrar una ruta que, comenzando y terminando en una ciudad determinada y pasando una sola vez por cada una de las ciudades, minimice la distancia recorrida por el viajante. Esta es la explicación más simple que podemos dar, y en nuestras palabras, pero procederemos a hacer el planteo matemático de este problema.

Elegimos mostrar la formulación matemática propuesta por Dantzig, Fulkerson y Johnson , donde no hay restricciones temporales , ni demanda asociada a los clientes. El planteo es el siguiente⁸:

⁸ Información extraída del estudio "Memorias adaptativas para el problema de ruteo de vehículos con múltiples viajes" de Alfredo Olivera, 2005.

$$\min \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij} \quad (1.1)$$

$$\text{s. a.} \quad \sum_{j \in N^+(i)} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in V \quad (1.2)$$

$$\sum_{i \in N^-(j)} x_{ij} = 1 \quad \forall j \in V \quad (1.3)$$

$$\sum_{i \in S, j \in N^+(i) \setminus S} x_{ij} \geq 1 \quad \forall S \subset V \quad (1.4)$$

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

Las variables x_{ij} , son binarias e indican si el arco o el lazo que va desde i hasta j es utilizado en la solución o no. En el caso de que valga 1, este lazo pertenece a la solución de lo contrario no es tenido en cuenta para la misma.

La función objetivo detallada en (1.1) establece que el costo total de realizar toda la ruta obtenida como solución, siendo la suma de los costos de los lazos utilizados.

Las restricciones (1.2) y (1.3), determinan que a cada nodo llega el vehículo o la ruta una vez y sale solamente una vez, por lo que no puede pasar por un mismo nodo dos veces.

Por último las restricciones (1.4) son las llamadas restricciones de eliminación de sub-rutas, que se refiere a que todo subconjunto de nodo S debe ser abandonado al menos una vez, esto sería recorridos que no comiencen y terminen en el depósito visitando sólo una vez cada nodo. Aquí se elimina la posibilidad de que los puntos sean visitados en dos "vueltas", comenzando en ambos casos por el nodo inicial.

Este modelo presentado es el básico, también se puede extender generalizándolo para m viajeros. El modelo parte de los mismos supuestos pero cobra una gran complejidad por lo que no se analiza. Lo que se logra es alcanzar varias rutas, donde cada uno de los m viajeros visita a ciertos puntos, y estos son solo visitados una vez continuando con la lógica ya planteada, las m rutas corresponden a los m viajantes y deben comenzar y terminar en el depósito. Las ecuaciones que proponen los mismos autores son:

$$\begin{aligned}
& \min \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij} \\
\text{s.a.} \quad & \sum_{i \in N^-(0)} x_{i0} = \sum_{j \in N^+(0)} x_{0j} \leq m \\
& \sum_{i \in N^-(j)} x_{ij} = \sum_{j \in N^+(i)} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in V \setminus \{0\} \\
& u_i - u_j + nx_{ij} \leq n - 1 \quad \forall (i,j) \in A, i \neq 0, j \neq 0 \\
& x_{ij} \in \{0, 1\} \quad \forall (i,j) \in A \\
& u_i \geq 0 \quad \forall i \in V \setminus \{0\} .
\end{aligned}$$

El TSP es uno de los problemas denominados NP-Completo, un tipo de problemas cuya resolución no se obtiene en tiempo polinomial en función del tamaño de la entrada (en este caso el número N de ciudades que el viajante debe recorrer). Resulta ser uno de los que más llama la atención dentro del campo de la optimización combinatoria pues todavía no se ha encontrado una forma de resolver todos los casos de una manera totalmente eficiente. Sin embargo, algunos casos concretos del problema sí han sido resueltos hasta su optimización, lo que le convierte en un excelente banco de pruebas para algoritmos de optimización que pertenezcan a la misma familia.

3.3 Heurísticas aplicadas al problema

3.3.1 Fuerza bruta

Una de las soluciones planteadas y tal vez la más directa es la que aplica la fuerza bruta. Ésta heurística consiste en evaluar todas las posibles permutaciones y quedarse con la mejor o la más óptima. De todas maneras, el número de posibles ciclos viene dado por el factorial del número de ciudades (N!) y esto hace que la solución por fuerza bruta sea inviable para valores de N incluso moderados. Por ejemplo, si una computadora fuese capaz de calcular la longitud de cada ciclo en un microsegundo, tardaría algo más de 3 segundos en resolver el problema para 10 ciudades, algo más de medio minuto en resolver el problema para 11 ciudades y alrededor de 77.146 años en resolver el problema para sólo 20 ciudades. Se puede demostrar que el requerimiento de volver a la ciudad de partida no cambia la complejidad computacional del problema.

Ha habido ciertos problemas concretos de un N mayor que 11 que fueron resueltos en tiempos posibles como un caso en Alemania, que se utilizaron 110 computadoras para optimizar la ruta entre ciudades alemanas, pero estos son solo casos aislados en ineficientes que en la vida corporativa no serían viables.

3.3.2 Próximo más cercano

Una heurística se definió por Winston como “un método que se utiliza para resolver un problema por ensayo y error, cuando un procedimiento algorítmico es impráctico”. Para resolver el problema del viajero por ramificación, y/o acotamiento se necesita de mucho tiempo de computadora con grandes procesadores, por eso se ensaya con una heurística que permite obtener buenas soluciones aunque no necesariamente las óptimas.

Esta heurística es simple, se comienza por un nodo cualquiera, se selecciona un nodo consecutivo cuyo arco sea el de menor costo, se registra el mismo y se unen. Se repite este procedimiento creando una secuencia de visitas hasta que se acaben los nodos. Una vez que se llega al último, se une con el primero y obtenemos una ruta. Podemos generar muchas rutas, y el costo de cada una de ellas dependerá del nodo que tomamos como inicial, lo que significa que el de menor costo será el mejor a efectos de esta heurística pero sin garantizar que sea el óptimo.

3.3.3 Algoritmo de ahorro

Cuando nos enfrentamos a los problemas de optimización de rutas en la actualidad, podemos abordar su resolución con el conocido algoritmo de Clarke & Wright. Los autores en el libro “Scheduling vehicles from a Central depot to a number of delivery points”, discuten las técnicas para encontrar buenas rutas. Esto deriva en el algoritmo ya nombrado, que permite alcanzar soluciones aceptables, en poco tiempo y con relativa facilidad. También se conoce esta heurística como el algoritmo de Ahorros de Clarke & Wright.

Se Identifica el depósito como la localización 0, y los clientes en las localizaciones 1, 2 ,..., n . A su vez teniendo en cuenta los costos de traslado desde el depósito hasta cada localización y desde cada localización hacia cada una de las otras, podemos entonces definir las variables de la siguiente manera:

C_{0j} = Costo del viaje desde el depósito hasta una localización.

C_{ij} = Costo desde una localización i hasta una j .

Si en una solución determinada con 2 rutas diferentes $(o, \dots, i, o)$ y $(o, \dots, j, o)$, las combinamos formando una nueva ruta $(o, \dots, i, j, \dots, o)$ como aparece en la siguiente figura, podremos entonces definir el ahorro de la siguiente manera:

$$S_{ij} = C_{io} + C_{oj} - C_{ij}$$

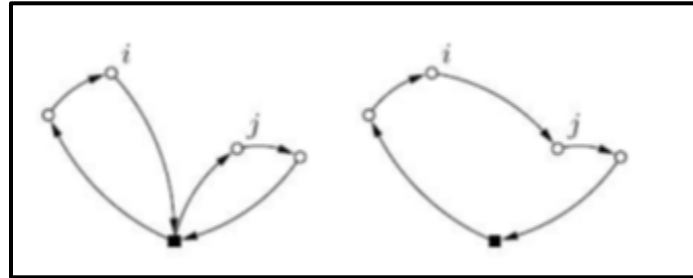


Figura 7: Combinación de rutas para el algoritmo de ahorro. Extraída de "Scheduling vehicles from a Central depot to a number of delivery points", Clarke & Wright.

La figura de la izquierda sería el primer caso, y la de la derecha la optimizada. En este algoritmo se parte de una solución inicial y se realizan las modificaciones que den los mayores ahorros siempre y cuando no violen ninguna restricción impuesta del problema.

Existen dos versiones de esta resolución, una versión paralela que trabaja simultáneamente sobre todas las rutas y una secuencial que trabaja construyendo las rutas una por una.

3.3.4 Algoritmo genético

Los algoritmos genéticos son métodos adaptativos utilizados para la resolución de problemas de búsqueda y optimización. Están basados en el proceso genético de los organismos vivos. A lo largo de generaciones, las poblaciones evolucionan en la naturaleza de acorde con los principios de la selección natural y la supervivencia de los más fuertes, postulados por Darwin (1859). Por imitación de este proceso, los algoritmos genéticos son capaces de ir creando soluciones para problemas del mundo real. La evolución de dichas soluciones hacia valores óptimos del problema depende en buena medida de una adecuada codificación de las mismas.

Basados en el proceso genético de los organismos vivos trabajan con una población de individuos, cada uno de los cuales representa una solución factible a un problema dado. A cada individuo se le asigna un valor o puntuación, relacionado con la bondad de dicha solución. Cuanto mayor sea la adaptación de un individuo al problema, mayor será la probabilidad de que el mismo sea seleccionado para reproducirse, cruzando su material genético con otro individuo seleccionado de igual forma. Este cruce producirá nuevos

individuos (descendientes de los anteriores) los cuales comparten algunas de las características de sus padres.

De esta manera se produce una nueva población de posibles soluciones, la cual reemplaza a la anterior y verifica la interesante propiedad de que contiene una mayor proporción de buenas características en comparación con la población anterior. Así a lo largo de las generaciones las buenas características se propagan a través de la población. Favoreciendo el cruce de los individuos mejor adaptados, van siendo exploradas las áreas más prometedoras del espacio de búsqueda. Si el Algoritmo Genético ha sido bien diseñado, la población convergerá hacia una solución óptima del problema.⁹

Si bien no se garantiza que el Algoritmo Genético encuentre la solución óptima del problema, existe evidencia empírica de que se encuentran soluciones de un nivel aceptable, en un tiempo competitivo con el resto de algoritmos de optimización combinatoria.

El método descrito puede aplicarse para buscar lograr la optimización del problema planteado por el proyecto. Esta metodología por más que no asegura llegar a un óptimo, como se mencionó anteriormente, si se plantea el modelo adecuado se pueden lograr soluciones razonables en tiempos acotados.

⁹ Información extraída del documento Introducción a los Algoritmos Genéticos de Marcos Gestal Pose.

Capítulo 4

DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

4.1 Introducción

Una vez descriptas las posibles soluciones al problema del TSP hay que elegir una para aplicar al problema planteado. Sin embargo hay que tener en cuenta que el proceso que se intenta optimizar cuenta con mayor complejidad que el TSP simplificado para el cual se describieron las heurísticas. Es por esto que en el siguiente desarrollo hay etapas en las cuales se logra acotar la complejidad del problema para luego aplicar una de las heurísticas.

En una primera etapa se eligen los principales centros de venta del país para, basándose en los mismos, dividir el territorio en distintas regiones. Así, el problema queda dividido en segmentos y se ahorra analizar un problema que se asemejaría al M-TSP. Como se vio anteriormente el M-TSP simplificado es un problema complejo en sí por lo que tratar el proceso en estudio con dicha heurística sería inabarcable en una primera etapa de análisis.

Luego para el análisis de una región en particular, se desarrollan dos heurísticas, la primera se basa en un Ranking mientras que la segunda es una adaptación del método del próximo más cercano ya explicado. Se descartan el resto de los algoritmos descriptos en el capítulo anterior debido a la complejidad que representaría su desarrollo y ejecución demandando de un análisis de mayor profundidad. Además el objetivo de este estudio no es únicamente encontrar una ruta óptima minimizando la distancia recorrida sino que a su vez maximizar la cobertura por lo que creemos que dentro de este contexto era mejor optar por otras metodologías.

Para el análisis en las dos metodologías elegidas para desarrollar se utiliza una variable que se denominó categorización. Esta variable como lo indica su nombre, clasifica a cada farmacia en particular teniendo en cuenta su volumen de venta y la distancia respecto a un punto a definir. Por lo tanto la variable queda definida bajo la relación que se muestra a continuación.

$$\frac{(Volumen\ de\ ventas)^n}{Distancia} \quad \text{ó} \quad \frac{Distancia}{(Volumen\ de\ ventas)^n}$$

La variable se puede calcular de cualquiera de las dos maneras descriptas. En el primer caso, cuanto mayor sea la categorización (mayor volumen de venta y menor distancia), se tratará de un punto de venta atractivo. Mientras que en el segundo caso la categorización es la inversa del anterior: cuanto mayor sea la misma (mayor distancia por recorrer y menor volumen) la farmacia se vuelve menos atractiva para visitar.

Lo que se logra con esta variable es de alguna manera "acercar" las farmacias de alto volumen de venta. En otras palabras sería disminuir su distancia al centro o al resto de las farmacias. El exponente n acentúa el peso que tiene el volumen de ventas en la fracción. En el desarrollo de las soluciones se toma el n como variable de control. Se espera que cuanto mayor sea el n , se va a obtener como resultado una alta cobertura penalizando a la misma con una alta distancia por recorrer. Por otro lado dejando el n cercano al 1 (sin ponderar la categorización) se espera una cobertura moderada recorriendo poca distancia. Finalmente se puede mencionar que al tomar n con valores elevados sería lo equivalente a categorizar las farmacias por volumen (sin tener en cuenta las distancias involucradas en el proceso de recorrido).

Durante el proceso de desarrollo se tuvo en cuenta la posibilidad de multiplicar el volumen de ventas por una constante (en lugar de afectar el mismo por una potencia). Pero este procedimiento fue descartado por que lo que se lograba no era afín a nuestros objetivos. Pues al multiplicar todos los volúmenes de ventas por una constante, este tendría mayor peso sobre la variable distancia en la fracción. Sin embargo la constante afecta a todos los puntos por igual, por lo que al querer comparar u ordenar las farmacias por medio de esta variable, esta ponderación es inútil. En cambio al elevarlo a una potencia lo que se logra es que la importancia o ponderación se individualice para cada punto. Es decir, cada farmacia se ve afectada por un factor individual (su volumen) influyendo en mayor medida en las de alto y en menor medida en las de bajo volumen de venta.

4.2 Herramientas utilizadas

4.2.1 Get Driving Distance and Duration

Las hojas de cálculo de Google Drive trabajan de manera muy similar al Excel del Office de Microsoft. Su principal diferencia es que trabajan de manera "ligada" a otras aplicaciones de Google. Para este estudio es clave su implicancia con Google Maps. Dos de las funciones de estas hojas de cálculo asociadas a Google Maps son: Getdrivingdistance y Getdrivingtime. El funcionamiento de las mismas en la aplicación se puede ver en la siguiente imagen en donde se muestra a modo de ejemplo la distancia en kilómetros y el

tiempo de viaje en horas desde Mar del Plata o Córdoba Capital hasta la Ciudad Autónoma de Buenos Aires.

	A	B	C	D
1				
2		Distancia	Tiempo	
3		Ciudad autonoma de buenos aires	Ciudad autonoma de buenos aires	
4	Mar del plata, buenos aires	409.98	4.13	
5	Cordoba, argentina	=getDrivingDistance(\$A5,B\$3)	6.94	
6				
7				
8				
9				
10				

	A	B	C	D
1				
2		Distancia	Tiempo	
3		Ciudad autonoma de buenos aires	Ciudad autonoma de buenos aires	
4	Mar del plata, buenos aires	409.98	4.13	
5	Cordoba, argentina	698.70	=getdrivingduration(C3,A5)	
6				
7				
8				
9				
10				

Figura 8: Herramienta de Google para obtener las distancias y tiempos de viaje. Elaboración propia.

4.2.2 Optimap

El optimap es una herramienta desarrollada para resolver el problema TSP, que está disponible en la web para todo el mundo. Permite cargar una gran cantidad de puntos y calcular la ruta optima entre estos. Da la posibilidad de optimizar un “Round trip” o “A-Z trip”, utilizando diferentes algoritmos dependiendo de la cantidad de puntos que se ingresen. Hasta 9 puntos, utiliza el método de Fuerza Bruta, pero si se ingresan más puntos para generar una ruta, utiliza el algoritmo de optimización Antcolony , esta es una de las genialidades de la aplicación. El beneficio que se le encontró frente a las otras aplicaciones disponibles en la Web es que posee esas dos posibilidades. Y como en este trabajo también se pretende usarlo para optimizar las giras (las rutas de visita semanales que realiza el visitador fuera de su zona de residencia), esto permite alcanzar soluciones óptimas en ambos casos.

A continuación se presenta la pantalla de inicio de este solver, que es muy amigable como se puede apreciar.



Figura 9: Pantalla principal de la herramienta Optimap.

4.3 Descripción de la metodología aplicada en un laboratorio

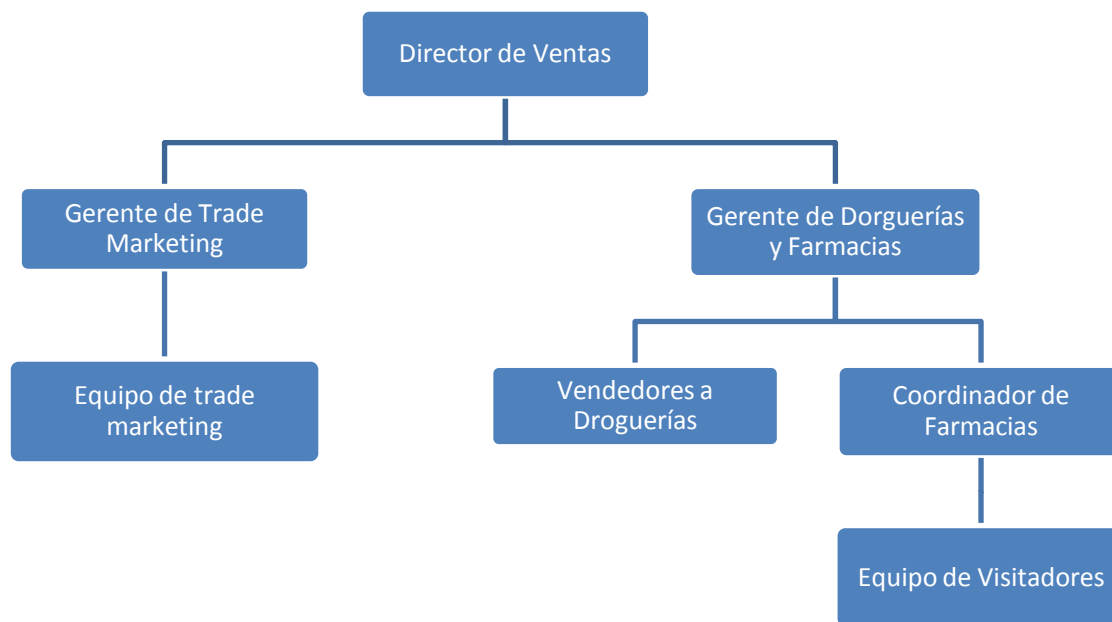
Antes de comenzar con la elección de una región y el análisis del proceso en la misma es apropiado describir la metodología realizada en un importante laboratorio del país. La información que a continuación se detalla se obtuvo a partir de entrevistas con el coordinador de visitantes de farmacias y empleados del departamento de trade marketing del laboratorio.

Contar con esta información es fundamental en primer lugar como punto de partida para realizar el análisis. Es decir, tener una base de cómo se realiza hoy en día el proceso por parte de un importante laboratorio. Además consultando a los visitantes del mismo, informan que conocen el sistema del resto de los laboratorios ya que tienen contacto diario en las farmacias con sus colegas que trabajan para la competencia y que el sistema aplicado es muy similar en todas las principales compañías.

En segundo lugar poder conocer la metodología aplicada en un laboratorio es imprescindible para luego contrastar el proceso desarrollado en este estudio. Para poder evaluar la metodología propuesta en este trabajo es necesario poder comparar y por lo tanto tener conocimiento de algún método utilizado hoy en día. A fin de cuentas el estudio propone mejorar un proceso y por más que se haya detallado la descripción de la industria es oportuno describir el proceso de visitas de un laboratorio.

4.3.1 Estructura del equipo de visitas

Para poder describir el proceso hay que conocer cómo se encuentra estructurado el departamento de ventas del laboratorio. A continuación se realiza un detalle del organigrama de las partes que están involucradas en el proceso de visitas.



Esta descripción está realizada para el área dedicada al mercado popular que tiene una estructura aparte de la dedicada al mercado ético. El primer responsable del departamento es el director de ventas. Al director responden los gerentes de cada canal de ventas y por lo tanto el encargado de las droguerías y farmacias que compran directamente al laboratorio (es el caso de las principales cadenas). Además de él depende el gerente de trade marketing. En el canal de droguerías y farmacias hay dos sectores. Por un lado se encuentran los distintos vendedores que manejan las cuentas del canal: principales droguerías y cadenas de farmacias. Aparte está el equipo de visitantes a farmacias coordinados por un encargado. El coordinador de farmacias tiene bajo su responsabilidad a todos los visitantes. Mantiene reuniones semanales con los visitantes de Capital y GBA y viaja mensualmente al interior. Es el que aprueba las zonas y los padrones de farmacias a visitar de cada uno además de dar los lineamientos de las visitas. Además se involucra en las reuniones con las principales cadenas de farmacias en las que los acuerdos se negocian como el retail. Es decir se generan acuerdos a nivel cadena y no por punto de venta.

Del área de trade marketing dependen varias tareas que involucran tanto al coordinador como a los visitantes de farmacias. Ésta área es el nexo entre marketing (estrategia) y el equipo de ventas (ejecución). Coordinan las acciones, desarrollos, acuerdos de exhibición e instalación de materiales en las farmacias. Además desde junto con el coordinador de

farmacias se encargan de armar los padrones de visita del equipo de farmacias, analizando la cobertura que los mismos implican.

4.3.2 Padrones de farmacias

Se le llaman padrones de farmacias al listado de puntos de venta que cada visitador debe visitar mensualmente. Como se mencionó estos padrones son armados en conjunto por el equipo de trade marketing con el coordinador de farmacias. Cuando se incorpora un visitador al mismo se le entrega su padrón de farmacias las cuales deberá visitar todos los meses. es decir, en un mes debe ir una vez a cada farmacia a realizar el relevamiento de falta, venta de transfers, arreglos de exhibición y negociación de desarrollos. A la visita del total del padrón se le llama la vuelta y por lo tanto se dice que cada visitador da una vuelta por mes.

La metodología aplicada por el laboratorio consultado se describirá más adelante. Una vez que los visitadores se encuentran visitando una determinada zona, los mismos realizan propuestas de bajas y altas al coordinador. Una baja se puede proponer por múltiples motivos. Las mismas se pueden dar por numerosos motivos:

- ❖ La farmacia cierra o pierde clientes y ventas. Puede ser que pierda clientes frente a otras farmacias o simplemente decaigan sus ventas y por lo tanto cierre o el visitador proponga dejar de asistir a la misma.
- ❖ La farmacia no compra transfers. Existen algunas farmacias que por política no le compran transfers a ningún laboratorio por lo cual realizan el total de las compras a las droguerías. La manera de impulsar una venta en las mismas es a través de droguerías y por lo tanto la visita no tenga un impacto alto y se proponga como baja.
- ❖ La farmacia no acepta ningún tipo de acuerdo. Otra política que tienen algunas farmacias es que no generan acuerdos con los laboratorios. En las mismas no se pueden generar acuerdos de exhibición, poner materiales para mejorar la misma o desarrollos como marquesina o vidrieras. En este caso si la farmacia no es relevante se puede generar una baja.
- ❖ Hay una nueva farmacia en la zona. Al abrir o un visitador ver una farmacia con potencial que no figure en su padrón el mismo puede proponerla como alta.

4.3.3 Territorios de venta

Los territorios de venta son las regiones en las que la compañía divide al país. Para poder ejecutar las estrategias planteadas por la compañía en todo el país es necesario dividir al mismo en distintas zonas. En cada territorio hay un vendedor encargado de los clientes de

la zona. Además según el potencial de cada uno hay una determinada cantidad de visitantes de farmacias.

La división de los territorios para los visitantes de farmacias, como se describe, se adapta a la que la compañía maneja para los vendedores. La misma está basada en agrupaciones de provincias. En base al potencial de venta del laboratorio se definen los centros a partir de los cuales se arman las zonas de los vendedores.

La primer zona queda definida por Capital y GBA. Esta es la única excepción que se realiza en cuanto a agrupar los territorios por provincias debido al volumen que involucra. Esto se ve reflejado en que sumando Provincia de Buenos Aires junto con Capital se agrupa al 46% de la población del país¹⁰. En la tabla XX se detallan todas las regiones con las provincias que incluyen.

¹⁰ Datos extraídos del INDEC.

Región	Provincias
CENTRO PAMPEANA	La Pampa
	Provincia de Buenos Aires
CORDOBA	Córdoba
CUYO	Mendoza
	San Juan
	San Luis
LITORAL NORTE	Chaco
	Corrientes
	Entre Ríos
	Formosa
	Misiones
LITORAL SUR	Santa Fe
METRO	C.A.B.A.
	GBA
NOA	Catamarca
	Jujuy
	La Rioja
	Salta
	Santiago del Estero
	Tucumán
PATAGONIA	Chubut
	Santa Cruz
	Tierra del Fuego
SUR	Neuquén
	Rio Negro

Tabla 5: Definición de regiones del país. Elaboración propia en base a datos proporcionados por el laboratorio.

El país cuenta con una importante concentración de población. Es por esto que la estructura de vendedores y visitantes a farmacias varía según el potencial de cada zona. Por ejemplo, el laboratorio en cuestión emplea 7 visitantes para la zona Metro (CABA y GBA), 2 en Córdoba y tan sólo uno en NOA.

Para poder armar los padrones de farmacias según se describió en este capítulo, el coordinador de visitantes junto con el responsable de la zona evalúan las localidades de mayor potencial eligiendo las farmacias más importantes de ellas. En caso de incorporar un segundo visitante a la zona, se realiza una propuesta a los gerentes. La misma debe detallar la división de las zonas de los visitantes y el aumento de cobertura que la misma involucraría.

4.4 Determinación de las regiones

Para la optimización que se pretende hacer, es de vital importancia dentro de las heurísticas elegidas la determinación o separación del territorio argentino en varias áreas, las cuales serán asignadas a uno o varios visitantes. Es necesaria esta división para poder analizar cada una de estas aisladamente de acuerdo a los contextos específicos. Se cree que el factor primario a optimizar y en el cual reside el éxito o no de esta división son las distancias. Pues los costos asociados a estas, sumado a las dificultades logísticas que se pueden presentar, hace priorizar y otorgarle especial atención a este tema.

4.4.1 Criterios para la determinación de las regiones

Luego de analizar esta situación se llegó a la conclusión que había dos caminos que se podían tomar. Por un lado, un criterio de división geopolítica, que podía depender de ciertos usos o costumbres ya instalados en ciertas compañías. O sino, por el otro lado, un criterio más especializado, buscando estandarizar el proceso y encontrar la solución óptima, que sería el caso de los polígonos de Thiessen.

4.4.1.1 División Geopolítica

Este criterio, es tal vez el más utilizado hoy en día en la logística de muchos equipos de visitantes o mismo en fuerzas de ventas en diferentes rubros. Es aquel en el cual definen las áreas tomando como base divisiones ya establecidas como puede ser por provincia, por localidad o por región. Definimos el criterio como arbitrario, pues es el equipo analista quien decide como será la división de las regiones de acuerdo a criterios antes utilizados o criterios nuevos impuestos por ellos mismos. En los casos que pudimos analizar que utilizaban este criterio, por lo general y dependiendo de la magnitud de su fuerza de ventas (si era grande, las subdivisiones eran más pequeñas, ya que hay mayor seguimiento), se utiliza generalmente por provincia, o por región, como ser NOA (Noroeste Argentino), NEA (Noreste Argentino) etc. Es muy usual también que se utilicen las regiones determinadas por las consultoras que venden información del mercado.

4.4.1.2 Polígonos de Thiessen

Los polígonos de Thiessen son un criterio de división mucho más especializado, frente al antes descripto. La siguiente es la definición, donde S es un conjunto de puntos en el

espacio de coordenadas o Euclidiano (x, y) , para cualquier punto p de ese espacio, hay un punto de S más cercano a p , excepto donde el punto p es equidistante a dos o más puntos de S . Un polígono proximal único (celda de Voronoi) está definido por todos los puntos p más cercanos a un único punto de S , es decir, el área total en la que todos los puntos p son más cercanos a un punto dado de S que a otro punto cualquiera de S .¹¹

Presentada la definición formal, se ofrece una explicación simplificada. El proceso consiste en elegir ciertos puntos en el mapa como centros. Los criterios con los cuales se eligen estos centros varían de acuerdo a los objetivos del proyecto en análisis. Luego lo que se hace es unir estos centros con rectas, quedando triángulos formados. A continuación se trazan las mediatrices de todos los lados de todos los triángulos presentes, estas determinarán entre dos centros consecutivos si un punto pertenece a un centro o al otro. Luego prolongando las mediatrices y analizando los puntos donde se cortan es que determinamos ciertas regiones, las cuales son polígonos. Cualquier punto de cada polígono está más cerca de su centro que de cualquier otro centro, salvo en los casos donde es equidistante, a 2 o más puntos, y esto se puede dar en las fronteras.

4.4.2 Criterio elegido y proceso de determinación de las regiones

Para determinar el criterio elegido, lo que se realizó fue una tabla comparativa de ventajas y desventajas de los criterios antes mencionados, con el fin de considerar todas las variables presentes a la hora de decidir y poder optar por la opción más conveniente. Se cree que la determinación de las regiones sería un punto crítico en el proceso de optimización.

¹¹ Definición extraída de ArGIS Resources.

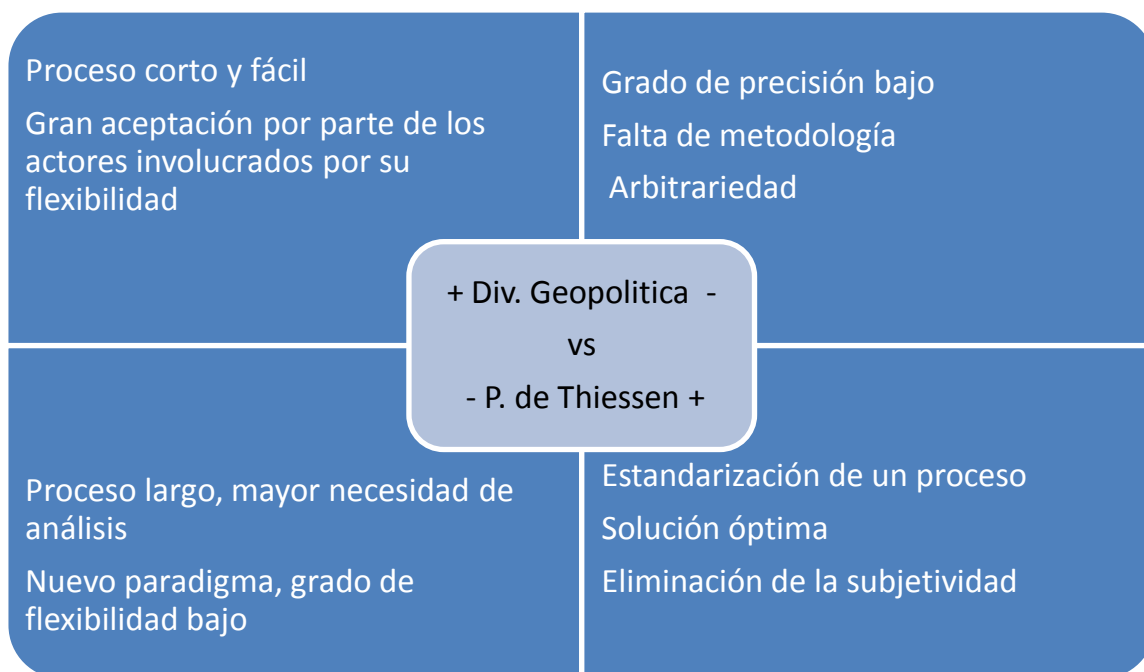


Tabla 6: Ventajas y desventajas de los métodos de obtención de regiones. *Elaboración propia.*

Si se toman como base las variables que se mencionan en la tabla anterior, se llega a la conclusión que la opción de los Polígonos de Thiessen, sería la mejor para el caso en estudio. A pesar de los aspectos negativos que esto conlleva, relacionados con la resistencia al cambio y la inflexibilidad que presenta, creemos que el hecho de alcanzar una solución óptima donde, las distancias dentro de cada región son mínimas, es de gran importancia. En segundo lugar, y no menos importante es el hecho de que de esta forma se está estandarizando un proceso, lo que permite regularlo y controlarlo, algo que en las compañías grandes es de gran utilidad e importancia.

Pasos del proceso elegido

1) Elegir los principales centros.

Para determinar los centros, se tomó como base la variable volumen de ventas. Por un lado el volumen de ventas de las provincias, así se determinaron las seis provincias más importantes. Luego dentro de estas, para elegir el centro propiamente dicho, se tomó la localidad que más volumen de ventas tenía dentro de la provincia analizada.

En nuestro caso del análisis de los datos, los centros elegidos fueron:

- ❖ Capital Federal
- ❖ Corrientes
- ❖ Mar del Plata
- ❖ San Miguel de Tucumán

- ❖ Mendoza
- ❖ Neuquén
- ❖ Rosario
- ❖ Córdoba

Vale aclarar que en la provincia de Buenos Aires se tomaron dos centros como lo es Capital Federal y Mar del Plata debido a la importancia de ambos.

2) Trazar líneas entre los centros para conseguir los triángulos lo mas equiláteros posibles.



Figura 10: Mapa de la Argentina con las líneas entre centros elegidos trazadas. Elaboración propia.

3) Trazar las mediatrices de los lados de los triángulos marcados.

4) Delimitar los polígonos.

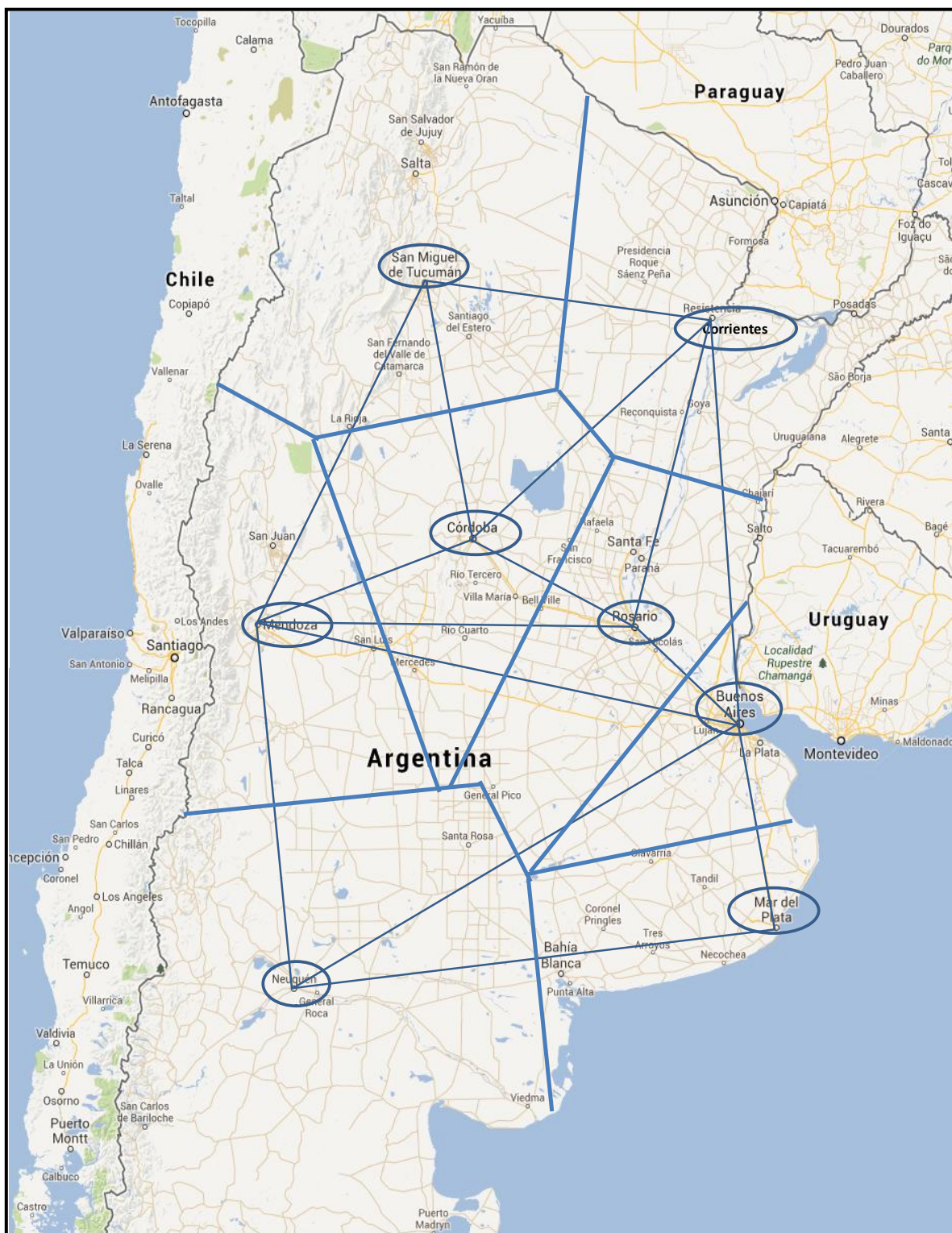


Figura 11: Mapa de la Argentina con las mediatrices entre centros trazadas. Elaboración propia.

Finalmente lo que se obtuvo fueron las siguientes regiones en el territorio nacional.

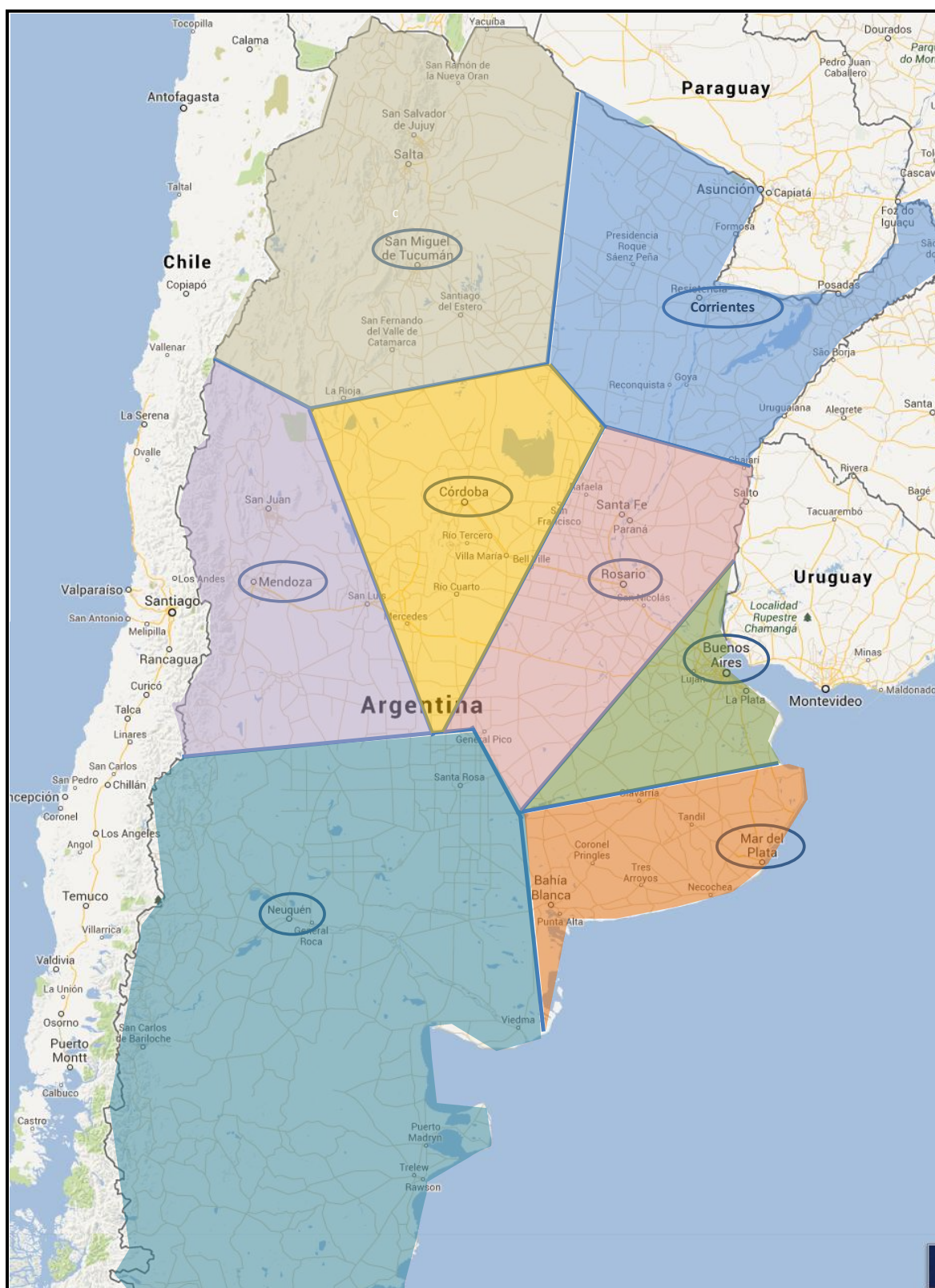


Figura 12: Delimitación de las regiones por medio el método Polígonos de Thiessen. Elaboración propia.

4.5 Elección de la Región

Una vez seleccionado el método de los polígonos de Thiessen para determinar las regiones, y aplicado al territorio nacional, como se muestra en el mapa anterior, surge el problema de cómo hacer para determinar qué ciudad, localidad o punto de ventas del mapa corresponde a cada polígono. Debido a la complejidad que sería realizar el estudio completo de todas las regiones es que todo el problema lo redujimos a una única región y esta representa un modelo, capaz de ser generalizado para todo el país. Se cree que acotar el problema de esta manera, brinda la posibilidad de hacer una investigación más profunda, sin invertir tanto tiempo en el procesamiento de el gran volumen de información que representaría esto a nivel país.

La elección para el estudio completo es el polígono que de ahora en más se llamara NOATH, dado que esta contenido dentro de la región geográfica conocida como el NOA (Noroeste Argentino). Se eligió esta región ya que se cree que es representativa en relación al estudio que se quiere hacer, dado que las distancias no son ni muy grandes ni muy pequeñas, y su cantidad de farmacias y volumen de ventas es alto. Por estas razones se sostiene que es un objeto de estudio capaz de abordar en toda su dimensión y a su vez ser representativo dentro del territorio argentino.

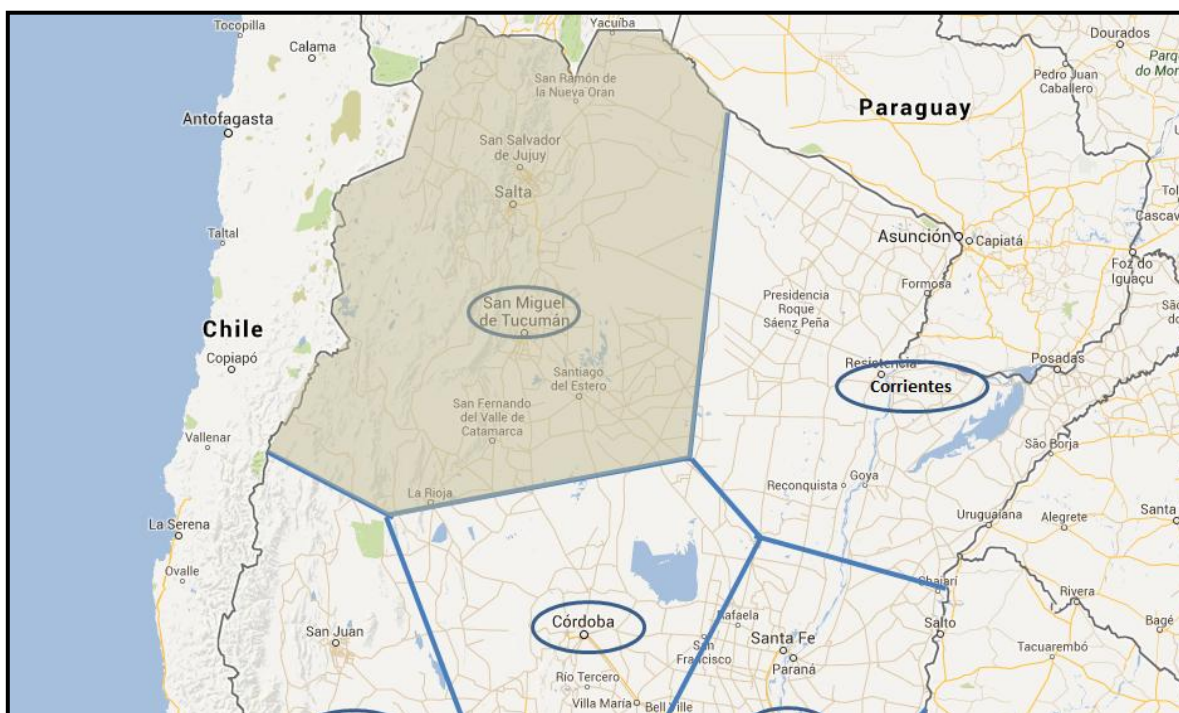


Figura 13: Región elegida para el estudio. Elaboración propia.

Las dos posibilidades analizadas para ubicar los puntos dentro de la región fueron, por un lado un modelo grafico y en gran porcentaje manual, y la otra un tanto más sofisticada y precisa que consiste en tomar las distancias a los centros.

A continuación se explican estas dos posibilidades.

4.6 Localización Gráfica

En primer lugar se cargan todos los puntos en el mapa utilizando una herramienta de google maps, que se llama FusionTables, la cual permite georreferenciar la información mediante la utilización de un archivo de Excel. Para realizar esto, se prepara el archivo de Excel con cuatro columnas, donde deben estar presentes los campos Last, First, Address y Phone, como se muestra a continuación en un ejemplo.

Last	First	Address	Phone
Farmacia 1	Famacity	Rivadavia 1400, Junín	1562351300
Farmacia 2	Dr. Ahorro	Lavalle 250 , San Nicolás	1562345861
Farmacia 3	Selma	Mansilla 808 , Boulogne	1568956287
Farmacia 4	Lo de Andrés	Ramón Falcón 25, Chivilcoy	1561823450

Tabla 7: Ejemplo de tabla necesaria para la utilización de la herramienta FusionTables. Elaboración propia.

Luego se crea una FusionTable, que permite ligar la tabla con el google maps, y posteriormente se corre el programa y este devuelve los puntos cargados en el mapa. Es relativamente simple y de gran utilidad. Para continuar con la determinación de la región, se trazan los polígonos en este mismo mapa y todos los puntos que se encuentran en las fronteras se analizan para determinar a qué polígono pertenecen, eliminando los que quedan fuera del área en estudio. A continuación se puede ver como sería el mapa que obtenemos como output antes de la eliminación de los puntos fuera de nuestra área de análisis.

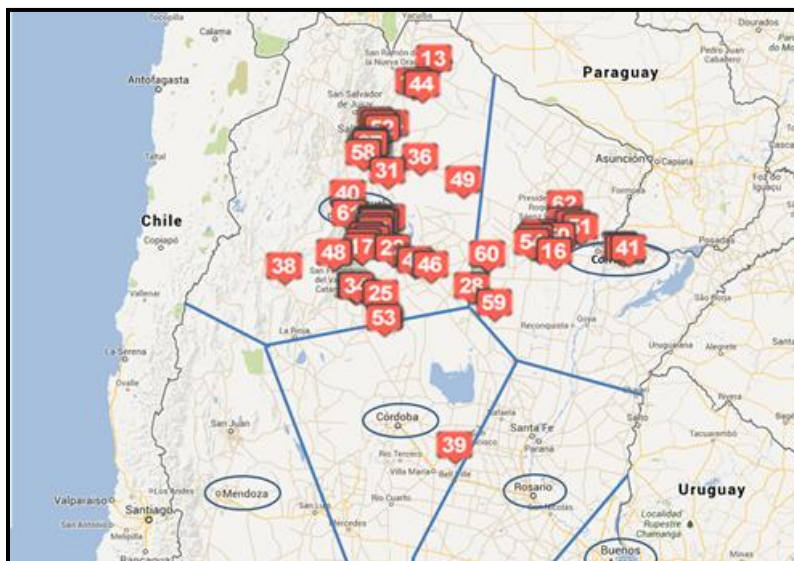


Figura 14: Mapa de la región con las localidades cargadas. Elaboración propia.

Este método no fue el utilizado, ya que se intentó ejemplificar con el mejor método disponible, aunque para este caso de estudio este método también hubiera sido efectivo, ya que no había tantas localidades difíciles de designar.

4.7 Localización por cálculo de distancias

Esta localización, se realiza de la siguiente manera. Una vez determinados los polígonos, se elige el cual se quiere determinar sus localidades, en el mapa se puede visualizar que provincias abarca por lo que se filtra en una tabla todos los puntos de venta de esas provincias. Luego lo que se realiza es tomar las distancias desde cada uno de estos puntos hasta los diferentes centros de los polígonos cercanos. Posteriormente lo que se hace es buscar para cada localidad cuál de estas distancias es la menor, y aquella que sea la menor determinara a que polígono pertenece ese punto.

La localización por cálculo de distancias fue la que se utilizó para este estudio. Se cree que es más exacta y al no ser tantas las localidades, no representaba un problema el procesamiento de los datos.

Para realizar esta, se necesitaban las distancias entre todas las localidades o puntos en que había una farmacia, información que no disponíamos. Por lo que se recurrió a la herramienta de Google antes descrita, getdrivingdistance que permitió conocer las distancias entre todos los puntos.

A continuación se realizó una impresión de pantalla para mostrar cómo se utilizó esta función. Se hizo una matriz donde en la primer columna están todas las localidades, y en la primer fila todos los centros más cercanos. También se utilizó la función

getdrivingduration, ya que podría ser de utilidad como una variable más para tener conocimiento del recurso tiempo.

	Dist	Tiempo	Dist	Tiempo	Dist	Tiempo	Dist	Tiempo
Salta, SALTA BARRIO PQUE. TRES CERRIT	303.46	3.35	830.15	8.94	861.35	9.20	1,228.31	
Chaco, RESISTENCIA	770.04	8.97	18.55	0.48	889.33	9.95	1,487.12	
Santiago del Estero, SANTIAGO DEL ESTERO	161.24	2.06	623.67	7.04	432.78	5.13	1,034.32	
Jujuy, SAN SALVADOR de jujuy	333.95	3.68	860.64	9.27	891.84	9.53	1,438.19	
Catamarca, CATAMARCA	232.19	2.90	856.13	9.94	436.35	4.77	796.97	
Chaco, Roque Saenz Peña	771.75	8.96	21.00	0.55	886.67	9.88	1,484.46	
Santiago del Estero, LA BANDA	161.24	2.06	623.67	7.04	432.78	5.13	1,034.32	
Salta, SAN RAMON DE ORAN	485.28	5.48	856.93	9.44	1,043.17	11.33	1,589.52	
Salta, TARTAGAL	564.19	6.30	882.73	10.02	1,122.07	12.15	1,668.43	
Jujuy, SAN PEDRO	325.18	3.62	851.87	9.21	883.07	9.47	1,429.42	
Chaco, VILLA ANGELA	553.00	6.57	212.17	2.65	705.16	7.82	1,319.84	
Jujuy, SAN MARTIN	1,094.80	11.86	1,444.60	16.29	611.53	7.10	42.35	
Salta, POCITOS	573.49	7.46	1,100.17	13.04	1,131.37	13.31	1,462.49	
Chaco, BARRANQUERAS	782.35	9.03	13.13	0.33		10.13	1,503.90	
Santiago del Estero, TERMAS DE RIO HONDO	91.37	1.25	692.80	7.89	509.66	5.77	1,056.01	
Chaco, CHARATA	499.32	5.90	286.67	3.19	750.24	8.43	1,345.36	
Santiago del Estero, FRIAS	215.33	2.47	770.76	8.80	341.75	3.71	888.10	
Jujuy, PERICO	308.46	3.56	835.14	9.14	866.34	9.41	1,412.69	
Salta, GRAL. GUEMES	303.55	3.38	830.23	8.97	861.43	9.23	1,227.43	
Santiago del Estero, ANATUYA	344.86	4.24	522.55	5.74		6.28	987.76	

Figura 15: Pantalla de la herramienta get driving distance utilizada para determinar las localidades dentro de la región.

Una vez finalizado este se procedió a volcar todos los datos en una hoja de cálculo de Excel, para poder comparar cada distancia desde cada localidad hasta los centros y poder seleccionar la menor como se muestra en la siguiente tabla.

	Mínimo		Tucuman		Corrientes		Cordoba		Mendoza	
	Dist	Tiempo	Dist	Tiempo	Dist	Tiempo	Dist	Tiempo	Dist	Tiempo
Salta, SALTA BARRIO PQUE. TRES CERRIT	Tucuman	Tucuman	303,46	3,35	830149	8,94	861,35	9,2	1228,31	14,9436111
Chaco, RESISTENCIA	Corrientes	Corrientes	770,04	8,97	18,55	0,48	889,33	9,95	1487,12	16,2
Santiago del Estero, SANTIAGO DEL ESTERO	Tucuman	Tucuman	161,24	2,06	623,67	7,04	432,78	5,13	1034,32	11,33
Jujuy, SAN SALVADOR D.JUJUY	Tucuman	Tucuman	333,95	3,68	860,64	9,27	891,84	9,53	1438,19	15,2
Catamarca, CATAMARCA (SAN FDO.- DEL VALLE)	Tucuman	Tucuman	232,19	2,9	856,13	9,94	436,35	4,77	796,97	8,93
Chaco, PRESIDENCIA R.S.PEÑA	Corrientes	Corrientes	771,75	8,96	21	0,55	886,67	9,88	1484,46	16,13
Santiago del Estero, LA BANDA	Tucuman	Tucuman	161,24	2,06	623,67	7,04	432,78	5,13	1034,32	11,33
Salta, SAN RAMON DE ORAN	Tucuman	Tucuman	485,28	5,48	856,93	9,44	1043,17	11,33	1589,52	17
Salta, TARTAGAL	Tucuman	Tucuman	564,19	6,3	882,73	10,02	1122,07	12,15	1668,43	17,82
Jujuy, SAN PEDRO	Tucuman	Tucuman	325,18	3,62	851,87	9,21	883,07	9,47	1429,42	15,14
Chaco, VILLA ANGELA	Corrientes	Corrientes	553	6,57	212,17	2,65	705,16	7,82	1319,84	14,4
Jujuy, SUC.1 L.G.SAN MARTIN	Mendoza	Mendoza	1094,8	11,86	1444,6	16,29	611,53	7,1	42,35	0,67
Salta, POCITOS/ACAMBUCO	Tucuman	Tucuman	573,49	7,46	1100,17	13,04	1131,37	13,31	1462,49	18,66
Chaco, BARRANQUERAS	Corrientes	Corrientes	782,35	9,03	13,13	0,33	720	10,13	1503,9	16,37

Tabla 8: Análisis de las distancias para delimitar la región. Elaboración propia en base a datos obtenidos con Google Drive.

Luego se filtró la columna de mínimo por el centro que se quería y se obtuvo cuáles eran los puntos dentro del polígono.

4.8 Ranking

EL procedimiento del Ranking, es una solución que se planteó, es relativamente simple y consiste como su nombre lo dice en generar un ranking, donde la categorización es la variable a tener en cuenta y que se cree que puede brindar una solución lo suficientemente buena como para ser analizada.

Siempre analizando la región elegida, que sería el NOATH, previamente determinada mediante el procedimiento de polígonos de Thiessen, lo que se realizó fue lo siguiente.

1. Selección de la localidad con mayor volumen de ventas como centro.
2. Generación de una tabla con todas las farmacias de la región con sus respectivos volúmenes de venta y distancias al centro.
3. Generación de la variable categorización, volumen de ventas elevado a la n, sobre distancia al centro para poder generar un ranking.
4. Orden de mayor a menor en base a la categorización.
5. Obtención una cobertura determinada, tomando como limite las primeras 220 farmacias.
6. Cambios en los parámetros de la variable para elegir la mejor opción posible.

En este caso, como centro de la región se seleccionó Tucumán. Dentro de la región hay 1061 farmacias. De las cuales se tiene el volumen de ventas que fue provisto por una consultora, y a su vez las distancias desde Tucumán hasta cada una de las localidades, que fueron calculadas con la aplicación de google Maps antes explicada. Se dice desde Tucumán hasta las localidades y no hasta las farmacias propiamente dichas, pues se tomó como supuesto para simplificar los cálculos que las distancias dentro de una misma localidad son de 1 km.

Luego lo que se hizo fue generar la variable comparativa para cada farmacia, la expresión de esta es la siguiente:

$$\frac{(Volumen\ de\ ventas)^n}{Distancia\ al\ centro}$$

El parámetro que se puede variar para darle mayor o menor importancia al volumen de ventas es el n. A medida que aumenta el n, se tiene una relación más dependiente del volumen de ventas que de las distancias. Se utiliza la suposición que cada visitador puede cubrir en un mes 220 farmacias. Este número se obtuvo del relevamiento del proceso actual que tiene ciertas similitudes con este que se está planteando y que en promedio cada visitador en una “vuelta” puede cubrir ese número.

La “vuelta” antes mencionada, se refiere al recorrido mensual que puede realizar un visitador, yendo farmacia por farmacia y ofreciendo los productos y beneficios correspondientes. A su vez el recorrido mensual, contempla las llamadas giras, que se refieren al traslado hacia los lugares más alejados, tomando como base alguna localidad que represente un volumen alto de las ventas y visitar a partir de ahí las zonas aledañas. La cantidad de giras dependerá de la región asignada, pero si se toma por ejemplo capital

federal, los visitantes encargados de esta región no realizaran giras, pues todo su objetivo estaría dentro de su lugar de residencia.

4.8.1 Resultados

A continuación se presenta la cobertura, utilizando esta metodología con un $n=2$, la cual con un solo visitador obtendría una cobertura del 60,12% del total de NOATH. A su vez luego se presenta el grafico perteneciente a un $n=3$, donde se alcanza un 69% de cobertura lo cual es significativamente mejor. Este aumento en la cobertura se debe principalmente a que se le está dando mayor importancia al volumen de ventas por sobre la distancia, por lo que el visitador estaría forzado a desplazarse más, a costa de conseguir una mayor cobertura del mercado.

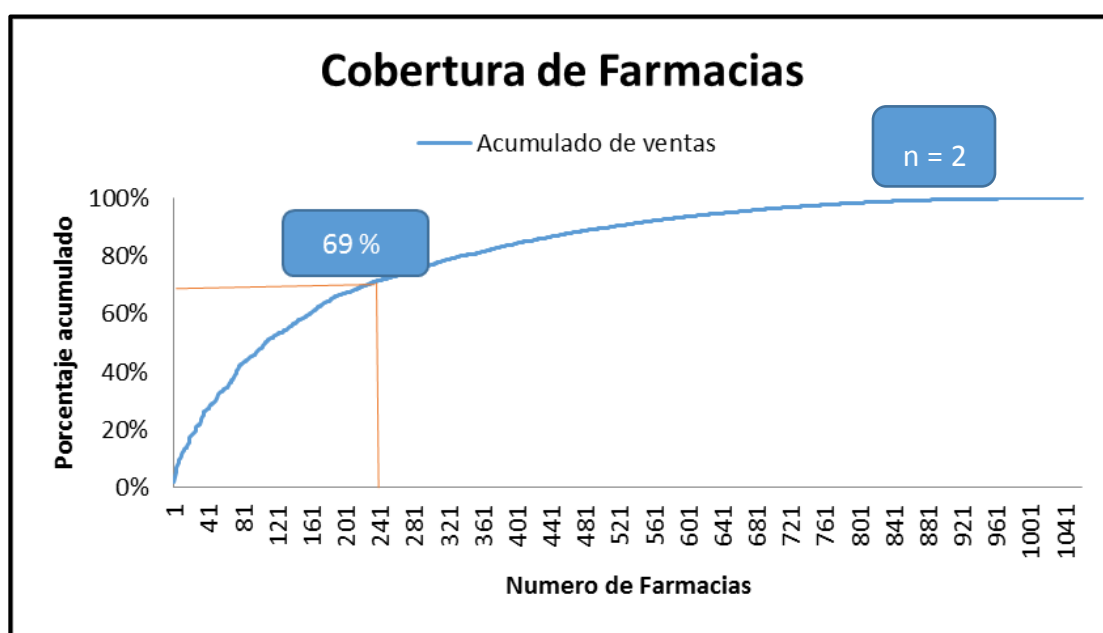


Figura 16: Cobertura de Farmacias con un $n=3$. Elaboración propia con datos extraídos del análisis.

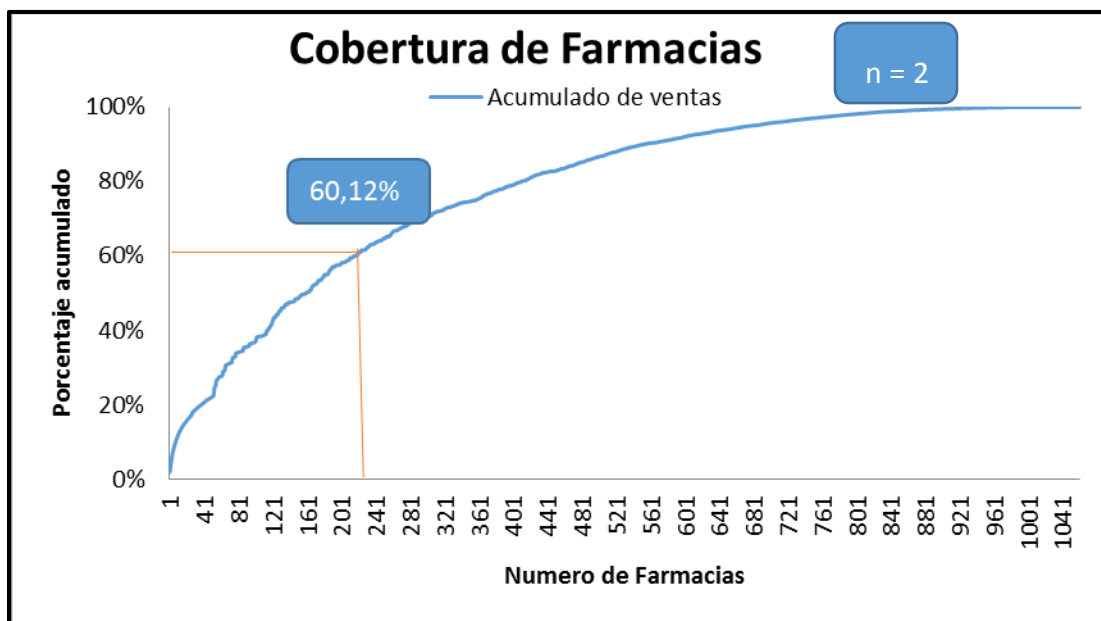


Figura 17: Cobertura de Farmacias con $n=2$. Elaboración propia con datos extraídos del análisis.

Luego de analizar la cobertura, lo que se debe hacer es analizar el problema desde el punto de vista de la ruta a diagramar. Para esto se está frente a un problema del estilo del TSP, como ya se mencionó antes y donde lo que se pretende es minimizar la distancia recorrida. A continuación se utiliza la herramienta OPTIMAP, para poder comparar los dos modelos planteados, con $n=2$ y $n=3$, pues a pesar de que una tenga mayor cobertura que el otro, si las distancias recorridas fueran significativamente menores, se podría continuar comparándolos más exhaustivamente para seleccionar el mejor de los 2. Con el primer caso, las localidades visitadas suman un total de 21, con gran predominancia de Tucumán capital, mientras que en el segundo caso hay 28 localidades involucradas. Lo que se muestra a continuación son los resultados obtenidos con el OPTIMAP luego de volcar los puntos en el mapa y hacer correr el software.

Opción 1: ($n=2$)

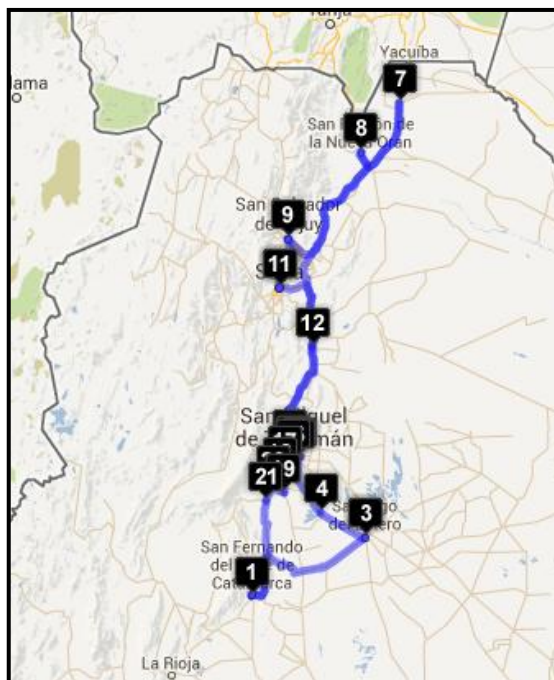


Figura 18: Ruta para $n=2$ obtenida con Optimap.

La distancia obtenida en esta ruta da un total de 1988 km, toda la vuelta, lo cual nos da un parámetro de la distancia que tendrá que recorrer el visitador. A pesar de que la metodología no es de una ruta única y completa, sino que el visitador esta en un punto fijo, su lugar de residencia y sale de gira semanalmente como se explico previamente.

Opción 2: ($n=3$)

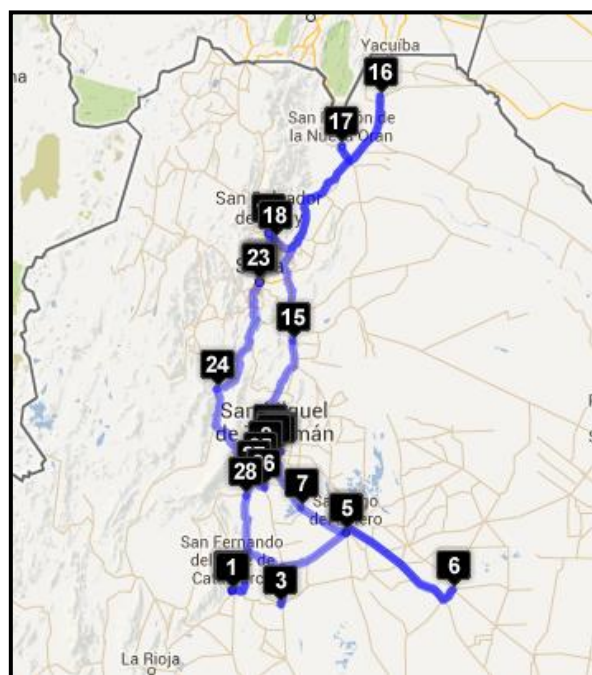


Figura 19: Ruta para $n=3$ obtenida con Optimap.

La distancia obtenida en esta ruta da un total de 2533 km, para toda la vuelta.

4.9 Próximo más cercano

La heurística o método del próximo más cercano se pensó como una alternativa para resolver el problema del agente del viajero conocido como TSP por sus siglas en inglés. Ante la complejidad del cálculo que representa el problema del TSP esta heurística es una de las que representa el menor costo en cuanto a tiempo de operación. Esto se debe a que no calcula varios caminos posibles y elige el mejor, sino que a medida que se resuelve el problema se van tomando las mejores opciones punto a punto. Por lo tanto el método no asegura una ruta óptima. El proceso que realiza para encontrar la solución al TSP es el siguiente:

1. Selección de un nodo cualquiera.
2. Mide las distancias al resto de los nodos y elige al más cercano.
3. Ahora mide nuevamente la distancia desde el nodo elegido al resto.
4. Repite estos pasos sucesivamente hasta que todos los nodos quedan elegidos y se marca el camino.

La manera en la que trabaja este método se ajusta a las necesidades del problema en cuestión ya que como vimos, el mismo se basa en ir "eligiendo" los mejores nodos que en nuestro caso son las farmacias. Como se describe en la introducción la variable categoría en este caso clasifica a cada farmacia según la distancia a recorrer para llegar a la misma, sobre el volumen que la misma comercializa. Así se espera que por medio de esta categorización las farmacias a las que haya que viajar una gran distancia para visitar pero que posean un importante volumen de ventas no queden tan relegadas cuando se eligen los nodos de visita.

Es así como mediante distintos programas y aplicaciones se desarrolló una herramienta que se alimenta con un padrón de nodos junto con su localización y potencial de venta (en nuestro caso farmacias con su volumen de venta anual). Eligiendo la cantidad que se pueda visitar se obtiene como solución los nodos junto con los km respectivos que hay que recorrer para visitarlos y el volumen de cobertura sobre el potencial total. Los software necesario para llegar a la solución son los siguientes:

- ❖ Excel
- ❖ Visual Basic
- ❖ Google Drive:
 - Hoja de Calculo
 - FusionTables

A continuación se describen los pasos a seguir a partir del caso de estudio.

4.9.1 Determinación de la matriz de distancias

Uno de los mayores inconvenientes que presenta el problema del agente del viajero es la cantidad de caminos posibles a analizar. Al tener la dirección de los nodos que se quieren someter a análisis, para obtener el costo de cada camino hay que conocer la distancia de cada punto al resto de los puntos. Esto no es más que una matriz de $n \times n$ siendo n la cantidad de nodos en análisis.

El costo de moverse de un punto a otro lo definimos de dos posibles maneras: la distancia que hay que recorrer en ruta y por otro lado el tiempo que se demora en realizarlo. Para obtener estos 2 datos se utilizaron las hojas de cálculo de Google Drive.

Para poder decidir con que variable calcular el costo de traslado se realiza un análisis de correlación entre las dos variables. Se utilizan las localidades que se van a analizar en NOATH, obteniendo mediante la herramienta detallada el tiempo y distancia de viaje a Tucumán Capital. Como se puede ver en el siguiente gráfico la correlación es muy alta por lo que tratar el problema con cualquiera de las dos variables es indistinto ya que la distancia de un lugar a otro se relaciona linealmente con el tiempo de viaje. En el caso que se desarrolla más adelante continuamos con la distancia.

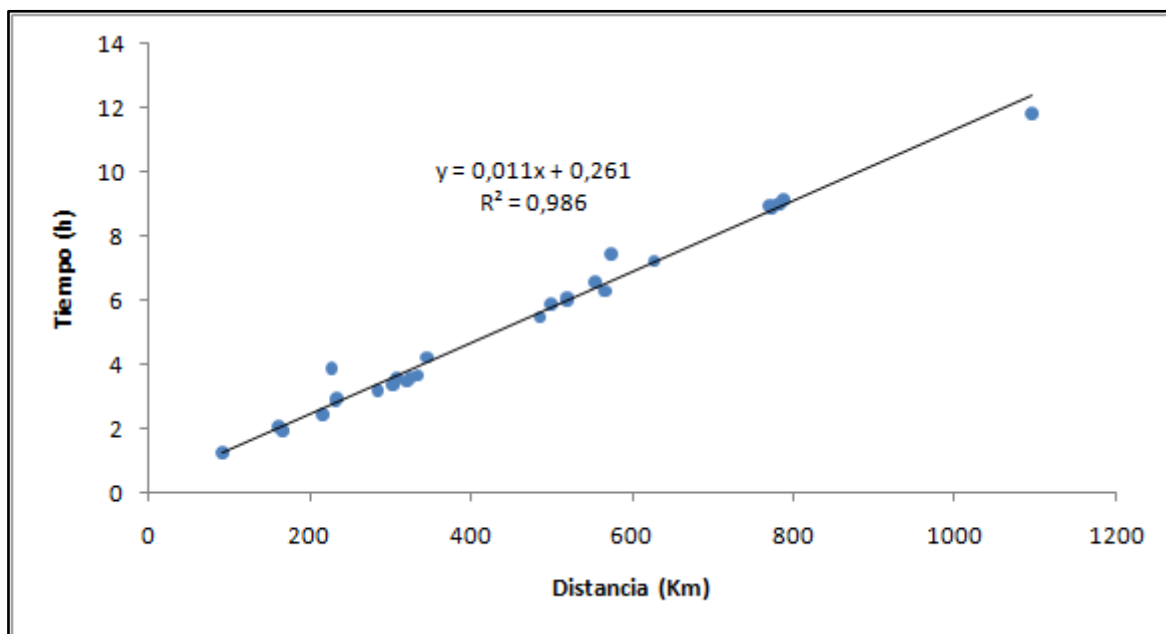


Figura 20: Correlación entre la distancia y el tiempo. Elaboración propia.

Para desarrollar la optimización de visitas a farmacias en NOATH, se partió de una base de datos de 1.062 farmacias situadas en 37 Localidades. En teoría, según lo descripto, la herramienta se debería alimentar de una matriz de 1.062×1.062 en donde se detallan las

distancias punto a punto. En primer lugar la versión demo de Google Drive acepta una cantidad de cálculos limitados. Además el mismo para calcular las distancias se basa en dónde Google Maps ubica las mismas. En esto es clave como se escriben las direcciones ya que si no se pueden ubicar la formula da error como resultado. Por todas estas razones se realiza la simplificación de usar cómo distancia de una farmacia a otra la distancia entre las localidades en la que las mismas se encuentran. Ahora los cálculos además de ser más fáciles de ubicar bajan de manera considerable en cantidad. Se pasa a necesitar una matriz de distancias de 37 x 37. De manera que las farmacias que queden en una misma localidad no tengan distancia nula de traslado, lo cual provocaría problemas para los cálculos, se les asigna un kilometro como dato de distancias. El resumen de la tabla se puede ver en la siguiente imagen (los números están asociados a las distintas localidades).

1	Tucumán, SAN MIGUEL D. TUCUMAN BARRIO
2	Tucumán, CONCEPCION
3	Tucumán, BANDA DEL RIO SAU
4	Tucumán, YERBA BUENA
5	Tucumán, TAFI VIEJO
6	Tucumán, AGUILARES
7	Tucumán, MONTEROS
8	Tucumán, J. B. ALBERDI
9	Tucumán, LULES
10	Tucumán, FAMILIA/AGUA BLANCA
11	Tucumán, SIMOCA
12	Tucumán, ALDERETES/ABRA RICA
13	Salta, SALTA BARRIO PQUE. TRES CERRIT
14	Santiago del Estero, SANTIAGO DEL ESTERO
15	Jujuy, SAN SALVADOR D. JUJUY
16	Catamarca, CATAMARCA (SAN FDO.- DEL VALLE)
17	Santiago del Estero, LA BANDA
18	Salta, SAN RAMON DE ORAN
19	Salta, TARTAGAL
20	Jujuy, SAN PEDRO
21	Salta, POCITOS/ACAMBUCO
22	Santiago del Estero, TERMAS DE RIO HONDO
23	Santiago del Estero, FRIAS
24	Jujuy, PERICO
25	Salta, GRAL GUEMES
26	Santiago del Estero, ANATUYA
27	Jujuy, PALPALA
28	Salta, METAN
29	Salta, ROS. DE LA FRONTERA
30	Catamarca, AGUA COLORADA(BELEN)
31	Salta, JOAQUIN V. GONZALEZ
32	Catamarca, SN. JOSE DE TINOGASTA
33	Chaco, GRAL. J. DE SAN MARTIN
34	Salta, CAFAYATE
35	Catamarca, VALLE VIEJO

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1	1	81	9	1	12	89	55	4	22	41	55	10	303	160	333	22	160	483	564	325	303	90	215	306	304	344	321	166	303	232	284	518	624	226	232
2	81	1	76	82	93	11	26	76	58	41	42	80	382	191	412	154	191	562	643	404	382	122	186	385	383	375	399	245	382	154	363	440	703	206	154
3	9	76	1	9	21	84	51	8	24	37	55	5	310	154	240	227	154	490	571	332	310	84	215	313	310	338	327	173	310	227	290	513	630	221	227
4	1	82	9	1	12	89	55	4	22	41	55	10	303	160	333	22	160	483	564	325	303	90	215	306	304	344	321	166	303	232	284	518	624	226	232
5	12	93	21	12	1	101	68	17	26	54	72	23	301	174	331	244	174	481	562	323	301	105	232	304	301	358	318	164	301	244	282	518	621	238	244
6	89	11	84	89	101	1	33	84	66	49	50	88	390	199	420	143	199	570	651	412	390	130	176	393	391	383	407	253	390	143	371	429	711	214	143
7	55	26	51	55	68	33	1	51	32	16	19	54	357	169	387	176	169	537	618	379	357	99	179	360	357	353	374	220	357	176	337	463	677	180	177
8	4	76	8	4	17	84	51	1	18	33	51	10	306	156	336	223	156	486	567	328	306	87	211	309	306	340	323	169	306	223	286	510	626	217	224
9	22	58	24	22	26	66	32	18	1	18	44	29	331	156	361	208	156	511	593	353	331	86	204	334	332	340	348	194	331	208	312	495	652	203	209
10	41	41	37	41	54	49	16	33	18	1	25	40	343	152	373	192	152	523	604	365	343	82	185	346	343	336	380	206	343	192	324	478	663	186	192
11	55	42	55	55	72	50	19	51	44	25	1	58	361	155	391	193	155	541	622	383	361	85	160	364	361	339	378	224	361	193	342	479	681	200	193
12	10	80	5	10	23	88	54	10	29	40	58	1	311	161	341	231	161	491	572	332	311	91	218	313	311	338	328	173	311	231	291	517	631	225	231
13	303	382	310	303	301	390	357	306	331	343	361	311	1	430	93	533	430	270	351	111	1	394	521	83	1	599	107	139	1	533	223	607	410	189	534
14	160	191	154	160	174	199	169	156	156	152	155	161	430	1	460	234	1	610	691	452	430	71	148	433	430	186	447	293	430	234	411	520	750	337	234
15	333	412	340	333	331	420	387	336	361	373	391	341	93	460	1	564	460	223	304	65	93	424	552	36	93	630	14	170	93	564	254	706	363	288	564
16	232	154	227	232	244	143	176	223	208	192	193	231	533	234	564	1	233	713	794	553	253	187	535	533	418	550	395	533	1	513	288	853	356	3	
17	160	191	154	160	174	199	169	156	156	152	155	161	430	1	460	233	1	610	691	452	430	71	148	433	430	186	447	293	430	234	411	520	750	337	234
18	483	562	490	483	481	570	537	486	511	523	541	491	270	610	223	713	610	1	132	163	271	576	703	206	271	781	211	321	271	715	250	875	191	457	716
19	564	643	571	564	562	651	618	567	592	604	622	572	351	691	304	794	691	132	1	242	330	655	782	285	350	860	290	400	350	794	328	954	61	536	794
20	325	404	332	325	323	412	379	328	353	365	383	332	111	452	65	555	452	163	242	1	111	416	543	46	111	621	51	161	111	555	245	715	300	297	555
21	303	382	310	303	301	390	357	306	331	343	361	311	1	430	93	533	430	271	350	111	1	394	521	83	1	599	107	139	1	533	223	607	410	189	534
22	90	122	84	90	105	130	99	87	86	82	85	91	394	71	424	255	71	576	655	416	394	1	189	395	393	255	410	255	392	255	373	542	713	267	256
23	215	186	215	215	232	176	179	211	204	185	160	218	521	148	552	187	148	703	782	543	521	169	1	524	521	333	538	384	521	187	502	466	841	360	188
24	306	385	313	306	304	393	360	309	334	346	364	313	83	433	36	535	433	206	285	46	83	395	524	1	85	604	30	144	94	538	228	698	344	280	539
25	304	383	310	304	301	391	357	306	332	343	361	311	1	430	93	533	430	271	350	111	1	393	521	85	1	599	107	139	1	533	223	606	410	189	534
26	344	375	338	344	338	333	343	340	340	336	339	338	339	186	630	418	186	781	860	621	599	253	333	604	599	1	616	462	599	419	580	705	919	521	419
27	321	399	327	321	318	407	374	323	346	360	378	328	107	447	14	550	447	211	290	51	107	410	538	30	107	616	1	156	106	550	241	711	350	293	551
28	166	245	173	166	164	253	220	169	194	206	224	173	139	293	170	395	293	321	400	161	139	255	384	144	139	462	156	1	139	396	120	682	460	253	596
29	303	382	310	303	301	390	357	306	331	343	361	311	1	430	93	533	430	271	350	111	1	392	521	94	1	599	106	139	1	533	223	607	410	189	534
30	232	154	227	232	244	143	176	223	208	192	193	231	533	234	564	1	234	715	794	553	253	187	538	533	419	550	396	533	1	513	288	853	356	3	
31	284	363	290	284	282	371	337	286	312	324	342	291	223	411	254	513	411	250	328	245	223	373	502	228	580	241	120	223	513	1	800	388	337	514	
32	518	440	513	518	530	429	463	510	495	478	479	517	607	520	706	288	520	875	954	715	607	542	466	698	606	705	711	682	607	288	800	1	1014	418	291
33	624	703	630	624	621	711	677	626	652	663	661	631	410	750	363	853	750	191	61	300	410	713	841	344	410	919	350	460	410	853	388	1014	1	596	654
34	226	206	221	226	238	214	180	217	203	186	200	225	189	337	288	556	337	457	536	297	189	267	360	280	189	521	293	253	189	356	337	418	596	1	357
35	232	154	227	232	244	143	177	224	209	192	193	231	534	234	564	3	234	716	794	555	254	256	188	539	534	419	551	396	534	3	514	291	854	357	1

Tabla 9: Matriz de distancias. Elaboración propia aplicando una de hoja de cálculo de Google Drive.

4.9.2 Elección del nodo de partida

Para poder empezar con el desarrollo de la heurística, es necesario definir un primer nodo a partir del cual comienza la iteración. En el caso del TSP la elección del punto de partida es indistinta ya que el objetivo es cubrir todos los puntos obteniendo el camino de menor distancia. Así, una vez cubierta la totalidad del padrón por donde se empieza no tiene importancia. En nuestro caso la variable no es simplemente la distancia y el resultado no cubre todos los puntos ni tampoco sintetiza un camino real sino más bien una ruta ficticia que representa la mejor cobertura en cuanto a la relación distancia/volumen. Es por esto que la elección del punto de partida es clave para el desarrollo de la corrida.

Para definir el mismo se pueden considerar numerosas variables que derivan en distintas alternativas. Las analizadas son en primer lugar elegir la farmacia de mayor volumen de la región, luego elegir una farmacia de la localidad "centro" de la región y finalmente una combinación geográfica/volumen. A continuación se describen las metodologías y resultados de las mismas.

En primer lugar se define la estrategia más simple que es empezar a iterar a partir del nodo de mayor potencial (farmacia de mayor volumen de ventas). En este caso si se realiza un ranking de las farmacias de la región por volumen se ve que la primera está ubicada en Salta capital. Sin embargo, las tres siguientes en volumen están situadas en Tucumán capital.

Otra alternativa es elegir el punto de partida teniendo en cuenta la ubicación. En este caso se debe empezar por el epicentro de la región. Para la determinación del mismo en este caso se utilizó la matriz de distancias entre localidades. Se realiza la suma de las distancias de cada localidad al resto obteniendo como "localidad centro" la que menor distancia totalice. Como resultado se obtiene como centro de la región la localidad J.B. Alberdi ubicada en el Norte de Tucumán Capital. San Miguel de Tucumán le sigue en el ranking por unos pocos km. En el mapa que se muestra a continuación se puede ver la región con la localidad mencionada marcada. Se ve que gráficamente no está en el centro de la región sino que se encuentra ubicada levemente hacia el sur. Esto se debe a que al norte de la región se tienen en cuenta pocas localidades por tratarse de lugares de muy poca densidad de población.



Figura 21: Determinación de la región y su centro.

Finalmente se puede considerar comenzar el proceso de selección por la sub-región que mayor potencial de venta acumule. Como el proceso itera a partir de puntos de venta, para este criterio hay que elegir el punto de mayor potencial de la sub-región detallada. Para el caso la sub-región son las localidades, siendo la de mayor volumen de venta San Miguel de Tucumán. Por lo tanto según este criterio se debe comenzar el análisis por la farmacia de mayor volumen de San Miguel de Tucumán.

Teniendo en cuenta el modo de operar del proceso y los criterios descriptos se opta por tomar como primer nodo para la iteración la farmacia de mayor volumen de San Miguel de Tucumán. Por más que esta no sea la que mayor volumen maneja de la región, está en el epicentro y además pertenece a la localidad que más volumen maneja. Esto lleva a que en la iteración tanto por ubicación como por volumen se comience por el centro de la región.

4.9.3 Desarrollo

La herramienta que se viene describiendo comienza a operar a partir de que se le indica el primer nodo, el peso que se le quiere dar en la categorización a la cobertura (grado de la potencia a la cual se eleva el volumen en la variable) y la cantidad de puntos que se desean obtener. Además hay que alimentar la herramienta mediante una matriz de distancias asociada a los puntos de venta. Luego comienza la operación obteniendo como solución la cantidad de puntos que se visitarán junto con la distancia total del recorrido. A continuación se detallan los dos principales pasos que va realizando la herramienta.

Cálculo de la variable categorización

Todo el desarrollo que se describe depende de la variable categorización. Esta variable es particular de cada punto. Por lo tanto la herramienta para seleccionar los nodos que se

van a visitar debe poder calcular esta variable punto a punto. Es decir, en primer lugar se deben tener los puntos categorizados por la variable para luego elegir el de mínima "distancia", como es el desarrollo de la heurística del próximo más cercano. Para poder realizarlo son necesarios tres datos: potencial del punto (volumen de venta), ubicación del punto (localidad asociada a la farmacia) y ubicación del punto elegido anteriormente (localidad de la farmacia desde la que se viaja).

Los primeros dos datos salen de la base de datos de la cual se alimenta la herramienta que consiste en un padrón de puntos de venta con su correspondiente ubicación y potencial. El tercer dato es el más complejo de asociar. Para esto hay que describir como se desarrolló la herramienta. En primer lugar en una hoja se van registrando los puntos que son seleccionados para visitar en su respectivo orden. Es así como se puede calcular en cada paso de la selección la variable de distancia teniendo en cuenta como punto de partida el nodo anteriormente seleccionado y como posibles destinos el resto del padrón. Así es como queda definida una matriz de $A \times B$. Siendo A la cantidad de puntos que se desean visitar y B la cantidad de puntos que componen el padrón. A esta matriz lo único que le resta para lograr la variable categorización es dividir las distancias por el potencial de venta elevado a la potencia previamente definida.

Esta matriz se definió en una hoja de Excel con fórmulas asociadas a la base de datos de farmacias que tiene la localidad y el volumen de venta de las mismas. Además el cálculo está asociado con el registro de las farmacias que van siendo elegidas para poder ir a buscar a la matriz de distancias las respectivas distancias requeridas. En el anexo se pueden ver las tablas a las que se hace mención.

Selección del punto a visitar

La selección de los puntos a visitar es la heurística del próximo más cercano en sí. Una vez que se tiene mediante fórmulas los cálculos para que las categorizaciones de las farmacias queden en relación con el punto desde el cual se encuentra el agente, hay que seleccionar el que representa la menor distancia.

Para empezar con la selección se toma como referencia el primer nodo que se definió como el criterio descripto anteriormente. Una vez en aquel nodo se ven las distancias que representa moverse a otro nodo (costo) y el volumen que va a ser cubierto una vez que se llegue al otro nodo (beneficio). Aquí es cuando el Excel tiene una limitación por lo que hay que realizar el cálculo mediante una macro programada en Visual Basic.

Cuando uno quiere seleccionar un nuevo nodo, hay que buscar el que mayor beneficio reporte en base a las categorizaciones. La limitación que tiene la matriz con las farmacias

categorizadas es que incluye las farmacias previamente seleccionadas. Es así como el mayor beneficio sería visitar la cantidad de veces que se haya seleccionado el mismo punto (no tiene costo de traslado y representa el mayor potencial de venta). Por esto el proceso de selección corre por medio de una macro que realiza la selección del mejor punto según la categorización, lo registra y luego elimina el punto de la matriz de selección. Una vez que elimina el nodo previamente registrado, pasa a seleccionar el siguiente, repitiendo este proceso tantas veces como puntos se requieran visitar. El detalle de la Macro se puede ver en el anexo.

4.9.4 Resultados

A continuación se detallan los resultados al aplicar la metodología descripta a la base de datos de farmacias de la región definida como NOATH. La misma está compuesta por 1062 farmacias situadas en 37 localidades. Se planteó para cubrir 220 farmacias y se corrió para los valores de $n = 2$ y 3 en la variable categorización.

Para $n = 2$ la cobertura es del 71% visitando la siguiente cantidad de farmacias por localidad:

Localidades	# Farmacias
Salta, SALTA BARRIO PQUE. TRES CERRIT	43
Tucumán, SAN MIGUEL D.TUCUMAN BARRIO	41
Catamarca, CATAMARCA (SAN FDO.- DEL VALLE)	26
Santiago del Estero, SANTIAGO DEL ESTERO	25
Jujuy, SAN SALVADOR D.JUJUY	24
Tucumán, CONCEPCION	11
Santiago del Estero, LA BANDA	8
Tucumán, YERBA BUENA	6
Tucumán, FAMAILLA	5
Tucumán, MONTEROS	5
Catamarca, AGUA COLORADA	3
Salta, GRAL GUEMES	3
Tucumán, BANDA DEL RIO SALI	3
Tucumán, J. B. ALBERDI	3
Tucumán, SIMOCA	3
Catamarca, VALLE VIEJO	2
Jujuy, PALPALA	2
Salta, POCITOS/ACAMBUCO	2
Tucumán, ALDERETES	2
Tucumán, LULES	2
Salta, ROS. DE LA FRONTERA	1
Total general	220

Tabla 10: Localidades visitadas con $n=2$.Elaboración propia.

Para $n = 3$ la cobertura es del 73% visitando la siguiente cantidad de farmacias por localidad:

Localidad	# Farmacias
Santiago del Estero, SANTIAGO DEL ESTERO	45
Tucumán, SAN MIGUEL D.TUCUMAN BARRIO	37
Jujuy, SAN SALVADOR D.JUJUY	21
Salta, SALTA BARRIO PQUE. TRES CERRIT	16
Santiago del Estero, LA BANDA	16
Catamarca, CATAMARCA (SAN FDO.- DEL VALLE)	11
Santiago del Estero, FRIAS	7
Salta, TARTAGAL	6
Santiago del Estero, TERMAS DE RIO HONDO	6
Santiago del Estero, AÑATUYA	5
Tucumán, CONCEPCION	5
Salta, SAN RAMON DE ORAN	4
Tucumán, FAMAILLA/AGUA BLANCA	4
Tucumán, MONTEROS	4
Tucumán, YERBA BUENA	4
Tucumán, BANDA DEL RIO SALI	3
Tucumán, J. B. ALBERDI	3
Tucumán, SIMOCA	3
Tucumán, TAFI VIEJO	3
Catamarca, AGUA COLORADA(BELEN)	2
Catamarca, VALLE VIEJO	2
Jujuy, PALPALA	2
Salta, GRAL GUEMES	2
Salta, METAN	2
Salta, POCITOS/ACAMBUCO	2
Tucumán, ALDERETES/ABRA RICA	2
Tucumán, LULES	2
Salta, ROS. DE LA FRONTERA	1
Total general	220

Tabla 11: Localidades visitadas con n=3. Elaboración propia.

Como se puede ver la cantidad de localidades a cubrir aumenta de 21 a 28 y como se puede ver en el recorrido armado para este caso la cantidad de km aumente un 80 % llegando a 2.464 km.

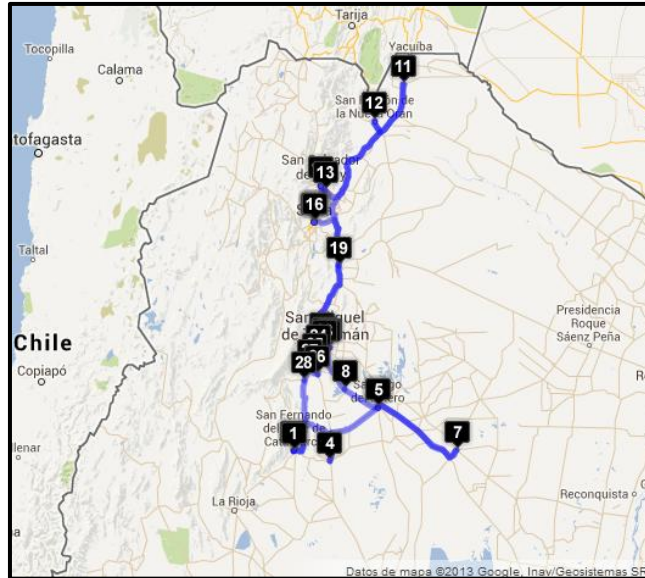


Figura 23: Ruta para $n=2$ obtenida con Optimap.

4.10 Discusión de resultados

A continuación se presenta en la Tabla 12 un resumen de los resultados obtenidos por los dos métodos desarrollados.

	Ranking		Proximo más cercano	
	$n=2$	$n=3$	$n=2$	$n=3$
Cobertura	60%	69%	71%	73%
Distancia	1988km	2533km	1930km	2464km
Cantidad de localidades	21	28	21	28

Tabla 12: Comparación entre resultados de ambos métodos. Elaboración propia.

Como se puede ver, tanto para un $n = 2$ como un $n = 3$, el método del próximo más cercano obtiene mejores resultados frente al método de ranking. En ambos casos obtiene mayor cobertura y menor distancia. Por lo tanto lo que se puede inferir de los resultados expuestos es que, el primero realiza un análisis para el caso en cuestión mejor que el segundo. Se puede ver claramente observando la cantidad de localidades visitadas en cada caso, ya que se visita la misma cantidad pero no las mismas, pues se obtiene una diferencia de kilometraje y de cobertura también.

Era de esperarse una mejor solución de este método, ya que tiene una complejidad mayor, tomando más variables en cuenta. Sin embargo, creemos que el método de ranking es un método muy simple mediante el cual se puede dar validez a los criterios tenidos en cuenta en una primera impresión. A continuación se desarrolla un análisis en detalle de los resultados obtenidos por cada método.

4.10.1 Próximo más cercano

Los resultados que se detallaron previamente aplicando la heurística del próximo más cercano fueron obtenidos al aplicar determinadas condiciones iniciales a la herramienta. Algunas condiciones como puede ser la cantidad de farmacias a visitar no pueden ser controladas ya que está definido por la cantidad de farmacias que puede cubrir un recurso en un horario de trabajo normal teniendo en cuenta los viajes que el mismo debe realizar. Por lo tanto se tomó para analizar las soluciones como variable de control el peso que se le da a la cobertura en la variable categorización, representado por la potencia n .

Teniendo en cuenta que la metodología aplicada tiene como base minimizar las distancia y que en realidad la solución que se busca debe a su vez maximizar la cobertura se comienza dándole un peso considerable al volumen de venta definiendo al $n = 2$. Se obtiene como resultado una cobertura 71% recorriendo 1.930 km para llegar a 21 localidades. El resultado es una cobertura aceptable considerando el estado actual descripto. Sin embargo se dejan afuera de visita farmacias que tienen importancia si se realiza un ranking por volumen. Este es el caso por ejemplo de farmacias en San Ramón de Orán y Tartagal, localidades de Salta que por más que se encuentren alejadas del centro de la región, alojan farmacias importantes en cuanto a volumen. Realizando un ranking ahora por volumen en dichas localidades se encuentran tres farmacias que ocupan puestos entre el 25 y el 40. Otras localidades que tienen potencial de venta considerable pero quedaron afuera por ubicación son Añatuya en Santiago del Estero y Metán en Salta. Es por esto que se elige realizar un análisis con una categorización más agresiva en cuanto a cobertura asignando $n = 3$.

Como se esperaba conseguir con esta nueva categorización aumenta tanto la cobertura como la cantidad de km que hay que cubrir para visitar una mayor cantidad de localidades. En resumen la cobertura llega a 73 % recorriendo 2.464 km para cubrir 28 localidades. En una primera comparación se puede ver que la cobertura aumenta tan sólo 3 puntos mientras que la cantidad de km que hay que recorrer para lograrlo significa un aumento de casi el 80 %. Uno de los puntos que hay que destacar y que explica el aumento en la cantidad de localidades a recorrer es que en 17 de estas se atienden menos de 5 farmacias. Además en 8 de las mencionadas sólo se va por dos puntos de venta mientras que en una se atiende uno sólo. Esto además de ver la ineficiencia en cuanto a recorrido sobre cobertura desde el punto de vista teórico, sería imposible de llevar a la práctica ya que tendríamos a un recurso permanentemente de gira con todos los costos que las mismas implican.

Para concluir acerca de los resultados se puede mencionar que seguir aumentando la influencia del volumen en la categorización significaría aumentar las localidades y reducir la cantidad de puntos a visitar en las mismas. Esto por más que aumente la cobertura no tendría sentido teniendo en cuenta la relación costo beneficio ya que a un pequeño aumento de la cobertura le corresponde un gran aumento de localidades (cada vez más alejadas) y por lo tanto grandes distancias por recorrer. Cómo también se mencionó desde el punto de vista práctico tampoco se podría llevar a cabo teniendo en cuenta la cantidad de giras que esto significaría. Para resumir la validez de los resultados mencionados, se realiza un gráfico con distintas corridas haciendo variar la variable de control categorización. Si se quiere predecir el costo en distancia al aumentar la cobertura se ve que mediante una función exponencial se obtiene una correlación significativa. Como se dijo la función exponencial valida la relación presumida. Esta función tiene como característica que su derivada (lo que significaría para nuestro caso la variación de distancia respecto una variación de cobertura) toma el mismo valor que la función (en nuestro caso la cobertura). Por lo tanto, cuanto mayor sea la cobertura, más distancia se debe recorrer para aumentar el valor de la misma.

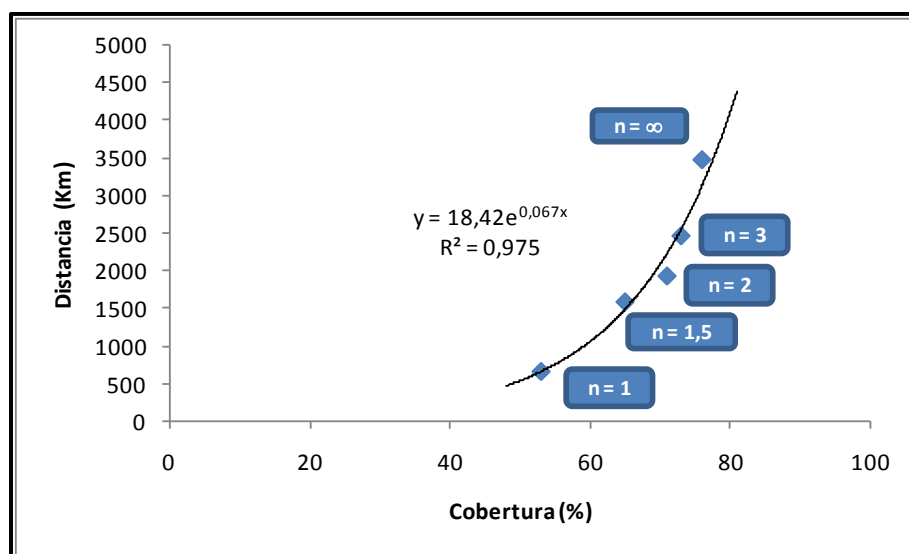


Figura 24: Relación entre Cobertura y distancia. Elaboración propia.

Presentar los resultados mediante esta curva puede ser de gran ayuda a la hora de definir la importancia que se le da a la cobertura sobre la distancia a recorrer. Es decir, un laboratorio puede elegir en que punto de la cobertura quiere ubicarse definiendo la distancia que están dispuestos a que el visitador recorra obteniendo una determinada cobertura. Luego, mediante el "n" que define el punto elegido, se corre la iteración del próximo más cercano obteniendo los puntos a visitar.

Una vez validados los resultados se puede decir que una decisión razonable es tomar la solución que se obtiene con una categorización de $n = 2$. Para este valor, el aumento de cobertura significa ya un costo demasiado elevado.

4.10.2 Ranking

Partiendo de la misma base enunciada al principio del subtítulo anterior, se realizan las conclusiones de los resultados para el método de ranking.

Considerando las dos opciones de solución provistas para este método, teniendo en cuenta el porcentaje de cobertura de ambas, sumado al análisis de las distancias se puede concluir que la opción 2, aquella que toma un $n=3$ sería mejor frente a la opción 1. Para el análisis se toman como factores de importancia el aumento de la cobertura, ya que se tiene un 9% más, lo cual es considerable, frente a un aumento también de kilómetros a recorrer de alrededor de 550, lo cual no es tan significativo. A su vez con un $n=2$, lo que se puede ver en cuanto a la cantidad de farmacias que visita por localidad es que hay una predominancia casi absoluta de Tucumán. En esta localidad, visita 141 farmacias lo cual, demuestra que la distancia está siendo priorizada por sobre el volumen. Cuando se ve las localidades que visita con un $n=3$, se puede apreciar que existe una distribución mucho mas pareja, además de visitar 7 nuevas localidades, (28 en vez de 21), la cantidad de farmacias visitadas en Tucumán disminuye significativamente. Para resumir la validez de los resultados mencionados, se realiza un gráfico con distintas corridas haciendo variar la variable de control categorización, en el cual se puede apreciar que se ajusta a una recta lineal con un R^2 de 0.98, pero en cierta manera es ficticio pues es válido hasta $n=3$. A medida que aumenta n hay un salto en las distancias a recorrer, se puede apreciar que entre un n de 3 y un n tendiendo a infinito hay un gran incremento de distancia, todos los puntos están por sobre la línea de tendencia y se debe a que se comienza a visitar casi la totalidad de las localidades que componen las primeras 220 farmacias de mayor volumen. Lo que quiere decir que el método pierde fuerza pasado el $n=3$ y comienza a comportarse como un ranking tomando como única variable el volumen de venta.

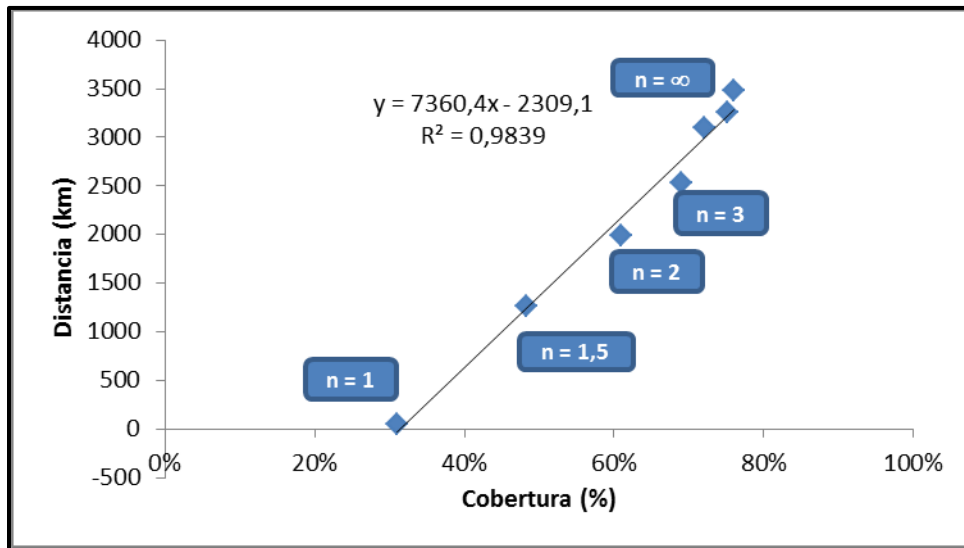


Figura 25: Relación entre cobertura y distancia. Elaboración propia.

Capítulo 5

APLICACIONES PARA UN FUTURO ANÁLISIS

5.1 Soluciones de mayor complejidad

Como se mencionó en el capítulo de descripción del problema, existen heurísticas más complejas que permiten aproximarse mejor a una solución óptima del problema del agente viajero. Dado el alcance del presente estudio fueron descartadas, sin embargo pueden ser tenidas en cuenta si se quisiera seguir desarrollando el estudio.

5.2 Programación de las visitas

El estudio que se desarrolló busca optimizar el proceso de visitas, poniendo énfasis en la cobertura, optimizando las zonas que debe cubrir cada visitador. Por lo tanto en una segunda etapa, se podría desarrollar complementariamente una herramienta para la programación semanal de las visitas. El mismo deberá arrojar semanalmente a que zona, por ende puntos de venta debería cubrir el visitador cada día. En esta etapa lo que se buscaría es una programación de la vuelta que realiza mensualmente cada visitador, permitiendo optimizar las distancias y los tiempos. Otro beneficio que podría traer además de controlar semanalmente que zonas asiste cada visitador, que se esté cubriendo en una vuelta el padrón completo asignado.

Esta programación podría complementarse mediante una aplicación con la utilización de un GPS. Esta aplicación desarrollada por el laboratorio debe permitir, en primer lugar informar al visitador la programación semanal y en segundo lugar permitir un seguimiento satelital del visitador, pudiendo por un lado controlar a este y a su vez asistirlo.

5.3 Sistemas de Información Geográfica

Como se tuvo en cuenta en el trabajo los laboratorios manejan un volumen de información de mercado considerable, el cual sería de gran ayuda tenerla disponible en el proceso de visitas. Un GIS podría resumir y brindar toda esta información de una simple y práctica. Mismo también se podría utilizar un GIS a la hora de optimizar las rutas en cuestión.

5.3.1 Introducción

Un Sistema de Información Geográfica (SIG o GIS, en inglés) es una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñada para capturar, almacenar, manejar, analizar, modelar y representar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión. También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información.

El SIG funciona como una base de datos con información geográfica (datos alfanuméricos) que se encuentra asociada por un identificador común a los objetos gráficos de un mapa digital. De esta forma, señalando un objeto se conocen sus atributos e, inversamente, preguntando por un registro de la base de datos se puede saber su localización en la cartografía.

El funcionamiento básico de un SIG pasa por las siguientes fases:

- ❖ Entrada de la información en el sistema, ya sea digital o pendiente de digitalización.
- ❖ Almacenamiento y actualización de las bases de datos geográficamente, es decir, georreferenciar la información mediante coordenadas geográficas de latitud y longitud.
- ❖ Análisis e interpretación de los datos georreferenciados.
- ❖ Salida de la información en forma de productos diferentes, que dependerán de las necesidades del usuario.

Los SIG facilitan el trabajo del profesional, ya que separan la información en capas temáticas y las almacena de forma independiente, haciendo más rápida y sencilla la tarea final de relacionar la información existente para la obtención de resultados.

Además, utilizando álgebra de mapas es posible generar nuevas capas de información, ya sea mediante consultas, intersección de capas o usando operadores.

Hay dos modelos distintos de capas de información de los GIS: capas vectoriales y capas raster. En su forma más simple, un ráster consta de una matriz de celdas (o píxeles) organizadas en filas y columnas (o una cuadrícula) en la que cada celda contiene un valor que representa información, como la temperatura.

En las capas de tipo/modelo vectorial, la representación es mediante tres tipos de entidades:

- ❖ Punto: consta de un par de coordenadas; representa una ubicación puntual, como por ejemplo un molino, el lugar donde se tomó una muestra de suelo o se midió la profundidad de napa, etc.
- ❖ Línea: es una sucesión de puntos unidos entre sí formando una única entidad; se representan mediante líneas: caminos, alambrados, tuberías, red de electrificación, etc. Normalmente el software calcula automáticamente la longitud de las líneas.
- ❖ Polígono: Una línea cuyo punto final es igual al inicial, delimitando así un área. Se utiliza para representar lotes, sectores homogéneos, etc. Normalmente el software calcula automáticamente el área y el perímetro de los polígonos. Cada entidad está identificada a fin de asociarla a un registro de la base de datos alfanumérica.

5.3.2 Aplicaciones actuales

Un SIG puede usarse para el seguimiento dinámico de sucesos, como ser un huracán o el comienzo de una epidemia (ESRI,2009). Una gran parte de compañías y organizaciones están poniendo sus ojos en este tipo de sistemas. Así, uno de los usos más comunes son los mapas de los populares GPS, aunque las aplicaciones están siendo cada vez más complejas y robustas. En lo que respecta a los negocios se puede mapear los datos de manera demográfica para conocer más el mercado y llegar de mejor manera al consumidor. Por ejemplo un negocio de ropa cuyo objetivo sean las personas maduras, pueden crear mapas de donde vive gente mayor, para así enfocar sus campañas de marketing y ventas más específicamente. Los SIG también son utilizados por las organizaciones para encontrar patrones ocultos que pueden mejorar su rendimiento , otorgando mayor rentabilidad y eficiencia en las tareas.

El impulso de este tipo de tecnología se está produciendo tanto desde la escena privada, con iniciativas lucrativas (el archiconocido ARCGis de ESRI y sus diferentes versiones) y software libre; como desde la pública.(SIG agropecuario)

Otra de las herramientas más utilizadas, sobre todo por el usuario no especializado, son los visores GIS on-line, que permiten una visualización rápida de los datos, aunque no suelen permitir su edición ni modificación. Dentro de estos, Google Earth es el más conocido.

Tradicionalmente el GIS ha sido utilizado en el área medioambiental donde se utilizan, por ejemplo, para gestionar la masa forestal o los posibles riesgos de incendios en las temporadas veraniegas. Por otro lado destaca su uso en mantenimiento de equipamientos e infraestructura, seguridad y emergencias.

Es una herramienta que se utiliza en gran medida también para obtener información que resulte relevante a las decisiones del ámbito agropecuario, el estudio de las características demográficas, sociales y económicas de la población en un área determinada ofrece a las empresas y sus departamentos de ingeniería, IT, marketing y desarrollo, información valiosa para su toma de decisiones.(moreno, 2010) Así, algunas de las aplicaciones más extendidas en la empresa privada, son aplicaciones de geomarketing que permiten responder a preguntas como ¿dónde se encuentra localizada mi competencia y cuáles son sus áreas de influencia?, ¿dónde hay vacíos de negocio, zonas desatendidas y/o clientes potenciales? Asimismo, su uso se extiende a aplicaciones en ingeniería civil con el objetivo de conseguir una optimización de instalación, mantenimiento y reparación de las infraestructuras, trazado de infraestructuras, gestión y mantenimiento de infraestructura de energía.

Otra área donde ha tomado importancia el GIS es en la investigación en biología. Las aplicaciones en este campo son prácticamente infinitas y dependen, en gran medida, del conocimiento y talento del propio investigador, que le hará conseguir mayor o menor rendimiento de esta herramienta.

Calcular el área de distribución potencial de una especie, definir los límites territoriales de un espacio protegido, estimar el daño por ruido producido en las zonas periféricas de los aeropuertos, realizar seguimientos de individuos, o calcular la capacidad de carga ganadera de un espacio determinado, son varios ejemplos de lo que ya se puede llevar a cabo de manera rápida y efectiva gracias a los SIG.

Por último, los sistemas GIS también se están utilizando en aplicaciones de hidrología, gestión del ciclo integral del agua, aplicaciones de gestión aeroportuaria y de estudios de impacto ambiental y ruido y aplicaciones en empresas de gestión de infraestructura, ya que permite a las compañías contar con herramientas de diseño, planificación, gestión y mantenimiento de sus redes con interfaces gráficas y alfanuméricas.

5.4 Extrapolación a problemas similares

El proceso sometido a análisis en el presente trabajo se puede definir de manera generalizada como optimización de la cobertura de puntos de venta para un canal atomizado. Con esta generalización se puede extrapolar el desarrollo realizado a otras industrias y canales de venta. Un ejemplo claro de esto sería para una empresa de consumo masivo que quiere optimizar la cobertura en autoservicios. La cantidad de puntos de venta en este canal es similar a las farmacias. Se pueden encontrar 8.672 autoservicios en el país de los cuales el 70% son uni-bocas (no pertenecen a una cadena

en particular)¹². Es así como el estudio se puede tomar como punto de partida en la resolución de problemas de características similares.

¹² Datos extraídos del informe "Relevamiento sobre supermercados en Argentina" de la Federación Argentina de empleados de comercio y servicios.

Capítulo 6

CONCLUSIONES

La efectividad del proceso de visitas a farmacias por parte de representantes de un laboratorio farmacéutico depende de la elección de los puntos por los que se pasa. En el estudio se lograron desarrollar herramientas para optimizar paso a paso la cobertura de farmacias por parte de los representantes.

En el primer paso, al definir las regiones que dividen al país utilizando polígonos de Thiesen, se logran reducir las distancias recorridas por los visitantes. La compañía a la cual se tuvo acceso define las zonas tomando como referencia los límites geopolíticos (agrupación de provincias). Por lo tanto hay varios casos en los que el visitador de una determinada región viaja a una localidad que en realidad se encuentra a una distancia menor si se viaja desde el centro de otra zona. Con las regiones definidas a partir de centros y la generación de polígonos de Thiesen, todas las localidades pertenecen a una zona por ser el centro de esta el más cercano que encuentran. Además al tener en cuenta el potencial de venta en la elección de los centros que definieron las regiones, se logró acotar el problema, pudiendo analizar una zona en particular para luego extrapolar los resultados obtenidos en la misma.

En el segundo paso se logró validar un método para asignar los puntos de venta a los visitantes obteniendo altos grados de cobertura. Al comenzar con el método del ranking se pudo validar la variable categorización (volumen de venta/distancia) y las herramientas utilizadas. En primera instancia se obtuvo una cobertura del 60% recorriendo 1988km. Al ponderar la categorización priorizando el potencial de venta por sobre la distancia, se obtiene una mayor cobertura implicando un recorrido más largo: 69% y 2533km. Al adaptar la heurística (desarrollada para el clásico *problema del viajante de comercio*) del próximo más cercano al problema en cuestión se obtuvieron resultados de gran efectividad para el proceso. Se aumenta la cobertura además de reducir la distancia del recorrido respecto del ranking para los distintos grados de ponderación de la categorización. La solución de mayor efectividad conseguida mediante esta heurística arroja una cobertura del 71% con una distancia de 1930 km.

Es importante destacar que se define la heurística del próximo más cercano para encontrar soluciones ya que no necesita de tiempos prolongados de procesamiento pero si tiene en cuenta las distancias punto a punto en cada iteración. Existen otros algoritmos de mayor complejidad que aplicados al clásico *problema de viajante de comercio* obtienen

mejores resultados pero que su adaptación y procesamiento aplicados al proceso en análisis serían de gran complejidad.

Los resultados del proceso varían de acuerdo al criterio que se elija. Al tomar como variable de control la ponderación de la categorización obteniendo como resultado una curva de Cobertura vs Distancia en donde un laboratorio pueda elegir donde ubicar a sus visitantes brinda un atractivo importante a la herramienta.

Finalmente se puede mencionar que para mejorar un proceso en primer lugar hay que poder medir y generar indicadores del mismo. La herramienta desarrollada estandariza la asignación de puntos de venta de visita mensual con una cobertura de la zona asociada a los visitantes. A partir de esto se pueden generar numerosas aplicaciones para medir el desempeño de los representantes. Esto para los grandes laboratorios es fundamental.

En resumen, se puede concluir que el estudio permite obtener soluciones de alta efectividad en la asignación de puntos de venta al representante de una compañía. Permitiéndole a la misma medir, controlar y mejorar el proceso que realizan sus recursos en los recorridos.

ANEXO

- ❖ Matriz de Farmacias seleccionadas x Padrón total con variable categorización calculada para el primer punto.

#Fcia	Vol	#Ranking	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
		Localidad	Tucumán, SA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	846547	Tucumán, SA	1,3954E-12	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
3	692988	Tucumán, SA	2,08233E-12	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
4	624106	Tucumán, SA	2,56734E-12	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
5	424769	Tucumán, SA	5,54236E-12	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
6	392956	Tucumán, SA	6,47608E-12	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
7	372910	Tucumán, SA	7,19104E-12	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
8	314032	Tucumán, SA	1,01403E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
9	296946	Tucumán, SA	1,13408E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
10	274942	Tucumán, SA	1,32287E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
11	269653	Tucumán, YEI	1,37527E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
12	235310	Tucumán, SA	1,80601E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
13	193299	Tucumán, SA	2,67634E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
14	193227	Tucumán, SA	2,67833E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
15	176958	Tucumán, SA	3,19345E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
16	170630	Tucumán, SA	3,4347E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
17	147819	Tucumán, SA	4,57656E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
18	138073	Tucumán, SA	5,24545E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
19	134146	Tucumán, SA	5,55705E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
20	131080	Tucumán, SA	5,82006E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
21	128399	Tucumán, SA	6,06564E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
22	127796	Tucumán, SA	6,12302E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
23	121425	Tucumán, YEI	6,78241E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
24	119658	Tucumán, SA	6,9842E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
25	115228	Tucumán, SA	7,53154E-11	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

- ❖ Macro que selecciona, registra y luego elimina los puntos de visita programada en Visual Basic.

Sub Selecc_Fcia()

' Copia y pega valores de la farmacia seleccionada

For i = 1 To 219

lugar = ActiveCell.Address

Selection.End(xlDown).Select

Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select

Selection.Copy

Selection.End(xlUp).Select

Range(lugar).Select

Selection.PasteSpecial Paste:=xlPasteValues, Operation:=xlNone, SkipBlanks _

:=False, Transpose:=False

```

' Elimina la fila de la farmacia anterior
ActiveCell.Offset(0, -1).Select
buscar = ActiveCell.Value
ActiveSheet.Next.Select
Selection.End(xlToLeft).Select
Selection.End(xlUp).Select
Range(Selection, Selection.End(xlDown)).Select
Selection.Find(What:=buscar, After:=ActiveCell, LookIn:=xlFormulas, LookAt _
:=xlPart, SearchOrder:=xlByRows, SearchDirection:=xlNext, MatchCase:= _
    False, SearchFormat:=False).Activate
ActiveCell.Select
Selection.EntireRow.Delete
ActiveSheet.Previous.Select
Debug.Printbuscar

ActiveCell.Offset(0, 1).Select
Next i

End Sub

```

BIBLIOGRAFÍA Y LECTURAS CONSULTADAS

- ❖ Emilia Subiza, 2011. Las farmacias sufren dolencias en la salud de sus cajas, para el diario La Nación. <http://www.lanacion.com.ar/1341869-las-farmacias-sufren-dolencias-en-la-salud-de-sus-cajas>.
- ❖ Álvaro de, J. Carmona, J., Monsalve, J. Año 2002: Sistemas de información Geográficos.
- ❖ Becher y Asociados S.R.L. Auditores y consultores. Laboratorios e industria Farmacéutica. Octubre 2008. http://www.bdoargentina.com/downloads/reporte_sectorial/BDO_Reporte_Sectorial_2.pdf.
- ❖ Asociación Argentina de Propaganda Médica. Informe Industria Farmacéutica. Año 2009.
- ❖ Sitio Oficial del INDEC. <http://www.indec.gov.ar/>
- ❖ Marcos Gestal Pose. Introducción a los Algoritmos Genéticos. <http://sabia.tic.udc.es/mgestal/cv/aaggtutorial/tutorialalgoritmosgeneticos.pdf>
- ❖ INDEC. La Industria Farmacéutica en la Argentina. Primer Trimestre de 2008.
- ❖ CILFA. La Industria Farmacéutica y Farmoquímica en la Argentina. 2006. Cámara Industrial de Laboratorios Farmacéuticos Argentinos (CILFA).
- ❖ FUNDESEM Business school. Trade marketing. <http://www.fundesem.es>
- ❖ IMS HEALTH. www.imshealth.com
- ❖ Ministerio de Salud de la Nación. www.msal.gov.ar
- ❖ Ayoze Nicolás Fumero Alfonso. Google maps para la optimización de rutas. Año 2008.
- ❖ Clarke, G., Wright, W. Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. Operations Research 12 (1964) 568–581.
- ❖ Relevamiento sobre supermercados en Argentina, Federación Argentina de comercio y servicios. http://www.faecys.org.ar/Informe_Supermercados.pdf