

**UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN – CHILE
FACULTAD DE INGENIERÍA
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

*MODELO DE COORDINACIÓN PARA LA COMPRA DE
MEDICAMENTOS EN ESTABLECIMIENTOS DE SALUD
PUBLICA DE CHILE*

Por

César Rodrigo Ortiz Méndez

Profesor Guía:
Dra. Lorena Pradenas Rojas

Concepción, Agosto del 2013

Tesis presentada a la

**DIRECCIÓN DE POSTGRADO
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION**



Para optar al grado de

MAGISTER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Modelo de coordinación para la compra de medicamentos en establecimientos de salud pública de Chile.

César Ortiz Méndez
Agosto de 2013

Profesor guía: Dra. Lorena Pradenas Rojas
Programa: Magíster en Ingeniería Industrial

La falta de medicamentos en los Centros de atención de Salud Pública de Chile es un problema real, no existiendo una coordinación del abastecimiento entre centros de atención y el centro de distribución, quien recibe, almacena y despacha las entregas de los proveedores. Además, la dirección de los establecimientos de salud no tiene interés ni conocimiento de temas logísticos por lo que las mejoras son difíciles de implementar. En este estudio se propone un modelo sencillo que permite coordinar la demanda, minimizando los costos de transporte y compra de medicamento, evaluando además la implementación de centros de distribución.

Palabras claves: Centro de distribución, Centro de Atención de Salud, Cadena de abastecimiento.

Model of coordination for the medicine purchase in establishments of public health of Chile

César Ortiz Méndez
Agosto, 2013

Thesis Supervisor: Dra. Lorena Pradenas Rojas
Program: Master in Industrial Engineering

The lack of medicines in the Centers of attention of Public Health of Chile is a real problem, no existing a coordination of the supplying between centers of attention and center of distribution, that receives, store and dispatches the deliveries of the supplies. In addition, the direction of the health establishments does not have interest nor knowledge of logistic subjects reason why the improvements are difficult to implement. In this study a simple model sets out that allows to coordinate the demand, diminishing the costs of transport and medicine purchase, evaluating in addition the implementation to distribution centers.

Key words: Warehouse of distribution, Logistic Operator, Chain of Supplying.

Índice general

Capítulo 1

1. Introducción	8
1.1. Hipótesis y Objetivos.....	9
1.1.1. Hipótesis.....	9
1.1.2. Objetivo General.....	9
1.1.3. Objetivos Específicos.....	9

Capítulo 2

2. Revisión bibliográfica y descripción del problema	10
2.1.1. Sistema de salud en Chile.....	10
2.1.2. Diez hitos en la historia del sistema chileno de salud.....	11
2.1.3. Los beneficios de sistema de salud.....	12
2.1.4. Financiamiento.....	12
2.1.5. Autonomía Hospitalaria.....	15
2.2 Sector farmacéutico en Chile	15
2.2.1. Central Nacional de Abastecimiento (Cenabast).....	15
2.2.2. Laboratorios.....	18
2.2.3. Producción.....	18
2.2.4. Importaciones.....	19
2.2.5. Distribución y venta de medicamentos.....	19
2.2.6. Droguerías – distribución mayorista.....	20

2.3. Teorías de Inventario aplicadas a sistemas de salud **21**

2.3.1 Los sistemas de inventario en Hospitales los construyec cuatro áreas principales.....23

2.3.2 La eficiencia de un sistema de inventario puede ser mejorada considerando los siguientes aspectos.....23

Capítulo 3

3. Materiales y métodos **34**

3.1 Organización Servicios de Salud en Chile.....34

3.1.1 Atención Primaria.....34

3.1.2. Atención Secundaria y Terciaria.....34

3.1.3. Servicios de atención de urgencia pre hospitalaria.....35

3.2 Modelo matemático.....39

3.2.1 Parámetros..... 41

3.2.2 Variables.....42

3.2.3 Modelo de programación lineal.....42

3.2.4 Función Objetivo.....42

3.2.5 Restricciones.....43

Capítulo 4

4 Resultados **44**

4.1 Generación de instancias.....44

4.2. Resultados Modelo.....47

4.2.1 Modelo pequeño47

4.2.2 Modelo Pequeño 2.....49

4.2.3 Modelo mediano 1.....	50
4.2.4 Modelo mediano 2.....	51
4.2.5 Modelo grande 1.....	52
4.2.6 Modelo grande con un centro de atención de gran tamaño en su centro geográfico.....	53
4.2.7 Modelo grande con costos de centro de distribución igual a cero.....	54

Capítulo 5

Conclusiones	56
Referencias	59

Indice de Figuras

Figura 1 Diagrama del servicio de salud chilena.....	10
Figura 2 Diagrama Sector farmacéutico en Chile.....	17
Figura 3 Participantes del proceso de consumo de medicamentos.....	21
Figura 4 Equilibrios en los sistemas logísticos.....	33
Figura 5 Diagrama con un centro de distribución.....	39
Figura 6 Diagrama con más de un centro de distribución.....	39
Figura 7 Modelo esquematizado con un único centro de distribución y tres proveedores.....	40
Figura 8 Modelo esquematizado con dos centro de distribución y tres proveedores.....	40
Figura 9 Envíos dede Centro de Distribución a Centros de Atención mas cercanos.....	46
Figura 10 Envíos desde Centro de Distribución a todos los Centros de Atención.....	46

Indice de Tablas

Tabla 1 Intereses de las distintas áreas hospitalarias con respecto a la información de los medicamentos.....	24
Tabla 2 Ejemplos de toma de decisiones estratégicas, tácticas y operativas.....	32
Tabla 3 Número de establecimientos de salud por región de Chile.....	36
Tabla 4 Número de elementos a considerar en pruebas.....	44
Tabla 5 Resultados para el modelo pequeño 1.....	47
Tabla 6 Resultados para el modelo pequeño 2.....	49
Tabla 7 Resultados para la instancia de tamaño medio 1.....	50
Tabla 8 Resultados para la instancia de tamaño medio 2.....	51
Tabla 9 Resultados para la instancia grande 1.....	52
Tabla 10 Modelo grande con un centro de atención de gran tamaño en el centro geográfico.	53
Tabla 11 Problema grande con costos de centros de distribución igual a cero	54

Indice de Anexos

Anexo 1 Precio de los medicamentos \$/und.....	61
Anexo 2 Demanda de los medicamentos por centro de atención und/año Modelo mediano.....	62
Anexo 3 Oferta proveedores Und/año Modelo mediano.....	64
Anexo 4 Costo flete proveedor a centro de distribución (\$/und) modelo mediano.....	65
Anexo 5 Costo de transporte de medicamentos desde centros de distribución a centros de atención de salud (\$/und) modelo mediano.....	66
Anexo 6 listado de medicamentos consumidos por mes en consultorio Dr. José Durán Trujillo de la comuna de San Carlos VIII región de Chile (26.000 habitantes).....	70
Anexo 7 Salida modelo pequeño valores distintos a cero.....	73
Anexo 8 Salida problema mediano.....	75
Anexo 9 Modelo en Lingo 13.0.....	81

Capítulo 1

Introducción

La falta de medicamentos en los centros de atención de salud pública de Chile es un problema real, el cual requiere una mejora urgente.

La cadena de abastecimiento de medicamentos en Chile se configura por aproximadamente setenta proveedores, un centro de distribución y más de dos mil centros de atención.

El centro de distribución u operador logístico se encarga de la recepción y distribución de medicamentos e insumos a las regiones de Chile, mientras que la región metropolitana realiza su abastecimiento en forma directa con los aproximadamente setenta proveedores.

Los participantes de la cadena de abastecimiento reconocen que los quiebres de *stock*, no se originan por una falta de oferta, sino más bien por un problema logístico y falta de recursos económicos de las municipalidades.

El modelo planteado permite tomar decisiones respecto a la implementación de Centros de distribución y las Cantidades de medicamento a ser comprados por los Centros de Atención, asignando proveedor y centro de distribución.

El propósito de este estudio es exponer que con un modelo de programación lineal sencillo se puede evaluar la implementación de centros de distribución de medicamentos a lo largo de Chile, lo que sumado a un cambio de asignación de los costos de transporte, permitirá eliminar los quiebres de stock en los Centros de Atención de Salud Pública.

1.1. Hipótesis y Objetivos

1.1.1 Hipótesis

Es posible optimizar la gestión en la distribución de medicamentos mediante un modelo y solución de Programación Lineal que permita la implementación de Centros de Distribución y cantidades de medicamento a ser comprada a cada proveedor.

1.1.2 Objetivo general

Diseñar un modelo que permita evaluar la implementación de centros de distribución de medicamentos a lo largo de Chile, minimizando los costos totales de transporte y compra de medicamentos.

1.1.3 Objetivos específicos

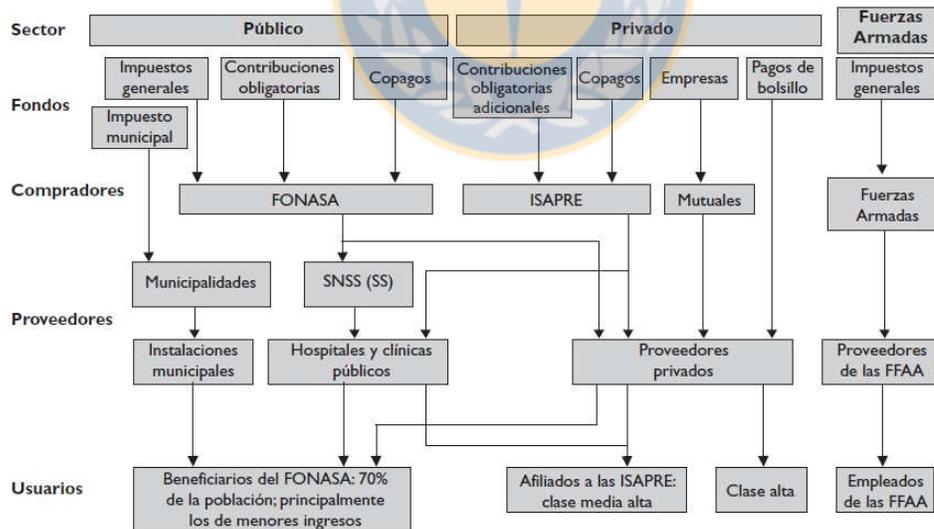
- Describir problema real existente en la distribución de medicamentos en el sistema de salud pública en Chile.
- Diseñar un modelo matemático para el problema anterior.
- Generar un conjunto de instancias para resolver el problema planteado
- Resolver con un software comercial el modelo planteado.
- Analizar resultados alcanzados.

Capítulo 2

Revisión bibliográfica y descripción del problema

2.1.1. Sistema de salud en Chile

De acuerdo con Becerril et al (2011), el sistema de salud en Chile, se compone por dos sectores: el público y privado. El sector público está formado por todos los organismos que constituyen el Sistema Nacional de Servicios de Salud y cubre aproximadamente el 70% de la población, incluyendo a los sectores de bajos ingresos del campo y las ciudades, la clase media baja y los jubilados, así como los profesionales y técnicos. El sector privado, cubre aproximadamente el 17.5% de la población perteneciente a los grupos sociales de mayores ingresos. Un pequeño sector de la población, perteneciente a la clase alta realiza pagos directos de sus bolsillos a proveedores privados de servicios de atención de salud. Alrededor de 10% de la población está cubierta por otras agencias públicas, fundamentalmente los Servicios de salud de las Fuerzas Armadas.



FONASA: Fondo Nacional de Salud
SNSS: Sistema Nacional de Servicios de Salud
FFAA: Fuerzas Armadas (Ejército, Marina, Aviación, Policía)

ISAPRE: Instituciones de Salud Previsional
SS: Servicios de Salud Regionales

Figura 1: Diagrama del servicio de salud chilena. Becerril-Montekio (2011)

2.1.2. Diez hitos en la historia del sistema chileno de salud

El sistema de salud en Chile y sus componentes presentan los siguientes hitos en los últimos 120 años:

1891 Organización y Atribución de las Municipalidades que las hace responsables de la higiene pública y el estado sanitario de la comuna.

1918 Primer Código Sanitario.

1924 Seguro Obrero Obligatorio que cubre riesgo de enfermedad, invalidez, vejez y muerte.

1942 Creación de la Dirección General de Protección a la Infancia y Adolescencia (PROTINFA) y del Servicio Médico Nacional de Empleados (SERMENA).

1952 Creación del Sistema Nacional de Salud (SNS) mediante la fusión de diversas instituciones para crear un organismo único encargado de la protección de la salud de toda la población.

1968 Consolidación de las Mutuales de Seguridad y creación del Sistema de Libre Elección para empleados públicos y privados.

1979 Fusión del SNS y SERMENA y reorganización del Ministerio de Salud para crear el Fondo Nacional de Salud (FONASA), los Servicios de Salud (regionales), la Central de Abastecimiento y el Instituto de Salud Pública.

1980 Municipalización de los establecimientos de atención primaria.

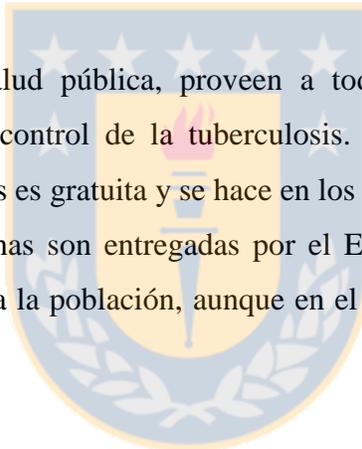
1981 Creación de las Instituciones de Salud Previsional (ISAPRE).

2003-2005 Reforma que da origen al Plan de Acceso Universal con Garantías Explícitas (AUGE)

2.1.3. Los beneficios de sistema de salud

El Sistema Nacional de Salud (SNS), a través de los 29 Servicios de Salud Regionales en todo el territorio, provee servicios ambulatorios y hospitalarios para los afiliados al FONASA. La atención primaria es administrada por los servicios municipales de atención bajo la supervisión del MINSAL, el cual establece las normas técnicas de funcionamiento.

Los servicios de salud pública, proveen a toda la población sin restricción o discriminación, vacunas y control de la tuberculosis. En el caso de la tuberculosis, la entrega de los medicamentos es gratuita y se hace en los establecimientos del sector público bajo supervisión. Las vacunas son entregadas por el Estado y su aplicación en el sector público es gratuita para toda la población, aunque en el sector privado la aplicación puede tener un costo.



2.1.4. Financiamiento

Los servicios públicos de salud se financian con impuestos generales, aportaciones de los municipios y copagos hechos por los afiliados a FONASA. Los fondos del sector privado provienen de las cotizaciones, aranceles y copagos tanto obligatorios como voluntarios de los afiliados a las ISAPRE y de los pagos directos que los usuarios de los servicios privados realizan al momento de recibir la atención. Todos los trabajadores están obligados a hacer una contribución al sistema de salud equivalente a 7% de sus ingresos gravables y pueden elegir pagar al FONASA o a alguna ISAPRE. La contribución es voluntaria para los independientes.

En 2003 el gasto total en salud se repartió de la siguiente manera: 27% proviene de impuestos generales, 17% de las cotizaciones pagadas por los trabajadores afiliados al FONASA, 16% de las cotizaciones pagadas por los afiliados a las ISAPRE, 7% de las cotizaciones voluntarias, 26% de gastos de bolsillo y 6% de aportaciones directas de los municipios.

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en 2007, el gasto total en salud en Chile como porcentaje del PIB fue de 6.2%, porcentaje menor al de Argentina (10%) y Brasil (8.4%) y similar al de Colombia (6.1%). El gasto público en salud representó 58.7% del gasto total en salud; el resto correspondió al gasto privado. En ese mismo año, el gasto per cápita en salud ascendió a 863 USD en dólares internacionales o 615 USD a la tasa de cambio promedio anual. El gasto público en salud es administrado por el FONASA y se destina al pago del sistema nacional de servicios de salud (SNSS) y los servicios municipales, la atención de indigentes y a diversos programas de salud pública. El gasto privado se divide en dos partes: alrededor de 47% corresponde a la contratación de planes de salud de las ISAPRE y el resto a gastos directo de los usuarios.

El año 2003, Chile disponía de 2177 establecimientos de atención de salud pública y privada. La gran mayoría de los establecimientos del sector público (1776) correspondían a centros de atención ambulatoria de especialidades, consultorios de atención primaria y puestos de salud rural. La atención hospitalaria de segundo y tercer nivel se brindaba en un total de 207 unidades clasificadas en cuatro diferentes tipos de hospitales de acuerdo a su nivel de complejidad y capacidad resolutive. El sector privado, por su parte, contaba sólo con 179 establecimientos: 45 hospitales de mutuales de empleadores y 134 hospitales y clínicas privados en lo que se refiere a la atención cerrada. En atención abierta existe una red no cuantificada de consultorios tanto de médicos individuales como agrupados.

El año 2003, en Chile alrededor del 13% del gasto total en salud correspondió a gasto en medicamentos. Este gasto se distribuye de manera extremadamente desigual entre los diferentes estratos socioeconómicos. El año 2002 el quintil más alto de ingresos gastó

en medicamentos 6.5 veces más que el quintil de ingresos más bajo. Esto se explica por el hecho de que el sector público entrega los medicamentos como prestación asociada a la consulta. El sistema público entrega prácticamente el total de los medicamentos que los pacientes necesitan. No obstante, de acuerdo con el Primer Estudio Nacional sobre Satisfacción y Gasto realizado entre 2005 y 2006, los hogares más pobres destinan sólo 4% de sus ingresos a gastos en salud, pero 57% de ese gasto se destina a la compra de medicamentos.

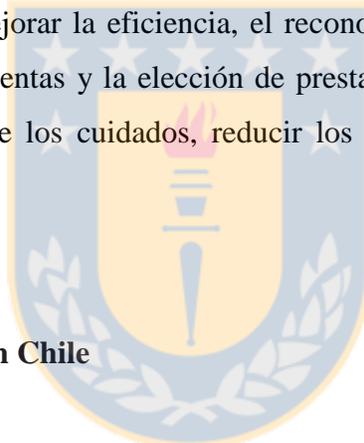
Los medicamentos innovadores o de marca, concentraron en 2002 poco más de 22% del volumen total de medicamentos comercializados y 43.3% de las ventas del sector. En términos de valor, el segundo lugar (49%) corresponde a los medicamentos genéricos de marca, que no siendo innovadores se venden bajo un nombre comercial. Estos medicamentos concentran 38.5% del volumen total de las ventas. Por último, los medicamentos genéricos comercializados utilizando el nombre de la sustancia activa concentraron 39.4% del volumen de ventas y 7.7% del valor. Esto se explica porque sus precios son considerablemente más bajos que los de los otros dos tipos de medicamentos. En Chile la mayoría de los medicamentos son importados, aun cuando son comercializados por laboratorios nacionales. La escasa producción nacional está altamente concentrada: de 62 empresas, diez controlan más del 50% del valor de las ventas y nueve acaparan 58.7% del volumen de los medicamentos vendidos. La comercialización está en manos de alrededor de 1 500 farmacias, casi 40% pertenecientes a cadenas, lo cual les permite controlar 90% de las ventas. Dentro del sector público, las compras y el control de la distribución de los medicamentos e insumos necesarios tanto para la atención personal a la salud como para los programas de salud pública son responsabilidad de una de las áreas del MINSAL, la Central de Abastecimiento (CENABAST). Debido al gran volumen de compras que realiza puede obtener mejores precios, aunque los hospitales públicos tienen la libertad de comprar a sus propios proveedores, excepto en el caso de los medicamentos de los programas de salud pública. El sector público dispone de un Listado de Medicamentos Esenciales así como con un Formulario Nacional. De acuerdo con la Política Nacional de Medicamentos de la Reforma de Salud de 2004, la meta es asegurar la disponibilidad y

acceso de toda la población a los medicamentos indispensables incluidos en este formulario.

2.1.5. Autonomía Hospitalaria

Según Méndez (2010), en Chile se implementa una reforma sanitaria dirigida a optimizar la organización del sistema, la priorización de intervenciones en salud y la implementación de hospitales con regímenes de autogestión. Así, la implementación de los establecimientos de autogestión en Red implica una política de recursos humanos que involucre nuevas herramientas para la gestión y la calidad de salud.

La autonomía busca mejorar la eficiencia, el reconocimiento de la responsabilidad no medicas, la rendición de cuentas y la elección de prestaciones por los usuarios. También, busca mejorar la calidad de los cuidados, reducir los costos y aumentar los excedentes institucionales.



2.2 Sector farmacéutico en Chile

A continuación se presentan las principales características que dispone el sector farmacéutico en Chile.

2.2.1. Central Nacional de Abastecimiento (Cenabast)

Principales objetivos: Utilizar la capacidad de compra del estado para obtener mejores condiciones y precios de medicamentos para uso en sector público.

Debilidades: Deficiente capacidad de gestión. Problemas de financiamiento.

Oportunidades: Utilizar el poder de compra para negociar mejores precios y condiciones, regulación del mercado, implementar un sistema de información que permita el monitoreo de su funcionamiento, redefinir su rol como central de abastecimiento.

La descentralización en los consultorios y hospitales es decir, el traslado de los recursos y la capacidad de decisión a los administradores locales (comunas), han propiciado que negocien la compra de medicamentos de manera independiente, y de acuerdo a sus condiciones, lo que tiende a reducir el poder que generaría una compra consolidada de la CENABAST.

Además, desde el punto de la gestión centralizada, la CENABAST no es completamente independiente ni tiene la suficiente autonomía para negociar precios en el mercado y actuar en forma rápida y flexible como exigen estas negociaciones.

Otro aspecto a tener en cuenta es que los municipios tienen una deuda con la CENABAST que supera los 10.000 millones. La CENABAST no tiene presupuesto propio para comprar sino que lo hace por cuenta y orden de los organismos que requieren los medicamentos, en consecuencia un atraso en el pago de los mismos repercute en forma directa sobre los proveedores y le quitan credibilidad al organismo. Estos atrasos en los pagos a los laboratorios constituyen otro factor que disminuye el poder de negociación de la CENABAST y la posibilidad de conseguir precios más convenientes por los productos comprados.

Los consultorios y hospitales solo compran a CENABAST un 40% de sus medicamentos, el resto lo hacen en forma descentralizada. Existe un lobby importante de los laboratorios sobre los mismos y consiguen precios especiales por comprar medicamentos que vencen a los 6 meses, no como CENABAST que debe comprar medicamentos que vencen a los 18 meses.

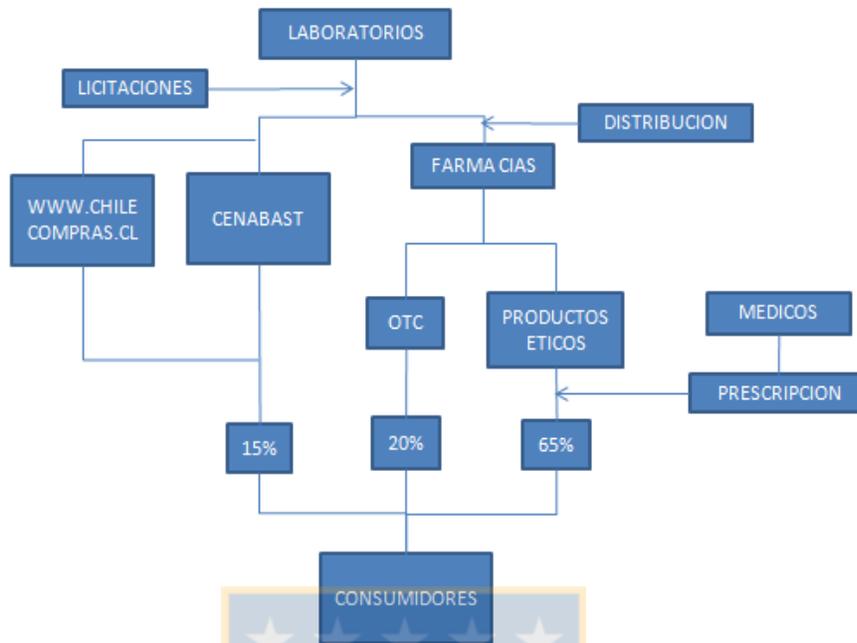


Figura 2: Diagrama Sector farmacéutico en Chile. Vasallo C. (2010).

- **Medicamentos de venta libre (OTC):** son aquellos que son comprados directamente por el paciente, sin la intervención de financiadores, por lo cual aquí la dinámica es semejante a la de un mercado competitivo.
- **Medicamentos éticos (o de venta bajo receta):** que a su vez pueden dividirse en: i) medicamentos éticos sin archivar receta, como por ejemplo las estatinas, y ii) medicamentos éticos con archivo de receta, como por ejemplo los psicotrópicos. En este submercado, a los actores clásicos de todo mercado, oferentes y consumidores, se suman los agentes encargados de la financiación y los agentes encargados de la prescripción.

- **Medicamentos de internación:** son aquellos que habitualmente son adquiridos en forma directa por hospitales y consultorios, o directamente a los laboratorios a través de licitaciones a cargo de la CENABAST.

El médico en Chile, por un lado, defiende que los medicamentos deben estar prescritos pero, por el otro, se arroga el derecho de prescribir por marca y no por nombre genérico. De esta manera, intenta conservar poder ante el paciente y el Estado, y convertirse en un sujeto clave para los laboratorios que intentan colocar sus nuevos productos de marca.

2.2.2. Laboratorios

Actualmente existen 70 laboratorios y droguerías, de los cuales, 42 son nacionales y 28 con capitales de origen extranjero. Estos últimos son filiales de multinacionales que operan a nivel mundial y se caracterizan por no contar con plantas productivas en el país. Por lo tanto, solo un total de 43 laboratorios cuentan con planta de producción. No obstante, el marco regulatorio admite muchas otras figuras, como las droguerías, que son empresas que importan y distribuyen, estatus en el cual están varias transnacionales como resultado del cierre de plantas durante los años 80 y 90.

2.2.3. Producción

El sector medicamentos aportó durante el año 2005 un 0,9% del PBI y las exportaciones representan un 1,2% de las exportaciones totales de la industria manufacturera. Un análisis de la oferta, muestra que se encuentra conformada, principalmente, por laboratorios nacionales que se dedican a la producción de productos libres de patente. Asimismo, se evidencia que las grandes inversiones de I&D están a cargo de las grandes corporaciones farmacéuticas y se realizan fuera del país.

2.2.4. Importaciones

Las importaciones de la industria farmacéutica pueden dividirse en 2 grandes categorías: a) importaciones de productos terminados, por parte de laboratorios filiales de las empresas transnacionales e b) importación de materias primas, por parte de laboratorios que fabrican medicamentos en el país.

Respecto de las materias primas, más del 90% de los principios activos son de origen importado, principalmente desde Estados Unidos (10,5%), seguido de Brasil, Alemania y Argentina, representando un 8% cada uno de ellos entre un total de 47 países.

2.2.5. Distribución y venta de medicamentos

La producción de los laboratorios llega a los consumidores a través de dos canales: la dispensa por los servicios en farmacias hospitalarias (15%) y la venta de las farmacias (85%). Mientras los consultorios y hospitales compran el grueso de los medicamentos en forma directa a los laboratorios, o bien a través de la CENABAST y el portal Chilecompra, las farmacias los adquieren en su práctica totalidad a través de los mayoristas farmacéuticos.

En algunos países, como República Dominicana y Brasil, se está avanzando hacia modelos de farmacias públicas que cuentan con un farmacéutico regente a cargo y pueden garantizar no solo la correcta asistencia farmacéutica a la población, entendida como continuidad de los cuidados médicos, sino también una adecuada gestión de inventarios y la alimentación de sistemas de información y control. Una Política Nacional de Medicamentos en Chile podría asumir como imagen objetivo el avanzar hacia servicios de farmacia con Responsabilidad Nominada sobre una determinada población a cargo. Entre otras cosas, esto facilitaría la distribución y el control.

2.2.6. Droguerías – distribución mayorista

Entre la fabricación de medicamentos y su venta a través de las farmacias, existe una importante logística llevada a cabo por la distribución mayorista. Gran parte del valor asignado a la dispensa del medicamento, en especial su accesibilidad y la garantía de suministros, se sustenta en los intermediarios que centralizan compras y realizan varios repartos diarios.

Las droguerías que realizan las compras para las cadenas son el instrumento logístico de compra que permite negociar y establecer las condiciones con los laboratorios proveedores. El rol de estas empresas dentro del grupo resulta de vital importancia para lograr mejores costos de los medicamentos, coordinar el accionar de los laboratorios de producción propia e incluso trabajar para algunos mercados específicos como son los medicamentos de internación.

En esta etapa de distribución, las droguerías desempeñan su rol de diferentes maneras, las cuales pueden sintetizarse del siguiente modo:

- Las droguerías que son representantes de ciertos laboratorios, comercializan exclusivamente los productos de sus asociados, como Novafarma y Bayservice.
- Las droguerías exclusivas que proveen a las cadenas de farmacias del mismo Grupo, como Ahumada y Salcobrand.
- Las droguerías abiertas o independientes, por su parte, realizan aprovisionamiento a todas las farmacias interesadas, por ejemplo, Droguerías Nuñoa y Toledo.
- Por último, las droguerías “mixtas”, realizan el aprovisionamiento a farmacias clientes (independientes), pero también abastecen las farmacias de la Cadena

propietaria del Grupo. Es el caso del Grupo Cruz Verde propietaria de Socofar, que controla el 20% de las ventas, de los cuales 13% corresponden a Cruz Verde y el 7% como droguería abierta.

“La concentración de cadenas de farmacias, y consecuentemente la generación de sus propios centros de distribución, con personal muy especializado en temas logísticos, desequilibra el conocimiento respecto a los laboratorios, cuyo core bussines son los temas comerciales y no operativos logísticos, esto genera la necesidad de tener especialistas en la logística farmacéutica

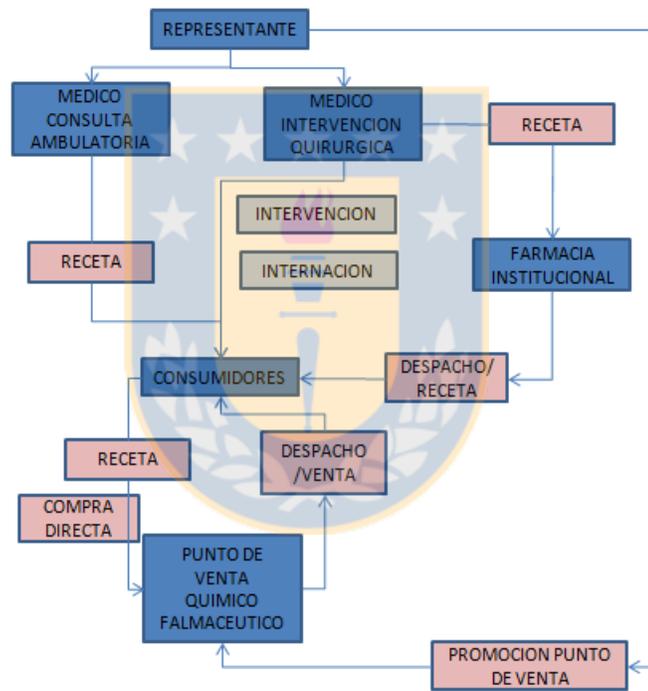


Figura 3: Participantes del proceso de consumo de medicamentos. Vasallo C. (2010).

2.3 TEORIAS DE INVENTARIO APLICADAS A SISTEMAS DE SALUD

A continuación se presentan los principales aspectos teóricos referidos principalmente a cadenas de abastecimiento y logística de inventario.

Según Jan de Vries (2011), tradicionalmente muchas de las contribuciones de investigación se enfocaban en los elementos cuantitativos del control de inventario. El momento oportuno de compra y cantidad a comprar es el centro de atención de la gerencia de inventario y una cantidad enorme de literatura se desarrollo para el cálculo de estas dos variables, otros investigadores han estudiado la influencia de sistemas integrados de dirección como MRP-II y sistemas ERP.

Los sistemas de inventario están estrechamente relacionados con otras áreas de la gerencia como: Finanzas, Adquisiciones, Producción y Ventas. Las organizaciones a menudo tratan de neutralizar los defectos en la planificación de inventario y el sistema de control, aplicando medidas administrativas. Sin embargo, las malas prácticas del sistema de control de inventario pueden ser negativamente re-obligadas por su trasfondo administrativo.

A pesar del sólido conocimiento de la industria en la gerencia de inventarios, existen muchos espacios al intentar traducir este conocimiento en los servicios de salud. Claramente se destaca un numero de problemas al intentar transferir las técnicas, en un hospital se debe tener la seguridad que algunas drogas estén siempre disponibles, además en gran parte de los hospitales no está claro que parte es responsable de lo disponible en un inventario. Algunos estudios sugieren que los niveles de inventario tienden a reflejar más políticas basadas en la experiencia que en datos (Nicholson, et al, 2004).

Los proyectos de gestión de inventario están fuertemente conectados con la automatización y proyectos relacionados con el área de la información; la logística de los pacientes y la cadena de suministros. La venta de medicamentos en Canadá, Los Estados Unidos y Europa por ejemplo están cada vez mas respaldados por sistemas automatizados de distribución y control de inventario (Novek, 2000).

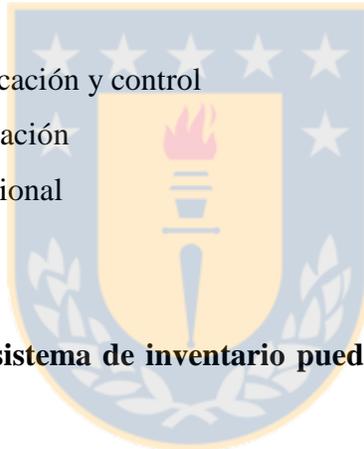
Una de las diferencias importantes entre un sistema industrial de inventario y uno de salud está en el contexto organizacional. En este último existen muchos interesados en la

información, por ejemplo: enfermeras, farmacéuticas, médicos, administrativos entre otros. Pudiendo todos tener diferentes intereses respecto a la información.

Existen algunas indicaciones que dicen que el sector de servicios de la salud tienen problemas específicos relacionados con el inventario, teniendo relación al alto porcentaje del presupuesto que está considerado en éste y los gastos incurridos en su mantención (Oliveira y Pinto, 2005).

2.3.1 Los sistemas de inventario en Hospitales lo construyen cuatro áreas principales (De Vries, 2005).

- a) El sistema físico
- b) El sistema de planificación y control
- c) El sistema de información
- d) El sistema organizacional



2.3.2 La eficiencia de un sistema de inventario puede ser mejorada considerando los siguientes aspectos:

- a) Implementando e integrando software al sistema de información y gestión del hospital.
- b) Implementando un sistema más sofisticado que relacione las órdenes medicas con una farmacia central.
- c) Eliminando algunos puntos de almacenamiento.
- d) Integrando los sistemas de información de la farmacia con los sistemas de los proveedores de fármacos.
- e) Re- asignando autoridades y responsabilidades respecto de la producción, almacenamiento y distribución de medicamentos.

Solo una pequeña parte de los usuarios de un sistema de inventario de un servicio de salud se interesan por la reducción de costos y mejoras en la eficiencia del sistema de inventarios. Los principales intereses se encuentran en aumentar la velocidad y flexibilidad en la entrega de medicamentos, mejorando además la calidad de la prescripción médica. Las orientaciones de los usuarios del sistema parece ser más médicas que logísticas y administrativas.

Para las directivas médicas es difícil dilucidar los beneficios de un sistema de gestión de inventarios integrado al sistema de gestión hospitalario por lo que en ocasiones le dan menor prioridad a este tipo de proyectos siendo desplazados y retrasados por una falta de compromiso e interés. **(ver tabla 1)**

Departamento	Interesado	Intereses
preparación de medicinas	Departamento directivo	Rápida introducción de nuevas medicinas Buen cuidado de medicinas en stock Evitar pedidos urgentes Incorporación de la información de inventarios
	Unidad de gerencia	Entrega de informes precisos de costos y prestaciones de servicios
	Planificación	Pronostico fidedigno de producción Evitar pedidos urgentes Datos precisos y confiables de inventario
	Farmacéutica	Cumplimiento de la demanda Producción flexible Procesos de producción libres de error Producción de medicamentos de alta calidad
Distribución	Departamento directivo	Prevenir que medicinas queden de stock Rápida entrega de medicamentos Evitar devoluciones de medicamentos Obtención de la información sobre la entrega de servicios

	Unidad de gerencia	Rápidas entregas Optimizar el espacio de almacenamiento Datos precisos y confiables de inventario
	Farmacéutica	Prevenir que medicinas queden sin de stock Rápidas entregas de medicinas
Laboratorio	Departamento directivo	Evitar pedidos urgentes
	Unidad de gerencia	Evitar pedidos urgentes
	Farmacéutica	Evitar incertezas en la producción de medicamentos
Departamento logística	Administración	Minimizar el costo de inventario en stock Optimización entre los servicios de entrega y eficiencia Evitar el vencimiento de medicinas Obtención de indicadores claves gestión logística
	Encargado de compras	Extendidas relaciones entre con los proveedores Evitar pedidos urgentes
Tabla directiva		Minimización de costos Llegar a ser proveedores de medicinas de otras instituciones de salud de la región Obtención de información agregada del sistema
Equipo de empleados médicos	Médicos especialistas	Flexibilidad en la entrega de medicamentos Entrega rápida y confiable de medicamentos especiales evitar que medicamentos queden sin stock Alta calidad en las medicinas

Tabla 1: Intereses de las distintas áreas hospitalarias con respecto a la información de los medicamentos. De Vries, J., (2005).

Durante las últimas décadas, numerosos estudios de control de inventarios se han reportado, destacándose aplicaciones en las áreas: electrónica, química, y automotriz. Una de las más tempranas fue la de Gelders y Van Looy, 1978, Quienes presentaron las políticas de inventario para productos con movimiento lento y rápido, Luego Verecke y

Verstraeten, 1994, describieron un algoritmo para la implementación de un sistema computarizado de gestión de repuestos en una gran industria química y más recientemente, Aronis et al (2004) desarrollaron un método balesiano para obtener pronósticos precisos en la demanda de repuestos de equipamiento electrónico.

Syntetos y Boylan (2006), utilizaron simulación para medir los efectos de un sistema de inventario con puesta de orden en base a una revisión periódica de control del stock de ítems con demanda intermitente.

Porras y Dekker (2008), compararon diferentes métodos del punto de reorden, notando que las mayores dificultades se tenían con artículos que poseían una lenta rotación y errática demanda.

Según Frankel (2005), los tres componentes claves en una cadena de suministros son:

- 1) Los procesos de entrada (proveedores) en relación al flujo de materiales, reducción de costos, y fiabilidad de suministros.
- 2) Fabricación propia y/o subcontratación, en relación con la manufactura y cambios en el mercado, el compartir información, agilidad y rápida respuesta.
- 3) Los procesos de salida, el manejo de la demanda del consumidor en relación a las exigencias del cumplimiento y adaptaciones al proceso de venta.

Según Zhang et al. 2011, los requerimientos de visibilidad del inventario en la cadena de suministros o Visibilidad de la Cadena de Suministros (SCV) se han incrementados con la globalización. La SCV es un tema complejo que involucra

personas, procesos, tecnología y flujos de información; incorporando tecnologías de inventario (IT) tales como Identificación por radio frecuencia (RFID) y sistemas de posicionamiento global (GPS).

Según Ballou R. 2004, la logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, realiza y controla el flujo y almacenamiento eficiente y efectivo de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.

Actualmente, las empresas con venta al detalle están logrando éxito al compartir información con sus proveedores, los cuales, a cambio, están de acuerdo en mantener y administrar los inventarios en las repisas del minorista. Los inventarios de los canales de flujo y los productos agotados son menores. Las empresas de manufactura que operan bajo un programa de producción a tiempo mantienen relaciones con los proveedores para beneficio de ambas compañías mediante la reducción de inventarios.

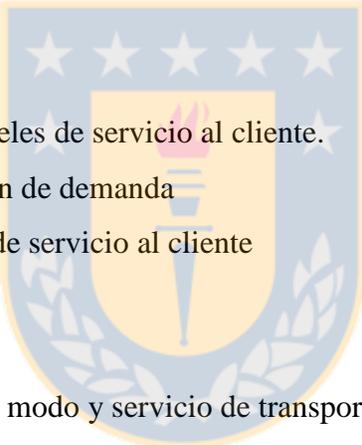
El canal físico de suministros se refiere a la brecha de tiempo y espacio entre las fuentes inmediatas de material de una empresa y sus puntos de procesamiento. De manera similar, el canal físico de distribución se refiere a la brecha de tiempo y espacio entre los puntos de procesamiento de una empresa y sus clientes.

La vida de un producto, desde el punto de vista de la logística, no termina con su entrega al cliente. Los productos se vuelven obsoletos, se dañan o no funcionan y son devueltos a sus puntos de origen para su reparación o eliminación. Los materiales de empaque pueden ser devueltos a quien los expide debido a regulaciones ambientales o porque tiene sentido económico reutilizarlos. El canal inverso de la logística puede utilizar todo o una parte del canal directo de la misma, o puede requerir un diseño por separado. La cadena de suministros termina con la eliminación final de un producto. El canal inverso debe considerarse dentro del alcance de la planeación y del control de la logística.

Los componentes de un sistema típico de logística son: servicio al cliente, pronóstico de la demanda, comunicaciones de distribución, control de inventarios, manejo de materiales, procesamiento de pedidos, apoyo de partes y servicios, selección de la ubicación de fábrica y almacenamiento, compras, embalaje, manejo de bienes devueltos, eliminación de desechos, tráfico y transporte, almacenamiento y provisión.

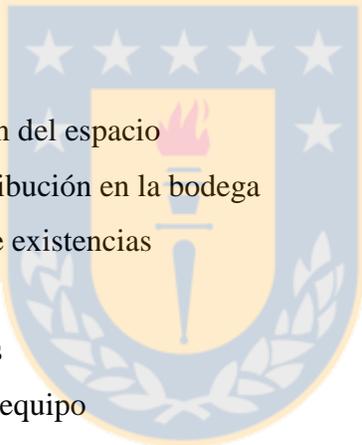
Las actividades en el canal de suministros es amplio y puede ser dividida en actividades claves y de apoyo, tales como:

Actividades Claves:

- 
1. Definición de los niveles de servicio al cliente.
 - a. Determinación de demanda
 - b. Fijar niveles de servicio al cliente
 2. Transporte
 - a. Selección del modo y servicio de transporte
 - b. Consolidación de flete
 - c. Rutas del transporte
 - d. Programación de los vehículos
 - e. Selección de equipo
 - f. Procesamiento de quejas
 - g. Auditorias de tarifas
 3. Manejo de inventarios
 - a. Políticas de almacenamiento
 - b. Estimación de ventas a corto plazo
 - c. Mezcla de productos de centros de aprovisionamiento

- d. Numero, tamaño y localización de los puntos de almacenamiento
 - e. Estrategias a tiempo, de sistemas push y de sistema pull
4. Flujo de información y procesamiento de pedidos
- a. Procedimientos de la interfaz pedidos de venta-inventario
 - b. Métodos de transmisión de información de pedidos
 - c. Reglas de pedido

Actividades de apoyo:

- 
- 1. Almacenamiento
 - a. Determinación del espacio
 - b. Plano de distribución en la bodega
 - c. Colocación de existencias
 - 2. Manejo de materiales
 - a. Selección del equipo
 - b. Políticas de reemplazo de equipos
 - c. Almacenamiento y recuperación de existencias
 - 3. Compras
 - a. Selección de la fuente de suministros
 - b. Momento correcto para comprar
 - c. Cantidades a comprar
 - 4. Embalaje
 - a. Manejo
 - b. Almacenamiento

5. Cooperación a producción y operaciones

- a. Especificar cantidades adicionales
- b. Secuenciamiento de producción
- c. Programación de suministros

6. Mantenimiento de información

- a. Recopilación, almacenamiento y manipulación de la información.
- b. Análisis de datos
- c. Procedimientos de control

Los costos de logística, se incrementan en proporción al nivel suministrado de servicio al cliente, afectándolos en forma exponencial.

El transporte añade valor de lugar a los productos y servicios, en tanto que el mantenimiento de inventarios les añade valor de tiempo.

Los inventarios son esenciales para la dirección logística porque normalmente no es posible suministrar producción instantánea, sirviendo como amortiguadores entre la oferta y la demanda.

El procesamiento de pedidos, corresponde a la última actividad clave, sus costos por lo general son bajos comparados con los del transporte o los de mantenimiento de inventario pero el tiempo utilizado en su ingreso es un elemento importante en el tiempo total, desencadenando además el movimiento del producto.

Entre las actividades de apoyo el embalaje afecta la eficiencia del transporte y la dirección de inventarios.

El valor de la logística se expresa fundamentalmente en términos de tiempo y lugar. Los productos o servicios no tienen valor a menos que estén en posesión de los clientes (cuando) y dónde (lugar) ellos deseen consumirlos.

Las expectativas de la logística del servicio al cliente se están incrementando generándose medidas de desempeño de clase mundial como el porcentaje de errores en los pedidos, costos de transporte y rotación de inventarios.

Las cadenas de suministros requieren cada día ser más complejas pasando a ser una de las decisiones estratégicas más importantes, tratando de añadir valor para el cliente y orientándose a una respuesta rápida y personalizada.

El objetivo de la logística podría ser el minimizar los costos sujetos a lograr el nivel de servicio deseado, en vez de aumentar al máximo las utilidades o el rendimiento sobre la inversión.

Las estrategias de planeación de la logística y de la cadena de suministros incluyen decisiones de ubicación de almacenes, el establecimiento de políticas de inventario, el diseño de sistemas de ingreso de pedidos y la selección de la forma de transporte.

American Hospital Supply (suministros hospitalarios), desarrolló un eficiente sistema de compras para sus clientes al instalar terminales en cada una de las oficinas de sus clientes. El sistema simplificó y facilitó el proceso de levantamiento de pedidos para sus clientes y garantizó una mayor proporción de pedidos para American Hospital Supply (uno de los objetivos que busca CENABAST).

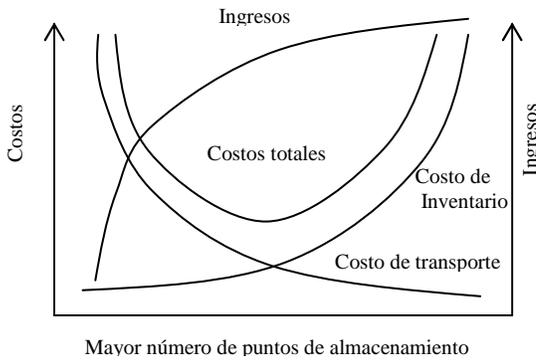
La estrategia logística cuenta con tres objetivos: reducción de costos, reducción de capital y mejora de servicio. La primera se dirige a la reducción de costos variables manteniendo los niveles de servicio estables, la segunda se dirige hacia la minimización de la inversión en el sistema logístico orientándose a los envíos directos a clientes para evitar los almacenamientos en conjunto con una estrategia de entregas justo a tiempo y la tercera es el reconocimiento que los ingresos dependerán del nivel de servicio entregado por la logística.

Planeación de la logística en la cadena de suministros

Área de decisión	Nivel de decisión		
	Estratégica	Táctica	Operativa
Ubicación de instalaciones	Numero, Tamaño y ubicación de almacenes, plantas y terminales		
Inventarios	Ubicación de inventarios y políticas de control	Nivel de inventario de seguridad	Cantidades y tiempo de reabastecimiento
Transportación	Selección del modo	Arrendamiento estacional de equipo	Asignación de ruta, despacho
Almacenamiento	Manejo de la selección de equipos, diseño de la distribución.	Opciones de espacio estacional y utilización de espacio privado	Selección de pedidos y re aprovisionamiento
Compras	Desarrollo de relaciones proveedor-Comprador	Contratación selección de vendedor, compras adelantadas	Liberación de pedidos
			Y aceleración de suministros

Tabla 2 Ejemplos de toma de decisiones estratégicas, tácticas y operativas. Ballou, Ronald H. (2004).

Determinación del número de almacenes dentro de un sistema logístico



Establecimiento del nivel de servicio al cliente

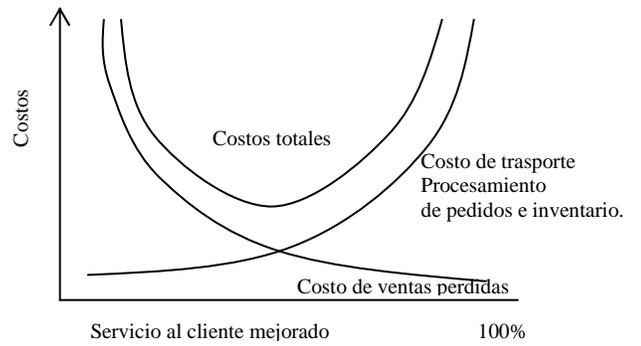


Gráfico 1

Establecimiento de niveles de inventario de seguridad

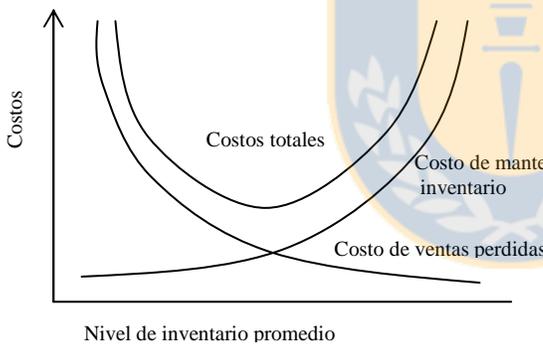


Gráfico 2

Establecimiento de la secuencia de corrida de producción para múltiples productos

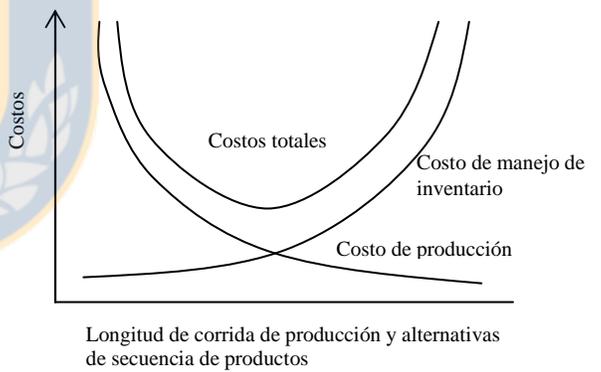


Gráfico 3

Gráfico 4

Figura 4: Equilibrios en los sistemas logísticos. Ballou (2004).

Capítulo 3

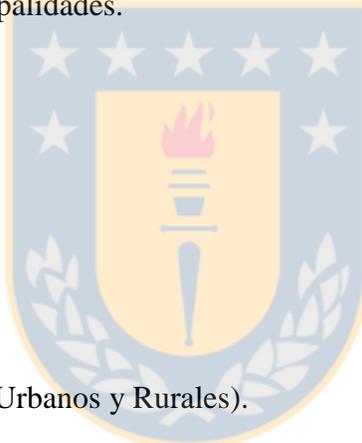
Materiales y métodos:

3.1 Organización de Servicios de Salud en Chile

En la organización de los establecimientos de salud en Chile se distinguen tres niveles de atención, con sus respectivas unidades de la red pública, dependientes de los Servicios de Salud o municipalidades.

3.1.1 Atención Primaria:

- Estación Médico Rural
- Posta de Salud Rural
- Consultorio Generales (Urbanos y Rurales).
- Servicio de Atención Primaria de Urgencia (SAPU)
- Consultorios de Salud Mental
- Consultorios de Atención Primaria
- Centros Comunitarios de Salud Familiar (CECOF)



En su mayoría son administrados por las municipalidades.

3.1.2. Atención Secundaria y Terciaria:

- CDT (Centros de Diagnóstico Terapéutico)
- CRS (Centros de Referencia de Salud)
- CAE (Consultorios Adosados de Especialidades)

- Hospitales (tipo 1 y 2 de alta complejidad , tipo 3 y 4 de mediana y baja complejidad)

3.1.3. Servicios de atención de urgencia pre hospitalaria:

- SAU (Servicio de Urgencia de Ambulancias) Sólo cobertura en Santiago, dependientes de la Posta Central. Atención básica
- SAMU (Sistema de Atención Médica de Urgencia). Asistencia integral y de alta complejidad, en sitio, de urgencias prehospitarias.

A partir de los datos obtenidos del Depto. de estadística del MINSAL, 2012 se construyó la Tabla número 3, la cual detalla el número de centros de atención existentes por región.

La falta de medicamentos en los hospitales es un problema real que afecta a numerosas comunas, lo que obliga a pacientes crónicos a acudir a farmacias comerciales para su abastecimiento (Biobio.cl, 2011).

Los hospitales regionales responsabilizan a la CENABAST (Central nacional de abastecimiento) por la falta de medicamentos, por no abastecer en forma ni cantidad, no siendo el motivo principal la falta de oferentes ni escasos. (BioBio.cl, 2011).

	REGIÓN DE CHILE															
TIPO DE CENTRO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	RM	XIV	XV	TOTAL
Centro Comunitario de Salud Familiar	2	3	1	6	16	5	16	27	13	17	1	3	43	10	3	166
Centro de Atención Funcionarios										1						1
Centro de Diagnóstico Terapéutico		1			1		9	1					2			14
Centro de Referencia de Salud		1			1	1			1				5			9
Centro de Salud Familiar	5	5	14	11	49	25	41	75	28	33		4	111	6	5	412
Centro de Salud Rural	4	2	4	11	2	5		5	9	1			8	8		59
Centro de Salud Urbano	1	5	1	1	23	1			1	1	2	2	44	3	1	86
Clínica Dental Móvil	1	2	1	1	2	1	1	7	5	3	1		2	2	1	30
Clínica en convenio	1											2				3
Consultorio de Salud Mental	3	3		1	2	2	1	9	5	1		1	41	2	2	73
Consultorio General Rural	1												2			2
Convenio Atención Cerrada										3						3
Establecimiento Mayor Complejidad	1	2	1	3	8	2	3	8	3	3	1	1	23	1	1	61
Establecimiento Mediana Complejidad		1	1	1	2	2	3	2	5	1		1	6			25
Establecimiento Menor Complejidad		2	3	5	12	11	7	18	12	15	4	1	2	6		98
Hospital de Campaña							1	1	4							6
Hospital Delegado							1		2	1		1	2	2		8
Oficina Sanitaria					1							1			1	3
Posta de Salud Rural	14	12	16	97	60	76	159	183	197	193	30	8	52	61	8	1165
Servicio de Atención Primaria de Urgencia	7	6		10	14	7	15	29	4	7		2	74	6		181
Vacunatorio	2	5		1	1	1	4	2	1	3	2	1	1			24
Total general	42	50	42	148	194	139	261	367	290	283	41	28	418	107	22	2432

Tabla 3: Número de establecimientos de salud por región de Chile, Ministerio de Salud (2012), departamento de estadística e información de salud.

La población reclama mayor disponibilidad de medicamentos y responsabilizar al gobierno (BioBio.cl, 2012).

Según (BioBio.cl, 2012), Cenabast al 19/06/2012 presenta una pérdida cercana a los 20 mil millones de pesos y se detallan como:

- 6 mil millones por productos que se pagaron y el proveedor nunca entregó.
- 2 mil millones por diferencias de inventario.
- 2 mil millones en deudas por pagar.
- 4 mil millones en deudas por cobrar.
- 5 mil millones de pérdidas no informadas.

Además se detectó:

Inexistencia de certeza en los registros contables.

Errores en calces de pagos de factura.



Desde el 2012 CENABAST, ha planteado la implementación de un nuevo sistema de operación, el que establece la facturación en forma directa entre el proveedor y los centros de salud, transformándose en un ente cobrador y delegando la operación logística a un centro de distribución externo ubicado en la ciudad de Santiago desde donde se realizan los despachos.

CENABAST sólo funciona como un ente intermediario, cubriendo los costos del operador logístico con los ingresos cobrados a los clientes (centros de atención) equivalentes al 6% de la compra.

Es necesario mencionar que los costos de inventario que antes formaban parte de la CENABAST pasan a ser parte de los centros de atención y proveedores.

Para la modelación matemática de la cadena de abastecimiento de medicamentos se deben establecer los siguientes supuestos:

1. Los clientes (centros de atención), realizan planes anuales de compra para que CENABAST los consolide y licite por medicamento.
2. Los clientes deben coordinar con el proveedor del medicamento el programa de entrega y la ruta de abastecimiento por donde se realizarán los envíos.
3. Las tarifas de transporte están establecidas y definidas y pueden ser llevadas a \$/unidad y dependen del lugar de destino.
4. Los tiempos de re abastecimiento obedecen a políticas de inventario de cada centro de atención y están sujetas a las capacidades de almacenamiento, presupuesto, demanda, estacionalidades y tendencias, presentando un comportamiento no lineal, por lo que no serán incorporados en el presente modelo.
5. La vida útil del medicamento es superior al periodo de planificación. Además, se deben implementar los canales de logística inversa capaces de resolver estos problemas.
6. La demanda de los centros de atención debe estar cubierta por los proveedores que CENABAST incorpora, al menos deben existir tres proveedores por cada medicamento.
7. El stock de los centro de distribución es cero debido a que es sólo una bodega de tránsito.
8. Los municipios pagan a tiempo las facturas por la compra de medicamentos.

3.2 Modelo Matemático

El modelo actual de distribución de medicamentos incorpora un único centro de distribución, el cual se encuentra ubicado en la ciudad de Santiago, aquí los proveedores realizan sus despachos, los cuales luego son transportados hasta los centros de atención.

El presente modelo plantea la opción de implementar un mayor número de centros de distribución, basándose en la disminución de la distancia promedio de entrega.

Esto queda ejemplificado en la figura 5 y 6:

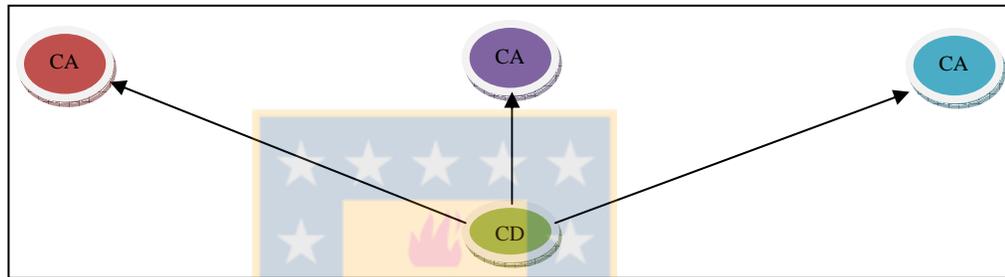


Figura 5: Diagrama con un centro de distribución

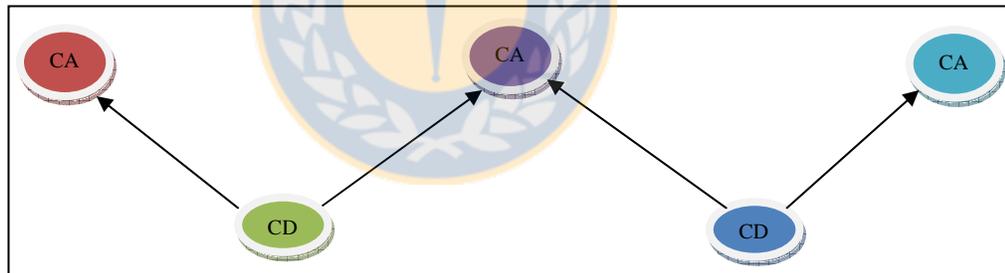


Figura 6: Diagrama con más de un centro de distribución

En la figura 5 se presenta el modelo actual en donde el único centro de distribución se encuentra en el centro y distribuye a todos los centros de atención.

En la figura 6 se presenta un modelo en donde existen dos centros de distribución, los cuales abastecen a los centros más cercanos.

El presente modelo matemático busca entregar la mejor configuración del sistema, basándose en la demanda de medicamentos, sus precios, costos de transporte, oferta de los proveedores y los costos mantener un centro de distribución.

Si a las figuras anteriores les incorporamos los proveedores de cada medicamento la red queda como la figura 7 y 8:

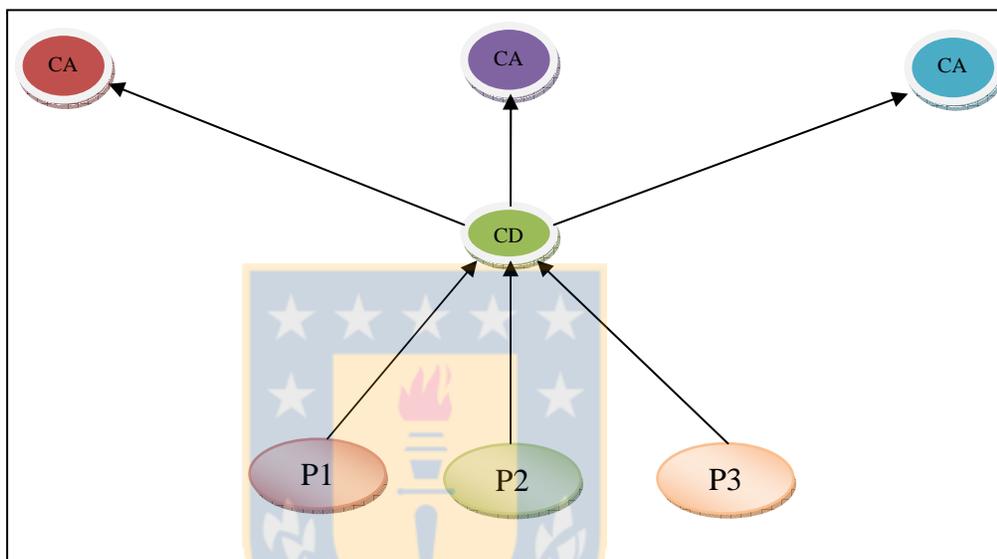


Figura 7: Modelo esquematizado con un único centro de distribución y tres proveedores.

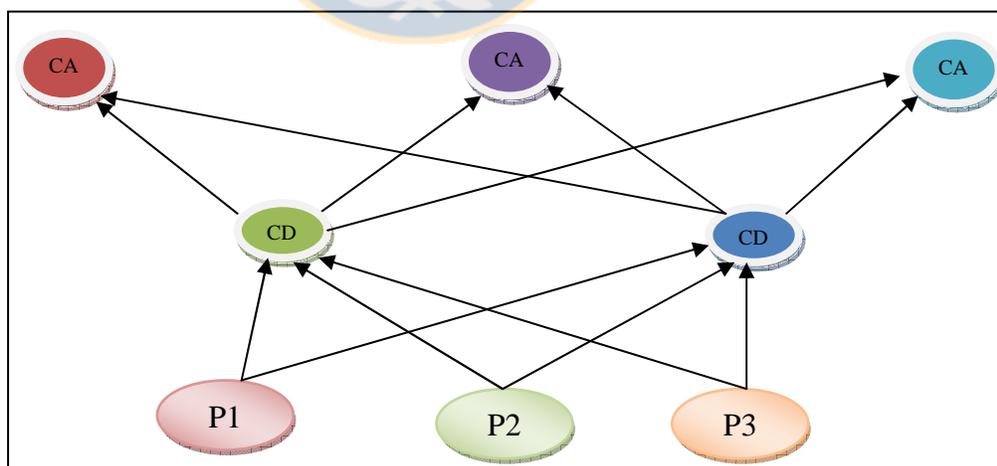


Figura 8: Modelo esquematizado con dos centro de distribución y tres proveedores.

Al tratar de incorporar un modelo matemático al modelo de la figura 7 este no tiene sentido debido a que sólo buscará el proveedor con menor precio y costos de envío, pudiendo ser fácilmente calculados en una planilla Excel.

La figura número 8 incorpora un segundo centro de distribución, generando una segunda opción de envío para los proveedor.

El esquema presentado en la figura 8 presenta un diagrama que permite optimizar con programación lineal el abastecimiento y la decisión de implementar nuevos centros de distribución en base a la incorporación de una variable binaria.

Para el análisis del modelo de la figura 8 se implemento un modelo de programación lineal que incorpora los siguientes Parámetros y Variables.

3.2.1 Parámetros:

P_{ij} : Precio del medicamento i por el proveedor j .

D_{il} : Demanda del medicamento i en el centro de atención l .

O_{ij} : Oferta del medicamento i por el proveedor j .

CFP_{ijk} : Costo flete por el envío del medicamento i desde el proveedor j hasta el centro de distribución k .

$CFCD_{ikl}$: Costo flete del medicamento i desde el centro de distribución k hasta el centro de atención l .

CCD_k : Costo fijo del centro de distribución k .

3.2.2 Variables

X_{ijkl} : Cantidad del medicamento i a comprar al proveedor j y enviado al centro de atención l por el centro de distribución k . (Variable de tipo entera)

Y_k : Variable de tipo binaria

$$\left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ si se implementa el centro de distribución } k. \\ 0 \text{ en caso contrario.} \end{array} \right.$$

3.2.3 Modelo de programación Lineal

A continuación se detalla un modelo simple para el problema en estudio

3.2.4 Función Objetivo:

Minimizar, la sumatoria de:

- Costo de compra de medicamentos
- Costo de transporte desde los proveedores a los centros de distribución
- Costo de transporte desde los centros de distribución a los centros de atención
- Costo de mantención de los centros de distribución.

Minimizar

$$\sum_{l=1}^p \sum_{k=1}^z \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \left[[X_{ijkl}] * [P_{ijkl} + CFP_{ijkl} + CFCD_{ijkl}] \right] + \sum_{k=1}^z [Y_k * CCD_k] \quad (1)$$

3.2.5. Restricciones:

- a. La cantidad a enviar del medicamento i desde el proveedor j a los centros de atención, debe ser menor o igual a la oferta del medicamento i en el proveedor j .

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m X_{ijkl} \leq O_{ij} \quad (2)$$

- b. La cantidad enviada del medicamento i al centro de atención l debe ser mayor o igual a la demanda del medicamento i en el centro de atención l .

$$\sum_{l=1}^p \sum_{i=1}^m X_{ijkl} \geq D_{il} \quad (3)$$

- c. Esta restricción permite incorporar la evaluación de poner en operación el centro de distribución k . (M corresponde a un gran número, el cual debe ser mayor que la sumatoria de X_{ijkl}).

$$\sum_{k=1}^z X_{ijkl} \leq Y_k * M \quad (4)$$

Capítulo 4

Resultados:

4.1 Generación de instancias:

Para las pruebas, se generaron modelos de tamaño: pequeño, mediano y grande.

Los modelos consideran los siguientes elementos:

	Medicamentos	Centros de distribución	Centros de Atención
Modelo pequeño 1	15	2	10
Modelo pequeño 2	60	2	10
Modelo mediano 1	30	4	20
Modelo mediano 2	60	4	20
Modelo grande	60	8	40
Modelo grande con un gran centro de atención.	60	8	40
Modelo grande, costo centro de distribución cero.	60	8	40

Tabla 4. Número de elementos a considerar en pruebas.

En todos los casos se consideraron tres proveedores por medicamento, lo cual se basa en una recomendación de esta tesis, que permite asegurar el abastecimiento del medicamento ante la falta de stock, La suma de sus ofertas debe superar la demanda total del medicamento.

Los Precios y las Demandas de los medicamentos se obtuvieron del arsenal farmacológico básico del Consultorio “Dr. José Duran Trujillo” de la comuna de San Carlos, VIII región de Chile, el cual atiende una población de 26.000 habitantes (ver Anexo N°6). A partir de estos datos se generaron las distintas comunas, amplificando o reduciendo el tamaño de la demanda, manteniendo su comportamiento.

Los costos de flete se generaron asumiendo una distribución geográfica de los centros. De esta forma si se realiza una analogía con la geografía de Chile, el centro de atención N° 1 se encontraría en Arica y el N° 40 en Punta Arenas, de igual forma para los centros de distribución. Estos costos se obtuvieron a partir de entrevistas con las siguientes empresas de transporte:

- NewTrans Logistics Solutions
- Bluex
- Prosegur Logística & Distribución
- Chibra Intercity
- TNT LITCARGO



Los costos anuales de operación de una droguería o centro de distribución para 26.000 personas según el Departamento de Salud Municipal de San Carlos, alcanzan un monto de 25 millones de pesos. A partir de esta información se generan los datos a utilizar en el modelo.

Representación gráfica del modelo mediano

Para el caso del modelo mediano, la entrega desde los centros de distribución la podemos representar en las Figura 9 y 10.

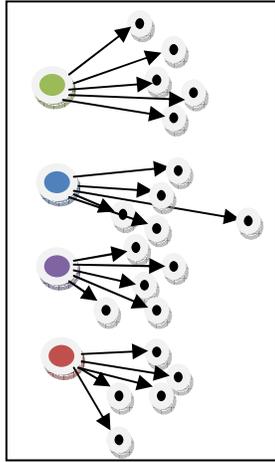


Figura 9: Envíos desde Centro de Distribución a Centros de Atención mas cercanos.

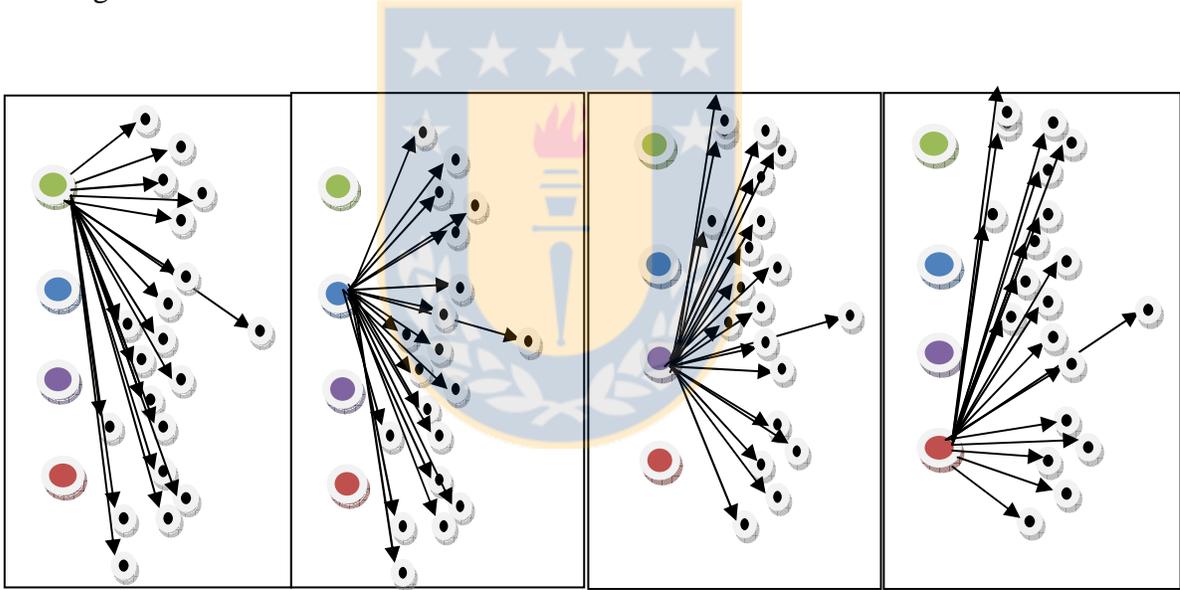
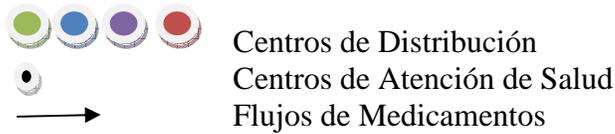


Figura 10: Envíos desde Centro de Distribución a todos los Centros de Atención.



Los datos para el modelo mediano se pueden observar en los Anexos 1,2,3,4 y 5.

Las unidades de los parámetros y variables:

- a) P_{ij} : Precio del medicamento i por el proveedor j (\$/und).
- b) D_{il} : Demanda del medicamento i en el centro de atención l (und).
- c) O_{ij} : Oferta del medicamento i por el proveedor j (und).
- d) CFP_{ijk} : Costo flete por el envío del medicamento i desde el proveedor j hasta el centro de distribución k (\$/und.).
- e) $CFCD_{ikl}$: Costo flete del medicamento i desde el centro de distribución k hasta el centro de atención l (\$/und.).
- f) CCD_k : Costo fijo del centro de distribución k (\$).

4.2 Resultados:

4.2.1 Modelo Pequeño 1 (15 medicamentos, 2 Centros de distribución, 10 Centros de atención de Salud)

	Optimo	Opcion 1
Centro de distribución N° 1	1	0
Centro de distribución N° 2	0	1

Valor de Función Objetivo	436,7	437,06
Compras totales	382	382
compra proveedor 1	197	197
compra proveedor 2	120	120
compra proveedor 3	65	65
Costo fijo centros de distribución	25	25
costo Total de transporte	29,7	30,06
Costo total flete Proveedor-Centro Distribución	15,4	15,7
Costo total flete Centro distribución-Centro de Atención	14,2	14,3

Flujo por Centro de distribución n°1	382	0
Flujo por Centro de distribución n°2	0	382

% costo de transporte respecto la compra	7,8%	7,9%
--	------	------

Tabla 5. Resultados para el modelo pequeño 1 (Valores en millones de pesos)

En la Tabla 5 se presentan los resultados obtenidos a partir del modelo, la solución óptima indica que se debe implementar sólo el centro de distribución 1 y se representa en la columna “óptimo”.

La columna “óptimo”, contiene los valores de la variable Y_k , además de las compras por proveedor, costos de flete, flujos por cada Centro de Distribución y la representación porcentual del costo de transporte respecto el monto de compra.

Sí al valor de Y_1 se le asigna el número 0, Y_2 toma en forma automática el valor 1. La columna “opción 1” de la Tabla 5, contiene los valores obtenidos de la asignación anterior, lo que permite evaluar esta opción.

Los valores de la variable X_{ijkl} se pueden observar en el Anexo N°7.

Los valores de X_{ijkl} entregan la información de las cantidades a ser compradas a cada proveedor y cuál será la ruta de envío.

De la tabla n° 5 el valor de la función objetivo llega a 436,7 mill., con un total de compras de 382 mill.

Al obligar al modelo que tome el centro de distribución 2 como opción, se generan un valor de la función objetivo de 437,06 mill., el cual es mayor que el de la solución óptima, por lo que se podría decir que el modelo estaría eligiendo en forma correcta la opción de menor costo.

4.2.2 Modelo Pequeño 2 (60 medicamentos, 2 Centros de distribución, 10 Centros de atención de Salud)

	Optimo	Opcion 1
Centro de distribución N° 1	0	1
Centro de distribución N° 2	1	0
Valor de Función Objetivo	1526	1531
Compras totales	1454	1454
compra proveedor 1	933	933
compra proveedor 2	514	514
compra proveedor 3	7	7
Costo fijo centros de distribución	25	25
costo Total de transporte	47	52
Costo total flete Proveedor-Centro Distribución	20	26
Costo total flete Centro ditribución-Centro de Atención	27	26
Flujo por Centro de distribución n°1	0	1454
Flujo por Centro de distribución n°2	1454	0
% costo de transporte respecto la compra	3,2%	3,6%

Tabla 6. Resultados para el modelo pequeño 2 (Valores en millones de pesos)

La tabla N° 6 expone los resultados entregados por el modelo, en esta segunda instancia se incrementó el número de medicamentos a 60.

El modelo realiza la elección del centro de distribución número 2 como único centro a ser implementado.

Si comparamos la columna “óptimo” con la “opción 1” se observa que el modelo realiza la elección de menor costo como óptima.

4.2.3 Modelo Mediano 1 (30 medicamentos, 4 Centros de distribución, 20 Centros de atención de Salud)

	optimo	opción 1	opción 2	opción 3	opción 4
Centro de distribución N° 1	0	1			
Centro de distribución N° 2	0		1		
Centro de distribución N° 3	1			1	
Centro de distribución N° 4	0				1

Valor de Función Objetivo	1559	1575	1560	1559	1584
Compras totales	1466	1466	1466	1466	1466
compra proveedor 1	603	613	613	603	603
compra proveedor 2	679	669	669	679	679
compra proveedor 3	184	184	184	184	184
Costo fijo centros de distribución	25	25	25	25	25
costo Total de transporte	68	84	69	68	93
Costo total flete Proveedor-Centro Distribución	25,8	34,6	27	25,8	33,8
Costo total flete Centro distribución-Centro de Atención	42	49	41	42	59

Flujo por Centro de distribución n°1	0	1466	0	0	0
Flujo por Centro de distribución n°2	0	0	1466	0	0
Flujo por Centro de distribución n°3	1466	0	0	1466	0
Flujo por Centro de distribución n°4	0	0	0	0	1466

% costo de transporte respecto la compra	4,6%	5,7%	4,7%	4,6%	6,3%
--	------	------	------	------	------

Tabla 7. Resultados para la instancia de tamaño medio 1 (valores en millones de pesos)

La tabla 7 muestra los resultados del modelo de tamaño mediano, en donde nuevamente el modelo realiza la elección correcta con el menor valor de la función objetivo.

Las otras tres opciones de ubicación del centro de distribución generan mayores costos que la entregada por el modelo.

Los valores de X e Y se encuentran en Anexo N° 8.

4.2.4 Modelo Mediano 2 (60 medicamentos, 4 Centros de distribución, 20 Centros de atención de Salud)

	optimo	opción 1	opción 2	opción 3	opción 4
Centro de distribución N° 1	0	1			
Centro de distribución N° 2	0		1		
Centro de distribución N° 3	1			1	
Centro de distribución N° 4	0				1

Valor de Función Objetivo	2638	2666	2658	2638	2652
Compras totales	2520	2520	2520	2520	2520
compra proveedor 1	1714	1865	1865	1714	1714
compra proveedor 2	806	655	655	806	806
compra proveedor 3	0	0	0	0	0
Costo fijo centros de distribución	25	25	25	25	25
costo Total de transporte	93	121	113	93	107
Costo total flete Proveedor-Centro Distribución	32	46	35	32	42
Costo total flete Centro distribución-Centro de Atención	61	75	78	61	65

Flujo por Centro de distribución n°1	0	2520	0	0	0
Flujo por Centro de distribución n°2	0	0	2520	0	0
Flujo por Centro de distribución n°3	2520	0	0	2520	0
Flujo por Centro de distribución n°4	0	0	0	0	2520

% costo de transporte respecto la compra	3,7%	4,8%	4,5%	3,7%	4,2%
--	------	------	------	------	------

Tabla 8. Resultados para la instancia de tamaño medio 2 (valores en millones de pesos)

En la tabla número 8 se puede observar los resultados al aumentar el número de medicamentos o monto de compra con respecto a la instancia anterior. El modelo realiza la elección de implementar sólo el tercer Centro de distribución correspondiendo a la opción de menor costo.

Al aumentar el número de medicamentos a comprar, la relación de transporte respecto la compra disminuye.

4.2.5 Modelo Grande 1(60 medicamentos, 8 Centros de distribución, 40 Centros de atención de Salud)

	Óptimo	opción 1	opción 2	opción 3	opción 4	opción 5	opción 6	opción 7	opción 8
Centro de distribución N° 1		1	0	0	0	0	0	0	0
Centro de distribución N° 2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Centro de distribución N° 3		0	0	1	0	0	0	0	0
Centro de distribución N° 4		0	0	0	1	0	0	0	0
Centro de distribución N° 5	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Centro de distribución N° 6		0	0	0	0	0	1	0	0
Centro de distribución N° 7		0	0	0	0	0	0	1	0
Centro de distribución N° 8		0	0	0	0	0	0	0	1

Valor de Función Objetivo	6.050	6148	6135	6092	6098	6078	6099	6148	6174
Compras totales	5.829	5829	5829	5829	5829	5829	5829	5829	5829
compra proveedor 1	1.866	1866	1866	1866	1866	1866	1866	1866	1866
compra proveedor 2	2.170	2170	2170	2170	2170	2170	2170	2170	2170
compra proveedor 3	1.793	1793	1793	1793	1793	1793	1793	1793	1793

Costo fijo centros de distribución	50	25	25	25	25	25	25	25	25
costo Total de transporte	171	294	281	238	244	224	245	294	320
Costo total flete Proveedor-Centro Distribución	81	117	103	94	92	91	101	117	140
Costo total flete Centro distribución-Centro de Atención	90	179	178	144	152	134	144	177	180

Flujo por Centro de distribución n°1		5829							
Flujo por Centro de distribución n°2	2.568		5829						
Flujo por Centro de distribución n°3				5829					
Flujo por Centro de distribución n°4					5829				
Flujo por Centro de distribución n°5	3.261					5829			
Flujo por Centro de distribución n°6							5829		
Flujo por Centro de distribución n°7								5829	
Flujo por Centro de distribución n°8									5829

% costo de transporte respecto la compra	2,9%	5,0%	4,8%	4,1%	4,2%	3,8%	4,2%	5,0%	5,5%
--	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Tabla 9. Resultados para la instancia grande (valores en millones de pesos)

El modelo entrega una solución óptima, que indica que se deben implementar los centros de distribución N° 2 y 5.

La solución óptima entregada por el modelo es la opción de menor costo.

4.2.6 Modelo Grande con un centro de atención de Gran tamaño en su centro geográfico. (60 medicamentos, 8 Centros de distribución, 40 Centros de atención de Salud)

	Óptimo	opción 1	opción 2	opción 3	opción 4	opción 5	opción 6	opción 7	opción 8
Centro de distribución N° 1		1	0	0	0	0	0	0	0
Centro de distribución N° 2	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Centro de distribución N° 3		0	0	1	0	0	0	0	0
Centro de distribución N° 4		0	0	0	1	0	0	0	0
Centro de distribución N° 5	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Centro de distribución N° 6		0	0	0	0	0	1	0	0
Centro de distribución N° 7		0	0	0	0	0	0	1	0
Centro de distribución N° 8		0	0	0	0	0	0	0	1
Valor de Función Objetivo	11685	11973	11952	11815	11827	11718	11753	11891	11948
Compras totales	11367	11367	11367	11367	11367	11367	11367	11367	11367
compra proveedor 1	3732	3732	3732	3732	3732	3732	3732	3732	3732
compra proveedor 2	4339	4339	4339	4339	4339	4339	4339	4339	4339
compra proveedor 3	3296	3296	3296	3296	3296	3296	3296	3296	3296
Costo fijo centros de distribución	50	25	25	25	25	25	25	25	25
costo Total de transporte	268	581	560	423	435	326	361	499	556
Costo total flete Proveedor-Centro Distribución	160	228	203	182	179	175	196	226	272
Costo total flete Centro distribución-Centro de Atención	108	353	357	241	256	151	165	273	284
Flujo por Centro de distribución n°1		11367							
Flujo por Centro de distribución n°2	3028		11367						
Flujo por Centro de distribución n°3				11367					
Flujo por Centro de distribución n°4					11367				
Flujo por Centro de distribución n°5	8339					11367			
Flujo por Centro de distribución n°6							11367		
Flujo por Centro de distribución n°7								11367	
Flujo por Centro de distribución n°8									11367
% costo de transporte respecto la compra	2,4%	5,1%	4,9%	3,7%	3,8%	2,9%	3,2%	4,4%	4,9%

Tabla 10. Modelo grande con un centro de atención de gran tamaño en el centro geográfico (valores en millones de pesos)

Al modelo Grande se le modificaron los datos del centro de atención número 21, generando un centro de atención con una demanda igual a la sumatoria de todos los otros centros, simulando la situación actual de Chile con la ciudad de Santiago.

Los resultados se pueden observar en la Tabla 9, en donde el modelo nuevamente reporta que se deben implementar los centros de distribución 2 y 5, llevándose gran parte del trabajo de distribución en centro de distribución número 5 (8,339 mill. en distribución), lo que hace lógico pensar que el costo de operación de este centro de distribución será mayor a 25 millones.

4.2.7 Modelo Grande con costos de Centro de Distribución igual a cero (60 medicamentos, 8 Centros de distribución, 40 Centros de atención de Salud)

	Óptimo
Centro de distribución N° 1	1
Centro de distribución N° 2	1
Centro de distribución N° 3	1
Centro de distribución N° 4	
Centro de distribución N° 5	1
Centro de distribución N° 6	
Centro de distribución N° 7	1
Centro de distribución N° 8	

Valor de Función Objetivo	5970
Compras totales	5829
compra proveedor 1	1866
compra proveedor 2	2170
compra proveedor 3	1793

Costo fijo centros de distribución	0
costo Total de transporte	141
Costo total flete Proveedor-Centro Distribución	84
Costo total flete Centro distribución-Centro de Atención	57

Flujo por Centro de distribución n°1	32
Flujo por Centro de distribución n°2	1722

Flujo por Centro de distribución n°3	1073
Flujo por Centro de distribución n°4	0
Flujo por Centro de distribución n°5	1485
Flujo por Centro de distribución n°6	0
Flujo por Centro de distribución n°7	1517
Flujo por Centro de distribución n°8	0

% costo de transporte respecto la compra	2,4%
--	------

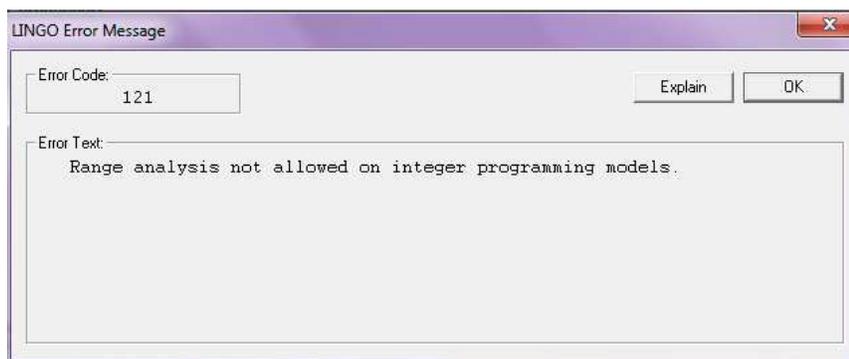
Tabla 11: Problema grande con costos de Centros de Distribución igual a cero.

Si el modelo considera que los costos de mantención de los centros de distribución son igual a cero, el modelo determina que se deben implementar cinco centros de distribución, obteniendo un valor de la función objetivo de 5970 millones, al comparar este valor con el de la tabla número 8 existe una disminución en la función objetivo de 80 millones y un aumento de 3 centros de distribución a ser implementados.

El modelo programado en Lingo 13.0 se puede observar en el Anexo N° 9

El modelo implementado corresponde a un modelo de transporte clásico incorporando una variable binaria para la decisión de implementación los centros de distribución.

Lingo no permite realizar análisis de sensibilidad a modelos con variables enteras, por lo que no se realizó para este estudio.



Capítulo 5

Conclusiones:

En el presente estudio se implementó un modelo de programación lineal, el cual permitiría realizar una optimización del abastecimiento de medicamentos. El modelo puede ser utilizado para la toma de decisiones en la implementación de centros de distribución.

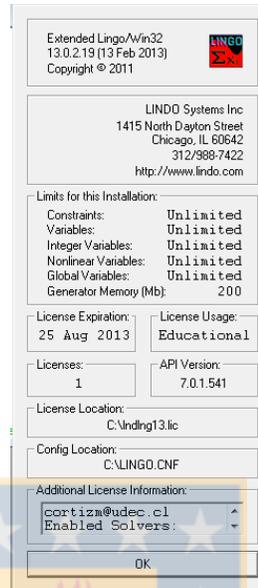
La implementación de un único centro de distribución en Santiago de Chile (que representa la situación actual), no asegura un costo mínimo en la distribución de medicamentos.

La variable de decisión X_{ijkl} entrega valiosa información a los centros de atención, pues permite a los responsable de compras solicitar a un determinado proveedor sin riesgo de tener quiebre de stock, pues los inventarios de los proveedores se encuentran asignados por la variable X_{ijkl} .

El modelo determina las cantidades anuales a ser enviadas desde un proveedor a un Centro de Atención de Salud, pero no determina el número de envíos que realizará el proveedor para completar el pedido anual, esto debe ser planeado y coordinado según el comportamiento de la demanda.

El tamaño de los problemas tratados, pequeño, mediano y grande, pretende simular la división del territorio Chileno en regiones o provincias, el modelo pequeño genera 920 variables enteras, 206 restricciones y se tiene respuesta en 1 segundo, el modelo mediano genera 7214 variables enteras, 705 restricciones y se tiene respuesta en 27 segundos, el modelo grande genera 57662 variables enteras, 2603 restricciones y un tiempo de respuesta de 15 minutos.

El tamaño del problema sólo está sujeto a las restricciones del software, que para este caso se encuentra ilimitado en el número de restricciones y variables.



Una vez definidos e implementados los centros de distribución, las decisiones ya no serán respecto a que centros de distribución se deben implementar sino que el modelo seguirá siendo útil para la correcta decisión de las rutas de envío y decisión de a que proveedor se debe comprar.

El no cumplimiento de los proveedores por falta de stock de medicamentos, es un problema que no debe existir, por esto se recomienda la confirmación de stock antes de la postulación a licitaciones por parte del demandante.

Una vez definidos los Centros de Distribución a implementar, estos deben cumplir la función de coordinar el abastecimiento de los Centros de atención, asegurando el cumplimiento de la demanda.

Los Centros de Distribución deben establecer los periodos de re-orden de cada medicamento en base a la demanda y los tiempos de envío, de modo que realicen una segunda optimización, adicional a la obtenida por el modelo de esta tesis, disminuyendo los

inventarios promedios en cada centro de atención y minimizando el número de envíos, cuidando siempre no llegar a consumir el stock de reserva.

El abastecimiento de medicamentos no debe ser gestionado por los centro de atención, pues existiría un alto costo operacional al tener que implementar un pequeño centro de distribución en cada Centro de Atención, el cual difícil mente contará con los recursos necesarios para una correcta operación, dado que la experiencia y capacidades técnicas requeridas son de un alto costo y tienen poca disponibilidad de profesionales, sumando además el bajo compromiso de la dirección con el aporte de recursos al desarrollo de temas logísticos.

El centro de distribución debe poseer personal capacitado y con experiencia en la manipulación de medicamentos, además de poseer procesos que incorporen tecnología que haga fácil y rápida la identificación de medicamentos, lo que permitirá lograr “Stock Cero” en el centro de distribución.

Los costos de transporte de medicamentos deben ser pagados por los Centros de Atención y no incorporados al precio del medicamento, esto se explica debido a que los Proveedores y Centro de Distribución en su mejora continua buscarán disminuir sus costos, llevándolos a disminuir la frecuencia de envíos, lo que llevará a quiebres de stock en los Centros de atención.

BIBLIOGRAFÍA

- Becerril-Montekio (2011) Sistema de salud de Chile. Salud Publica de México; vol. 53, pp. 132 -143, manuscrito no publicado.
- Méndez C. (2010), Autonomía en la gestión hospitalaria en Chile: Los desafíos para el recurso humano en salud, Salud Pública, Universidad Austral de Chile, 44 (2), 366-377.
- Vasallo C. (2010), El mercado de medicamentos en Chile: Caracterización y recomendaciones para la regulación económica, Informe Final. Informe de consultor MINSAL, 1-134.
- Jan de Vries. 2011, The shaping of inventory systems in health services: A stakeholder analysis. Int. J. Production Economics, 133 (2011) 60-69.
- Nicholson , L., Vakharia , A.j., Erenguc, S.S, 2004. Outsourcing inventory management decision in healthcare :models y applications. European Journal of operation research 154, 271-290.
- Novek, J., 2000 Hospital Pharmacy automation: Collective mobility or collective control? Social Science & medicine 51 (4), 491-503.
- Oliveira. M.D., Pinto, C. G., 2005. Healt care reform in Portugal: an evaluation of the NHS experience. Health economics 14, 203-220.
- De Vries, J., 2005. The complex relationship between inventory control and organizational setting: theory and practice. Int. Journal of production economics 93-94.

- Nenes G., Sofia P., Taragas G., 2010. “Inventory management of multiple items with irregular demand: A case study”. *European Journal of Operational Research*. 205 (313-324).
- Gelders, L.F., van Looy, P.M., 1978. An inventory policy for slow and fast movers in a petrochemical plant: a case study. *Journal of the Operational Research Society* 29 (9), 867–874.
- Vereecke, A., Verstraeten, P., 1994. An inventory management model for an inventory consisting of lumpy items, slow movers and fast movers. *International Journal of Production Economics* 35 (1-3), 379–389.
- Aronis, K.-P., Magou, I., Dekker, R., Tagaras, G., 2004. Inventory control of spare parts using a Bayesian approach: a case study. *European Journal of Operational Research* 154 (3), 730–739.
- Syntetos, A.A., Boylan, J.E., 2006. On the stock control performance of intermittent demand estimators. *International Journal of Production Economics* 103 (1), 36–47.
- Porras, E., Dekker, R., 2008. An inventory control system for spare parts at a refinery: an empirical comparison of different re-order point methods. *European Journal of Operational Research* 184 (1), 101–132.
- Robert Frankel , 2005. The role and relevance of refocused inventory: Supply chain management solutions. Kelley School of business, Indiana University. 49, 275-286.
- Zhang A., Goh M., Meng F., 2011, “Conceptual modelling for supply chain inventory visibility, *Int. J. Production Economics* 133, 578-585.
- Ballou, Ronald H. (2004). *Logística Administración de la cadena de suministro*. 5° ed. Pearson educación, México. 327-358.

ANEXO N° 1
Precio de los medicamentos \$/und

Medicamento	Precio \$/und	Precio \$/und	Precio \$/und
	Proveedor 1	Proveedor 2	Proveedor 3
1	2	2	3
2	45	45	62
3	47	47	60
4	50	54	63
5	53	66	72
6	56	64	78
7	60	70	84
8	64	72	84
9	69	74	88
10	75	79	104
11	81	81	110
12	90	90	126
13	100	100	129
14	112	121	149
15	128	159	163
16	150	156	192
17	180	200	239
18	225	248	308
19	300	342	390
20	450	450	576
21	900	1.089	1.242
22	923	1.108	1.237
23	950	1.093	1.226
24	980	1.107	1.284
25	1.000	1.020	1.310
26	2.000	2.020	2.620
27	4.000	4.840	5.280
28	8.000	10.000	10.960
29	10.000	11.300	13.600
30	13.000	15.080	17.680

ANEXO N°2
Demanda de los medicamentos por centro de atención und./año
Modelo mediano

Med .	Base	>10-20	>21-30	>31-40	>41-70	< 10-15	< 21-30	>31-40	<41-70	>30-60
	demanda cent. Aten 1	demanda cent. Aten 2	demanda cent. Aten 3	Demanda cent. Aten 4	demanda cent. Aten 5	demanda cent. Aten 6	demanda cent. Aten 7	demanda cent. Aten 8	demanda cent. Aten 9	demanda cent. Aten 10
	unidades									
1	1.000.000	1.120.000	1.220.000	1.350.000	1.470.000	880.000	700.000	1.360.000	1.680.000	1.500.000
2	37.697	41.467	47.121	49.383	59.561	33.550	29.781	50.137	64.085	56.922
3	46.656	51.788	58.320	64.852	79.315	40.591	33.592	63.919	79.315	67.651
4	52.338	59.665	64.376	70.133	84.264	47.104	39.777	70.656	74.843	74.320
5	35.998	42.838	46.797	48.237	53.637	30.958	27.358	49.317	57.597	50.757
6	28.449	34.139	36.130	37.268	48.079	25.320	20.199	37.553	45.518	39.829
7	29.903	32.893	36.482	39.472	50.237	26.913	21.829	39.173	50.835	47.546
8	9.765	10.839	12.109	12.987	14.452	8.300	7.519	13.573	14.648	13.671
9	17.446	19.714	21.982	23.727	25.646	15.352	13.782	23.203	26.692	25.820
10	34.773	41.728	44.162	47.291	51.116	30.600	27.471	46.248	53.203	52.855
11	18.521	21.670	23.522	24.818	29.448	16.113	14.446	25.374	30.930	26.300
12	14.331	16.911	17.627	18.774	20.637	12.898	10.032	18.774	23.216	21.783
13	8.180	9.734	10.552	10.798	12.188	7.280	5.808	11.288	13.252	11.697
14	4.737	5.448	5.779	6.205	7.295	4.026	3.411	6.395	8.006	6.490
15	7.782	9.027	9.961	10.895	12.607	6.926	5.992	10.584	12.685	11.673
16	9.314	10.432	11.549	13.040	14.716	8.289	6.799	12.201	14.530	12.294
17	7.845	9.179	9.492	10.669	11.140	7.061	5.492	10.277	12.395	10.983
18	10.640	11.704	13.832	13.938	16.705	9.044	7.767	14.151	17.237	15.322
19	8.131	9.757	10.001	11.221	12.034	7.155	6.423	10.896	12.928	12.440
20	4.775	5.539	5.969	6.637	6.972	4.059	3.343	6.637	7.163	6.876
21	3.187	3.761	3.984	4.366	4.812	2.805	2.263	4.398	4.844	4.589
22	758	841	917	1.046	1.084	682	599	1.023	1.152	1.137
23	2.838	3.349	3.519	3.718	4.825	2.441	2.157	3.803	4.399	3.888
24	2.808	3.173	3.622	3.875	4.380	2.499	2.050	3.791	4.268	4.015
25	2.824	3.389	3.558	3.812	4.264	2.400	2.118	3.756	4.434	3.982
26	908	1.053	1.144	1.199	1.416	781	690	1.262	1.489	1.199
27	520	572	634	712	796	458	400	692	874	686
28	375	450	476	521	551	323	270	503	585	491
29	186	208	231	249	262	167	147	253	294	277
30	692	768	879	969	1.121	623	505	969	1.045	1.010

	>31-40	>41-70	< 10-15	< 21-30	>31-40	<31-40	<41-70	< 10-15	< 21-30	<31-40
	demanda									
	cent. Aten 11	cent. Aten 12	cent. Aten 13	cent. Aten 14	cent. Aten 15	cent. Aten 16	cent. Aten 17	cent. Aten 18	cent. Aten 19	cent. Aten 20
Med.	unidades									
1	1.310.000	1.550.000	880.000	750.000	1.320.000	640.000	520.000	890.000	770.000	670.000
2	52.399	59.561	32.796	27.896	50.891	24.880	15.456	33.927	29.404	23.372
3	63.919	71.850	40.124	36.858	63.452	30.793	27.060	41.990	36.392	30.326
4	69.086	85.311	44.487	39.254	69.086	34.020	28.263	47.104	39.777	33.496
5	47.517	56.877	30.958	25.919	48.237	24.839	11.519	31.678	25.199	22.319
6	38.691	40.113	24.182	21.337	37.268	18.207	15.647	25.604	22.190	17.069
7	39.472	47.247	26.315	20.932	40.369	18.839	14.054	26.016	21.829	20.334
8	13.280	15.331	8.593	7.226	13.280	6.543	5.078	8.496	7.324	6.152
9	23.552	27.041	15.352	12.387	23.552	10.817	8.723	15.352	13.782	10.991
10	47.987	56.332	30.253	26.080	47.291	23.298	13.561	30.253	26.080	21.559
11	24.818	28.152	15.743	13.520	25.374	12.039	8.890	16.113	13.891	11.113
12	19.777	23.789	12.755	10.175	19.490	9.458	5.446	12.755	10.462	9.602
13	10.879	12.188	7.280	6.217	11.043	5.235	2.781	7.198	5.890	4.990
14	6.442	6.774	4.074	3.742	6.348	3.126	1.942	4.121	3.695	3.269
15	10.817	11.362	7.004	5.914	10.895	5.292	3.035	6.926	5.525	4.980
16	12.853	15.461	8.010	7.079	12.574	6.240	3.260	8.289	7.172	6.054
17	10.591	12.081	6.668	6.119	10.277	4.864	2.903	7.061	6.119	5.178
18	14.470	16.705	9.150	7.661	14.045	7.022	3.937	9.044	7.767	7.235
19	10.896	12.115	6.911	6.017	11.302	4.879	4.797	6.993	5.854	5.366
20	6.446	7.210	4.059	3.772	6.637	3.152	2.053	4.250	3.581	3.056
21	4.175	5.004	2.868	2.231	4.207	2.072	1.466	2.805	2.327	2.008
22	1.038	1.122	675	591	1.046	462	349	644	569	500
23	3.803	4.229	2.497	2.043	3.746	1.788	1.164	2.412	2.043	1.845
24	3.791	4.268	2.499	1.966	3.763	1.741	870	2.499	1.994	1.853
25	3.897	4.010	2.513	2.174	3.897	1.864	1.440	2.542	2.033	1.723
26	1.199	1.435	772	699	1.271	617	309	781	681	581
27	681	827	468	406	707	317	187	463	406	312
28	510	570	323	266	525	248	169	323	293	248
29	259	270	164	132	247	112	110	160	147	121
30	948	1.169	588	491	927	464	332	602	491	436

ANEXO N°3
Oferta Proveedores Unidades/año
MODELO MEDIANO

Medicamento	oferta prov 1 Und.	oferta prov 2 Und.	oferta prov 3 Und.
1	7.121.400	8.847.800	9.711.000
2	352.723	467.563	426.549
3	545.244	586.395	473.231
4	518.586	473.491	563.680
5	422.706	322.794	399.649
6	324.780	288.012	349.291
7	279.797	390.414	201.714
8	71.116	117.133	73.208
9	119.972	213.700	183.707
10	240.685	323.421	315.899
11	232.461	216.429	188.374
12	141.998	175.954	166.694
13	83.749	59.323	85.494
14	56.742	54.716	42.557
15	52.663	88.339	81.543
16	80.062	118.092	100.078
17	89.853	49.918	49.918
18	79.582	113.688	127.331
19	84.536	59.879	73.969
20	44.962	37.809	45.984
21	25.905	34.086	25.224
22	5.520	7.468	8.118
23	28.438	27.833	29.043
24	34.641	32.252	34.043
25	35.772	27.890	24.858
26	6.625	8.574	10.133
27	5.781	4.447	4.558
28	3.128	4.010	2.406
29	1.998	2.398	2.198
30	7.064	5.861	7.214

ANEXO N°4
Costo flete proveedor a Centro de Distribución (\$/und.)
MODELO MEDIANO

	costo flete											
	prov 1	prov 1	prov 1	prov 1	prov 2	prov 2	prov 2	prov 2	prov 3	prov 3	prov 3	prov 3
Med.	prov - CD1	prov - CD2	prov - CD3	prov - CD4	prov - CD1	prov - CD2	prov - CD3	prov - CD4	prov - CD1	prov - CD2	prov - CD3	prov - CD4
1	0,833	0,667	0,833	1,167	1,167	0,833	0,500	0,667	1,500	1,333	1,500	1,833
2	0,833	0,667	0,833	1,167	1,167	0,833	0,500	0,667	1,500	1,333	1,500	1,833
3	0,833	0,667	0,833	1,167	1,167	0,833	0,500	0,667	1,500	1,333	1,500	1,833
4	0,833	0,667	0,833	1,167	1,167	0,833	0,500	0,667	1,500	1,333	1,500	1,833
5	0,833	0,667	0,833	1,167	1,167	0,833	0,500	0,667	1,500	1,333	1,500	1,833
6	0,833	0,667	0,833	1,167	1,167	0,833	0,500	0,667	1,500	1,333	1,500	1,833
7	0,833	0,667	0,833	1,167	1,167	0,833	0,500	0,667	1,500	1,333	1,500	1,833
8	0,833	0,667	0,833	1,167	1,167	0,833	0,500	0,667	1,500	1,333	1,500	1,833
9	0,833	0,667	0,833	1,167	1,167	0,833	0,500	0,667	1,500	1,333	1,500	1,833
10	0,833	0,667	0,833	1,167	1,167	0,833	0,500	0,667	1,500	1,333	1,500	1,833
11	1,167	1,000	1,167	1,500	1,500	1,167	0,833	1,000	1,833	1,667	1,833	2,167
12	1,167	1,000	1,167	1,500	1,500	1,167	0,833	1,000	1,833	1,667	1,833	2,167
13	1,167	1,000	1,167	1,500	1,500	1,167	0,833	1,000	1,833	1,667	1,833	2,167
14	1,167	1,000	1,167	1,500	1,500	1,167	0,833	1,000	1,833	1,667	1,833	2,167
15	1,167	1,000	1,167	1,500	1,500	1,167	0,833	1,000	1,833	1,667	1,833	2,167
16	1,167	1,000	1,167	1,500	1,500	1,167	0,833	1,000	1,833	1,667	1,833	2,167
17	1,167	1,000	1,167	1,500	1,500	1,167	0,833	1,000	1,833	1,667	1,833	2,167
18	1,167	1,000	1,167	1,500	1,500	1,167	0,833	1,000	1,833	1,667	1,833	2,167
19	1,167	1,000	1,167	1,500	1,500	1,167	0,833	1,000	1,833	1,667	1,833	2,167
20	1,167	1,000	1,167	1,500	1,500	1,167	0,833	1,000	1,833	1,667	1,833	2,167
21	1,500	1,333	1,500	1,833	1,833	1,500	1,167	1,333	2,167	2,000	2,167	2,500
22	1,500	1,333	1,500	1,833	1,833	1,500	1,167	1,333	2,167	2,000	2,167	2,500
23	1,500	1,333	1,500	1,833	1,833	1,500	1,167	1,333	2,167	2,000	2,167	2,500
24	1,500	1,333	1,500	1,833	1,833	1,500	1,167	1,333	2,167	2,000	2,167	2,500
25	1,500	1,333	1,500	1,833	1,833	1,500	1,167	1,333	2,167	2,000	2,167	2,500
26	1,500	1,333	1,500	1,833	1,833	1,500	1,167	1,333	2,167	2,000	2,167	2,500
27	1,500	1,333	1,500	1,833	1,833	1,500	1,167	1,333	2,167	2,000	2,167	2,500
28	1,500	1,333	1,500	1,833	1,833	1,500	1,167	1,333	2,167	2,000	2,167	2,500
29	1,500	1,333	1,500	1,833	1,833	1,500	1,167	1,333	2,167	2,000	2,167	2,500
30	1,500	1,333	1,500	1,833	1,833	1,500	1,167	1,333	2,167	2,000	2,167	2,500

ANEXO N° 5
Costo de transporte de medicamentos desde centro de distribución a Centro de Atención de Salud (\$/und) MODELO MEDIANO.

| costo flete \$/und |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| cd1 |
cda1	cda2	cda3	cda4	cda5	cda6	cda7	cda8	cda9	cda10	cda11	cda12	cda13	cda14	cda15	cda16	cda17	cda18	cda19	cda20
0,167	0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333
0,167	0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333
0,167	0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333
0,167	0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333
0,167	0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333
0,167	0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333
0,167	0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333
0,167	0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333
0,167	0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333
0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5
0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5
0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5
0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5
0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5
0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5
0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5
0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5
0,333	0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5
0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5	3,667
0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5	3,667
0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5	3,667
0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5	3,667
0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5	3,667
0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5	3,667
0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5	3,667
0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5	3,667
0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5	3,667
0,5	0,667	0,833	1	1,167	1,333	1,5	1,667	1,833	2	2,167	2,333	2,5	2,667	2,833	3	3,167	3,333	3,5	3,667

ANEXO N° 6

Listado de medicamentos consumidos por mes en Consultorio Dr. José Duran Trujillo de la comuna de San Carlos VIII región de Chile, (26.000 habitantes).

NOMBRE	FORMATO	DOSIS	PRECIO \$	CONSUMO /mes (und)
CLORFENAMINA	COMPRIMIDO	4 MG	1,9	6605
ENALAPRIL	COMPRIMIDO	10 MG	2	125763
GLIBENCLAMIDA	COMPRIMIDO	5 MG	2,4	43613
HIDROCLOROTIAZIDA	COMPRIMIDO	50 MG	3,4	45855
FLUOXETINA	CAPSULA	20 MG	3,5	17984
AMITRIPTILINA	COMPRIMIDO	25 MG	3,9	9636
DICLOFENCO SODICO	COMPRIMIDO	50 MG	3,9	8438
PROPANOLOL	COMPRIMIDO	40 MG	3,9	12488
PARACETAMOL	COMPRIMIDO	500 MG	4	149088
ACIDO ACETILSALICILICO	COMPRIMIDO	100 MG	4,2	131811
METAMIZOL SODICO	COMPRIMIDO	300 MG	4,3	4386
NIFEDIPINO RETARD	COMPRIMIDO	10 MG	4,4	2788
LORATADINA	COMPRIMIDO	10 MG	4,9	9762
FUROSEMIDA	COMPRIMIDO	40 MG	5,8	45427
ALPRAZOLAM	COMPRIMIDO	0,5 MG	5,9	4087
ISOSORBIDA	COMPRIMIDO	10 MG	5,9	7961
LOVASTATINA	COMPRIMIDO	20 MG	5,9	18253
PIROXICAM	COMPRIMIDO	20 MG	6,5	2579
DIAZEPAM	COMPRIMIDO	10 MG	6,9	1590
DOMPERIDONA	SOL. ORAL GOTAS	10 MG/ML	6,9	623
FURAZOLIDONA	COMPRIMIDO	100 MG	7,4	1448
CLORDIAZEPOXIDO	COMPRIMIDO	10 MG	7,8	1106
FAMOTIDINA	COMPRIMIDO	40 MG	7,8	9847
LEVOTIROXINA SODICA	COMPRIMIDO	100MG	7,9	12138
ATENOLOL	COMPRIMIDO	100MG	8,3	705
DOMPERIDONA	COMPRIMIDO	10 MG	8,6	10592
METFORMINA	COMPRIMIDO	850 MG	8,6	104203
CICLOBENZAPRINA CLORHIDRATO	COMPRIMIDO	10 MG	8,7	9842
IBUPROFENO	CAPSULA	400 MG	8,8	7951
LOSARTAN POTASICO	COMPRIMIDO	50 MG	8,9	110941
CLONAZEPAM	COMPRIMIDO	2 MG	9,1	15870
METRONIDAZOL	COMPRIMIDO	250MG	9,1	2375

COLCHICINA	COMPRIMIDO	0,5 MG	9,4	320
LIDOCAINA CLORHIDRATI	SOL. INYECTABLE	2% AMP. 5 ML	50	608
ESTRÓGENOS CONJUGADOS	COM	0,3MG	50,3	458
ATROPINA	SOL. INYECTABLE	1 MG/ML	54	12
TRAMADOL CLORHIDRATO	COMPRIMIDO	50 MG	57,7	4109
QUETIAPINA	COMPRIMIDO	25 MG	58	1349
TIAMINA CLORHIDRATO	SOL. INYECTABLE	30 MG/ML	63	1222
ERITROMICINA	COMPRIMIDO	500 MG	64	1185
CIANOCOBALAMINA	SOL. INYECTABLE	0,1 MG/ML	69	550
ESTRÓGENOS CONJ/MEDROXIPROGESTERONA	COM	0,3/1,5MG	70	653
RANITIDINA	AMPOLLA	50 MG/5ML	74	48
FUROSEMIDA	SOL. INYECTABLE	20 MG/ML	76	826
TRIHEXIFENIDILO	COMPRIMIDO	2 MG	76,3	1603
DIAZEPAM	SOL. INYECTABLE	10 MG/2ML	87	299
LAMOTRIGINA	COMPRIMIDO	100 MG	88	791
RISPERIDONA	COMPRIMIDO	1 MG	89	388
VASELINA LÍQUIDA	ACEITE MINERAL C/ SABOR	SOL 100 ML	100	160
CLARITROMICINA	COMPRIMIDO	500 MG	110	1127
HALOPERIDOL	COMPRIMIDO	5 MG	110	835
CLOTRIMAZOL	OVULO	100 MG	115,3	336
AZITROMICINA	COMPRIMIDO	500 MG	125	80
PENICILINA BENZATINA	POLVO SOL. INYECTABLE	1,200,000 UI	134	267
PENICILINA	POLVO SOL. INYECTABLE	1,000,000 UI	139	212
DOXAZOSINA	COMPRIMIDO	4 MG	167,6	256
VENLAFAXINA	COMPRIMIDOS	75 MG	187,3	73
FLUCONAZOL	CAPSULA	150 MG	200	660
PARACETAMOL	SOL. ORAL GOTAS	100 MG/ML	216	6243
GENTAMICINA	SOL. INYECTABLE	40MG/ML	259	1122
LORATADINA	JARABE	5MG/ ML	270,8	1909
LEVETIRACETAM	COMPRIMIDO	500 MG	341,7	110
PRAMIPEXOLE	COMPRIMIDO	0,25MG	350,8	1671
LEVODOPA+BENZERAZIDA	COMPRIMIDO	200/50	370	384
SALES REHIDRATANTES	SOL. ORAL	60 Meq NA/lt	470	396
AMOXICILINA/CLAVULANICO	COMPRIMIDO	875/125MG	490	1717

AMOXICILINA	SUSPENSION	500/5	575	348
SALBUTAMOL	INHALADOR	100 MCG/DOSIS	593	790
CELECOXIB	CAPS	200MG	620	650
ALBENDAZOL	COMPRIMIDO	200 mg	697	31
FLUCLOXACILINA	JARABE	250/5	715,9	23
CLORANFENICOL	SOL. OFTALMICA	5MG/ML	759	353
LAFIGIN	COM	100MG	764,9	49
CROTAMITON	LOCION TOPICA	10%	839	19
PERMETRINA	LOCION	1%	890	87
ERITROMICINA	SUSPENSION	200 MG/5 ML	980	180
HIDROCORTISONA SUCCINATO	POLVO SOL. INYECTABLE	100 MG	985	1519
PRAMIPEXOLE	COMPRIMIDO	1mg	1092,5	445
BETAXOLOL	SOL. OFTALMICA	0,005	1200	24
FIERRO BIS GLICINATO	SOL. ORAL EN GOTAS	6 MG/ML	1200	308
PARAGAVERINA	SOL. INYECTABLE	5MG/ML	1228,5	986
BETAMETASONA	AMPOLLA	4MG / ML	1311	283
INSULINA CRISTALINA	FCO	100 UI/ML	1332	100
INSULINA NPH	FCO	100 UI/ML	1332	690
AZITROMICINA	SUSPENSION	200/5 ML	1445	12
VITAMINAS ACD	SOLUCION ORAL GOTAS	FCO. GOTARIO	1446	498
LACTULOSA	SOL. ORAL	0,65	1790	528
FITOMENADIONA	SOL. INYECTABLE	10MG/ML	2033,8	613
ACIDO VALPROICO	SOL. GOTAS ORALES	10 MG/ GOTA	2100	18
BUDESONIDA	INHALADOR	200MCG/D OSIS	3990	328
RISPERIDONA	GOTAS	1 MG/ML	4250	74
NISTATINA	SUSP. ORAL	100,000 UI/ML	4500	378
BROMURO DE IPATROPIO	INH.	20MCG	5586	234
MOMETASONA NASAL	INHALADOR	50 MCG	6640	26
FLUFENAZINA	SOL. INYECTABLE	25 MG/ML	7985	55
SALMETEROL	INH.	25MCG	8000	53
CIPROVAL			9840	158
PROPARACAINA	SOL. OFTALMICA	5MG/ML	13604	719

ANEXO 7

Salida modelo Pequeño valores distintos a cero.

Global optimal solution found.

Objective value: 0.4367373E+09
 Objective bound: 0.4367373E+09
 Infeasibilities: 0
 Extended solver steps: 9
 Total solver iterations: 1941

Y(1)	1
X(1, 1, 1, 5)	580000.0
X(1, 1, 1, 6)	880000.0
X(1, 1, 1, 8)	1360000.
X(1, 1, 1, 9)	1680000.
X(1, 1, 1, 10)	1500000.
X(1, 2, 1, 1)	420000.0
X(1, 2, 1, 2)	1120000.
X(1, 2, 1, 3)	1220000.
X(1, 2, 1, 4)	1350000.
X(1, 2, 1, 5)	890000.0
X(1, 3, 1, 1)	580000.0
X(1, 3, 1, 7)	700000.0
X(2, 1, 1, 4)	49536.00
X(2, 1, 1, 5)	79315.00
X(2, 1, 1, 6)	40591.00
X(2, 1, 1, 7)	33592.00
X(2, 1, 1, 9)	79315.00
X(2, 1, 1, 10)	67651.00
X(2, 2, 1, 1)	26364.00
X(2, 2, 1, 3)	58320.00
X(2, 2, 1, 4)	15316.00
X(2, 3, 1, 1)	20292.00
X(2, 3, 1, 2)	51788.00
X(2, 3, 1, 8)	63919.00
X(3, 1, 1, 3)	46797.00
X(3, 1, 1, 4)	48237.00

X(5, 2, 1, 4)	20858.00
X(5, 3, 1, 10)	13364.00
X(6, 1, 1, 1)	18521.00
X(6, 1, 1, 2)	21670.00
X(6, 1, 1, 3)	23522.00
X(6, 1, 1, 4)	24818.00
X(6, 1, 1, 5)	29448.00
X(6, 1, 1, 6)	16113.00
X(6, 1, 1, 7)	14446.00
X(6, 1, 1, 8)	25374.00
X(6, 1, 1, 9)	30930.00
X(6, 1, 1, 10)	26300.00
X(7, 1, 1, 5)	6.750.000
X(7, 1, 1, 6)	7.280.000
X(7, 1, 1, 7)	5.808.000
X(7, 1, 1, 8)	11288.00
X(7, 1, 1, 9)	13252.00
X(7, 1, 1, 10)	11697.00
X(7, 2, 1, 1)	5.137.000
X(7, 2, 1, 3)	10552.00
X(7, 2, 1, 4)	10798.00
X(7, 2, 1, 5)	11513.00
X(7, 3, 1, 1)	3.043.000
X(7, 3, 1, 2)	9.734.000
X(8, 1, 1, 4)	2.198.000
X(8, 1, 1, 5)	12607.00
X(8, 1, 1, 6)	6.926.000

X(10, 3, 1, 7)	2.855.000
X(11, 1, 1, 5)	4.812.000
X(11, 1, 1, 6)	1.357.000
X(11, 1, 1, 8)	4.398.000
X(11, 1, 1, 9)	4.844.000
X(11, 1, 1, 10)	4.589.000
X(11, 2, 1, 1)	3.187.000
X(11, 2, 1, 2)	3.761.000
X(11, 2, 1, 3)	3.984.000
X(11, 2, 1, 4)	4.366.000
X(11, 2, 1, 6)	1.448.000
X(11, 2, 1, 7)	2.263.000
X(12, 1, 1, 4)	4.870.000
X(12, 1, 1, 5)	4.825.000
X(12, 1, 1, 6)	2.441.000
X(12, 1, 1, 7)	2.157.000
X(12, 1, 1, 8)	3.803.000
X(12, 1, 1, 9)	4.399.000
X(12, 1, 1, 10)	3.888.000
X(12, 2, 1, 1)	2.838.000
X(12, 2, 1, 2)	3.349.000
X(12, 2, 1, 3)	5.820.000
X(12, 2, 1, 4)	3.231.000
X(12, 3, 1, 3)	2.937.000
X(13, 1, 1, 6)	2.400.000
X(13, 1, 1, 7)	2.118.000
X(13, 1, 1, 8)	3.756.000

X(3, 1, 1, 5)	53637.00	X(8, 1, 1, 8)	10584.00	X(13, 1, 1, 10)	1.726.000
X(3, 1, 1, 6)	30958.00	X(8, 1, 1, 9)	12685.00	X(13, 2, 1, 1)	3.100.000
X(3, 1, 1, 7)	6.194.000	X(8, 2, 1, 1)	7.782.000	X(13, 2, 1, 9)	4.434.000
X(3, 1, 1, 8)	13420.00	X(8, 2, 1, 2)	8.521.000	X(13, 2, 1, 10)	2.256.000
X(3, 1, 1, 10)	50757.00	X(8, 2, 1, 4)	8.697.000	X(13, 3, 1, 1)	2.514.000
X(3, 2, 1, 1)	35998.00	X(8, 3, 1, 2)	5.060.000	X(13, 3, 1, 2)	3.389.000
X(3, 2, 1, 2)	42838.00	X(8, 3, 1, 3)	9.961.000	X(13, 3, 1, 3)	3.558.000
X(3, 2, 1, 7)	21164.00	X(8, 3, 1, 7)	5.992.000	X(13, 3, 1, 4)	3.812.000
X(3, 3, 1, 8)	35897.00	X(8, 3, 1, 10)	11673.00	X(13, 3, 1, 5)	4.264.000
X(3, 3, 1, 9)	57597.00	X(9, 1, 1, 4)	10669.00	X(14, 1, 1, 5)	5.400.000
X(4, 1, 1, 4)	13467.00	X(9, 1, 1, 5)	11140.00	X(14, 1, 1, 7)	4.000.000
X(4, 1, 1, 5)	50237.00	X(9, 1, 1, 6)	7.061.000	X(14, 1, 1, 9)	8.740.000
X(4, 1, 1, 6)	26913.00	X(9, 1, 1, 8)	7.752.000	X(14, 1, 1, 10)	6.860.000
X(4, 1, 1, 7)	21829.00	X(9, 1, 1, 9)	12395.00	X(14, 2, 1, 1)	5.200.000
X(4, 1, 1, 8)	39173.00	X(9, 1, 1, 10)	10983.00	X(14, 2, 1, 2)	5.720.000
X(4, 1, 1, 9)	50835.00	X(9, 2, 1, 1)	3.312.000	X(14, 2, 1, 3)	2.480.000
X(4, 1, 1, 10)	47546.00	X(9, 2, 1, 2)	9.179.000	X(14, 2, 1, 4)	7.120.000
X(4, 2, 1, 1)	4.620.000	X(9, 2, 1, 3)	9.492.000	X(14, 2, 1, 5)	2.560.000
X(4, 2, 1, 2)	32893.00	X(9, 2, 1, 7)	5.492.000	X(14, 2, 1, 8)	6.920.000
X(4, 2, 1, 3)	36482.00	X(9, 2, 1, 8)	2.525.000	X(14, 3, 1, 3)	3.860.000
X(4, 2, 1, 4)	26005.00	X(9, 3, 1, 1)	4.533.000	X(14, 3, 1, 6)	4.580.000
X(4, 3, 1, 1)	25283.00	X(10, 1, 1, 3)	2.686.000	X(15, 1, 1, 1)	1.860.000
X(5, 1, 1, 4)	2.869.000	X(10, 1, 1, 4)	11221.00	X(15, 1, 1, 2)	2.080.000
X(5, 1, 1, 5)	25646.00	X(10, 1, 1, 5)	12034.00	X(15, 1, 1, 3)	2.310.000
X(5, 1, 1, 6)	15352.00	X(10, 1, 1, 6)	7.155.000	X(15, 1, 1, 4)	2.490.000
X(5, 1, 1, 7)	13782.00	X(10, 1, 1, 7)	3.568.000	X(15, 1, 1, 5)	2.620.000
X(5, 1, 1, 8)	23203.00	X(10, 1, 1, 8)	10896.00	X(15, 1, 1, 7)	8.700.000
X(5, 1, 1, 9)	26692.00	X(10, 1, 1, 10)	12440.00	X(15, 1, 1, 10)	2.770.000
X(5, 1, 1, 10)	12456.00	X(10, 2, 1, 2)	9.757.000	X(15, 2, 1, 6)	1.670.000
X(5, 2, 1, 1)	17446.00	X(10, 2, 1, 3)	7.315.000	X(15, 2, 1, 7)	6.000.000
X(5, 2, 1, 2)	19714.00	X(10, 2, 1, 9)	12928.00	X(15, 2, 1, 8)	2.530.000
X(5, 2, 1, 3)	21982.00	X(10, 3, 1, 1)	8.131.000	X(15, 2, 1, 9)	2.940.000

ANEXO N°8

Salida problema mediano

Global optimal solution found.

Objective value: 0.1559024E+10

Objective bound: 0.1559024E+10

Infeasibilities: 0

Extended solver steps: 13

Total solver iterations: 673155

Y(3)	1
X(1, 1, 3, 3)	829200.0
X(1, 1, 3, 4)	1350000.
X(1, 1, 3, 7)	642200.0
X(1, 1, 3, 8)	1360000.
X(1, 1, 3, 10)	1500000.
X(1, 1, 3, 19)	770000.0
X(1, 1, 3, 20)	670000.0
X(1, 2, 3, 7)	57800.00
X(1, 2, 3, 9)	1680000.
X(1, 2, 3, 11)	1310000.
X(1, 2, 3, 12)	1550000.
X(1, 2, 3, 13)	880000.0
X(1, 2, 3, 15)	1320000.
X(1, 2, 3, 16)	640000.0
X(1, 2, 3, 17)	520000.0
X(1, 2, 3, 18)	890000.0
X(1, 3, 3, 1)	1000000.
X(1, 3, 3, 2)	1120000.
X(1, 3, 3, 3)	390800.0
X(1, 3, 3, 5)	1470000.
X(1, 3, 3, 6)	880000.0
X(1, 3, 3, 14)	750000.0
X(2, 1, 3, 2)	41467.00
X(2, 1, 3, 4)	49383.00
X(2, 1, 3, 6)	33550.00
X(2, 1, 3, 7)	29781.00
X(2, 1, 3, 8)	50137.00
X(2, 1, 3, 9)	51147.00
X(2, 1, 3, 10)	56922.00
X(2, 1, 3, 16)	24880.00

X(11, 1, 3, 1)	18521.00
X(11, 1, 3, 2)	21670.00
X(11, 1, 3, 3)	23522.00
X(11, 1, 3, 4)	24818.00
X(11, 1, 3, 5)	29448.00
X(11, 1, 3, 6)	16113.00
X(11, 1, 3, 7)	14446.00
X(11, 1, 3, 8)	4.898.000
X(11, 1, 3, 9)	30930.00
X(11, 2, 3, 8)	20476.00
X(11, 2, 3, 10)	26300.00
X(11, 2, 3, 11)	24818.00
X(11, 2, 3, 12)	28152.00
X(11, 2, 3, 13)	15743.00
X(11, 2, 3, 14)	13520.00
X(11, 2, 3, 15)	25374.00
X(11, 2, 3, 16)	12039.00
X(11, 2, 3, 17)	8.890.000
X(11, 2, 3, 18)	16113.00
X(11, 2, 3, 19)	13891.00
X(11, 2, 3, 20)	11113.00
X(12, 1, 3, 1)	14331.00
X(12, 1, 3, 2)	16911.00
X(12, 1, 3, 3)	17627.00
X(12, 1, 3, 5)	20637.00
X(12, 1, 3, 8)	18774.00
X(12, 1, 3, 9)	23216.00
X(12, 1, 3, 10)	1.465.000
X(12, 1, 3, 11)	19777.00
X(12, 2, 3, 4)	18774.00
X(12, 2, 3, 6)	12898.00

X(21, 1, 3, 4)	4.366.000
X(21, 1, 3, 5)	4.812.000
X(21, 1, 3, 7)	2.263.000
X(21, 1, 3, 8)	4.398.000
X(21, 1, 3, 9)	4.844.000
X(21, 1, 3, 10)	8.230.000
X(21, 1, 3, 16)	2.072.000
X(21, 1, 3, 19)	2.327.000
X(21, 2, 3, 2)	3.761.000
X(21, 2, 3, 6)	2.805.000
X(21, 2, 3, 10)	2.756.000
X(21, 2, 3, 11)	4.175.000
X(21, 2, 3, 12)	5.004.000
X(21, 2, 3, 13)	2.868.000
X(21, 2, 3, 14)	2.231.000
X(21, 2, 3, 15)	4.207.000
X(21, 2, 3, 17)	1.466.000
X(21, 2, 3, 18)	2.805.000
X(21, 2, 3, 20)	2.008.000
X(21, 3, 3, 1)	3.187.000
X(21, 3, 3, 3)	3.984.000
X(21, 3, 3, 10)	1.010.000
X(22, 1, 3, 1)	7.580.000
X(22, 1, 3, 5)	1.084.000
X(22, 1, 3, 7)	5.990.000
X(22, 1, 3, 8)	1.023.000
X(22, 1, 3, 9)	1.152.000
X(22, 1, 3, 10)	9.040.000
X(22, 2, 3, 2)	8.410.000
X(22, 2, 3, 3)	9.170.000
X(22, 2, 3, 4)	1.046.000

X(2, 1, 3, 17)	15456.00
X(2, 2, 3, 1)	37697.00
X(2, 2, 3, 3)	47121.00
X(2, 2, 3, 5)	59561.00
X(2, 2, 3, 9)	12938.00
X(2, 2, 3, 11)	52399.00
X(2, 2, 3, 12)	59561.00
X(2, 2, 3, 13)	32796.00
X(2, 2, 3, 14)	27896.00
X(2, 2, 3, 15)	50891.00
X(2, 2, 3, 18)	33927.00
X(2, 2, 3, 19)	29404.00
X(2, 2, 3, 20)	23372.00
X(3, 1, 3, 1)	46656.00
X(3, 1, 3, 2)	51788.00
X(3, 1, 3, 3)	58320.00
X(3, 1, 3, 4)	64852.00
X(3, 1, 3, 5)	79315.00
X(3, 1, 3, 7)	33592.00
X(3, 1, 3, 8)	1.470.000
X(3, 1, 3, 9)	79315.00
X(3, 1, 3, 17)	27060.00
X(3, 2, 3, 6)	40591.00
X(3, 2, 3, 8)	62449.00
X(3, 2, 3, 10)	67651.00
X(3, 2, 3, 11)	63919.00
X(3, 2, 3, 12)	71850.00
X(3, 2, 3, 13)	40124.00
X(3, 2, 3, 14)	36858.00
X(3, 2, 3, 15)	63452.00
X(3, 2, 3, 16)	30793.00
X(3, 2, 3, 18)	41990.00
X(3, 2, 3, 19)	36392.00
X(3, 2, 3, 20)	30326.00
X(4, 1, 3, 1)	52338.00
X(4, 1, 3, 2)	59665.00
X(4, 1, 3, 3)	47796.00

X(12, 2, 3, 7)	10032.00
X(12, 2, 3, 10)	20318.00
X(12, 2, 3, 12)	23789.00
X(12, 2, 3, 13)	12755.00
X(12, 2, 3, 14)	10175.00
X(12, 2, 3, 15)	19490.00
X(12, 2, 3, 16)	9.458.000
X(12, 2, 3, 17)	5.446.000
X(12, 2, 3, 18)	12755.00
X(12, 2, 3, 19)	10462.00
X(12, 2, 3, 20)	9.602.000
X(13, 1, 3, 1)	5.548.000
X(13, 1, 3, 5)	12188.00
X(13, 1, 3, 7)	5.808.000
X(13, 1, 3, 9)	13252.00
X(13, 1, 3, 10)	11697.00
X(13, 1, 3, 11)	10879.00
X(13, 1, 3, 13)	7.280.000
X(13, 1, 3, 14)	6.217.000
X(13, 1, 3, 19)	5.890.000
X(13, 1, 3, 20)	4.990.000
X(13, 2, 3, 1)	2.632.000
X(13, 2, 3, 2)	9.734.000
X(13, 2, 3, 3)	10552.00
X(13, 2, 3, 4)	1.886.000
X(13, 2, 3, 8)	11288.00
X(13, 2, 3, 12)	12188.00
X(13, 2, 3, 15)	11043.00
X(13, 3, 3, 4)	8.912.000
X(13, 3, 3, 6)	7.280.000
X(13, 3, 3, 16)	5.235.000
X(13, 3, 3, 17)	2.781.000
X(13, 3, 3, 18)	7.198.000
X(14, 1, 3, 1)	4.737.000
X(14, 1, 3, 2)	5.448.000
X(14, 1, 3, 5)	7.295.000
X(14, 1, 3, 6)	4.026.000

X(22, 2, 3, 6)	6.820.000
X(22, 2, 3, 10)	2.330.000
X(22, 2, 3, 14)	5.910.000
X(22, 2, 3, 15)	1.046.000
X(22, 2, 3, 16)	4.620.000
X(22, 2, 3, 17)	3.490.000
X(22, 2, 3, 18)	6.440.000
X(22, 2, 3, 19)	5.690.000
X(22, 2, 3, 20)	8.800.000
X(22, 3, 3, 11)	1.038.000
X(22, 3, 3, 12)	1.122.000
X(22, 3, 3, 13)	6.750.000
X(22, 3, 3, 20)	4.120.000
X(23, 1, 3, 1)	2.838.000
X(23, 1, 3, 4)	3.718.000
X(23, 1, 3, 8)	3.803.000
X(23, 1, 3, 10)	3.888.000
X(23, 1, 3, 11)	5.970.000
X(23, 1, 3, 12)	4.229.000
X(23, 1, 3, 14)	2.043.000
X(23, 1, 3, 15)	3.746.000
X(23, 1, 3, 17)	1.164.000
X(23, 1, 3, 18)	2.412.000
X(23, 2, 3, 2)	3.349.000
X(23, 2, 3, 3)	3.519.000
X(23, 2, 3, 5)	3.795.000
X(23, 2, 3, 6)	2.441.000
X(23, 2, 3, 7)	2.157.000
X(23, 2, 3, 9)	4.399.000
X(23, 2, 3, 13)	2.497.000
X(23, 2, 3, 16)	1.788.000
X(23, 2, 3, 19)	2.043.000
X(23, 2, 3, 20)	1.845.000
X(23, 3, 3, 5)	1.030.000
X(23, 3, 3, 11)	3.206.000
X(24, 1, 3, 1)	2.808.000
X(24, 1, 3, 3)	1.366.000

X(4, 1, 3, 4)	70133.00
X(4, 1, 3, 5)	43189.00
X(4, 1, 3, 9)	74843.00
X(4, 1, 3, 11)	69086.00
X(4, 1, 3, 17)	28263.00
X(4, 1, 3, 19)	39777.00
X(4, 1, 3, 20)	33496.00
X(4, 2, 3, 3)	16580.00
X(4, 2, 3, 7)	39777.00
X(4, 2, 3, 8)	70656.00
X(4, 2, 3, 10)	74320.00
X(4, 2, 3, 12)	85311.00
X(4, 2, 3, 13)	44487.00
X(4, 2, 3, 14)	39254.00
X(4, 2, 3, 15)	69086.00
X(4, 2, 3, 16)	34020.00
X(4, 3, 3, 5)	41075.00
X(4, 3, 3, 6)	47104.00
X(4, 3, 3, 18)	47104.00
X(5, 1, 3, 1)	35998.00
X(5, 1, 3, 3)	46797.00
X(5, 1, 3, 4)	48237.00
X(5, 1, 3, 5)	30581.00
X(5, 1, 3, 6)	30958.00
X(5, 1, 3, 7)	27358.00
X(5, 1, 3, 8)	49317.00
X(5, 1, 3, 9)	9.468.000
X(5, 1, 3, 10)	50757.00
X(5, 1, 3, 16)	24839.00
X(5, 1, 3, 17)	11519.00
X(5, 1, 3, 18)	31678.00
X(5, 1, 3, 19)	25199.00
X(5, 2, 3, 2)	42838.00
X(5, 2, 3, 9)	48129.00
X(5, 2, 3, 11)	47517.00
X(5, 2, 3, 12)	56877.00
X(5, 2, 3, 13)	30958.00

X(14, 1, 3, 8)	6.395.000
X(14, 1, 3, 9)	5.866.000
X(14, 1, 3, 10)	6.490.000
X(14, 1, 3, 11)	6.442.000
X(14, 1, 3, 12)	6.774.000
X(14, 1, 3, 20)	3.269.000
X(14, 2, 3, 3)	5.779.000
X(14, 2, 3, 4)	6.205.000
X(14, 2, 3, 7)	3.411.000
X(14, 2, 3, 9)	2.140.000
X(14, 2, 3, 13)	4.074.000
X(14, 2, 3, 14)	3.742.000
X(14, 2, 3, 15)	6.348.000
X(14, 2, 3, 16)	3.126.000
X(14, 2, 3, 17)	1.942.000
X(14, 2, 3, 18)	4.121.000
X(14, 2, 3, 19)	3.695.000
X(15, 1, 3, 2)	9.027.000
X(15, 1, 3, 3)	4.583.000
X(15, 1, 3, 6)	6.926.000
X(15, 1, 3, 8)	7.769.000
X(15, 1, 3, 9)	12685.00
X(15, 1, 3, 10)	11673.00
X(15, 2, 3, 1)	7.782.000
X(15, 2, 3, 7)	5.992.000
X(15, 2, 3, 8)	2.815.000
X(15, 2, 3, 11)	10817.00
X(15, 2, 3, 12)	11362.00
X(15, 2, 3, 13)	7.004.000
X(15, 2, 3, 14)	5.914.000
X(15, 2, 3, 15)	10895.00
X(15, 2, 3, 16)	5.292.000
X(15, 2, 3, 17)	3.035.000
X(15, 2, 3, 18)	6.926.000
X(15, 2, 3, 19)	5.525.000
X(15, 2, 3, 20)	4.980.000
X(15, 3, 3, 3)	5.378.000

X(24, 1, 3, 4)	3.875.000
X(24, 1, 3, 7)	2.050.000
X(24, 1, 3, 8)	3.791.000
X(24, 1, 3, 11)	3.791.000
X(24, 1, 3, 12)	4.268.000
X(24, 1, 3, 14)	1.966.000
X(24, 1, 3, 15)	3.763.000
X(24, 1, 3, 16)	1.741.000
X(24, 1, 3, 17)	8.700.000
X(24, 1, 3, 18)	2.499.000
X(24, 1, 3, 20)	1.853.000
X(24, 2, 3, 2)	3.173.000
X(24, 2, 3, 3)	2.256.000
X(24, 2, 3, 5)	4.380.000
X(24, 2, 3, 6)	2.499.000
X(24, 2, 3, 9)	4.268.000
X(24, 2, 3, 10)	4.015.000
X(24, 2, 3, 13)	2.499.000
X(24, 2, 3, 19)	1.994.000
X(25, 1, 3, 1)	2.824.000
X(25, 1, 3, 2)	3.013.000
X(25, 1, 3, 5)	4.264.000
X(25, 1, 3, 8)	3.756.000
X(25, 1, 3, 9)	4.434.000
X(25, 1, 3, 10)	3.982.000
X(25, 1, 3, 11)	3.897.000
X(25, 1, 3, 16)	1.864.000
X(25, 1, 3, 17)	1.440.000
X(25, 1, 3, 18)	2.542.000
X(25, 1, 3, 19)	2.033.000
X(25, 1, 3, 20)	1.723.000
X(25, 2, 3, 2)	3.760.000
X(25, 2, 3, 3)	3.558.000
X(25, 2, 3, 4)	3.812.000
X(25, 2, 3, 6)	2.400.000
X(25, 2, 3, 7)	2.118.000
X(25, 2, 3, 12)	4.010.000

X(5, 2, 3, 14)	25919.00
X(5, 2, 3, 15)	48237.00
X(5, 2, 3, 20)	22319.00
X(5, 3, 3, 5)	23056.00
X(6, 1, 3, 1)	28449.00
X(6, 1, 3, 2)	34139.00
X(6, 1, 3, 3)	36130.00
X(6, 1, 3, 5)	17246.00
X(6, 1, 3, 6)	25320.00
X(6, 1, 3, 7)	20199.00
X(6, 1, 3, 8)	37553.00
X(6, 1, 3, 9)	45518.00
X(6, 1, 3, 10)	39829.00
X(6, 1, 3, 16)	18207.00
X(6, 1, 3, 19)	22190.00
X(6, 2, 3, 4)	37268.00
X(6, 2, 3, 5)	30833.00
X(6, 2, 3, 11)	38691.00
X(6, 2, 3, 12)	40113.00
X(6, 2, 3, 13)	24182.00
X(6, 2, 3, 14)	21337.00
X(6, 2, 3, 15)	37268.00
X(6, 2, 3, 17)	15647.00
X(6, 2, 3, 18)	25604.00
X(6, 2, 3, 20)	17069.00
X(7, 1, 3, 1)	29903.00
X(7, 1, 3, 2)	25322.00
X(7, 1, 3, 3)	36482.00
X(7, 1, 3, 4)	39472.00
X(7, 1, 3, 5)	50237.00
X(7, 1, 3, 9)	50835.00
X(7, 1, 3, 10)	47546.00
X(7, 2, 3, 2)	7.571.000
X(7, 2, 3, 6)	26913.00
X(7, 2, 3, 7)	21829.00
X(7, 2, 3, 8)	39173.00
X(7, 2, 3, 11)	39472.00

X(15, 3, 3, 4)	10895.00
X(15, 3, 3, 5)	12607.00
X(16, 1, 3, 3)	11549.00
X(16, 1, 3, 4)	2.245.000
X(16, 1, 3, 5)	14716.00
X(16, 1, 3, 6)	8.289.000
X(16, 1, 3, 8)	12201.00
X(16, 1, 3, 9)	12528.00
X(16, 1, 3, 10)	12294.00
X(16, 1, 3, 16)	6.240.000
X(16, 2, 3, 1)	9.314.000
X(16, 2, 3, 2)	10432.00
X(16, 2, 3, 4)	10795.00
X(16, 2, 3, 7)	6.799.000
X(16, 2, 3, 11)	12853.00
X(16, 2, 3, 12)	15461.00
X(16, 2, 3, 13)	8.010.000
X(16, 2, 3, 14)	7.079.000
X(16, 2, 3, 15)	12574.00
X(16, 2, 3, 17)	3.260.000
X(16, 2, 3, 18)	8.289.000
X(16, 2, 3, 19)	7.172.000
X(16, 2, 3, 20)	6.054.000
X(16, 3, 3, 9)	2.002.000
X(17, 1, 3, 2)	9.179.000
X(17, 1, 3, 4)	10669.00
X(17, 1, 3, 5)	11140.00
X(17, 1, 3, 6)	3.974.000
X(17, 1, 3, 9)	12395.00
X(17, 1, 3, 10)	10983.00
X(17, 1, 3, 11)	6.487.000
X(17, 1, 3, 13)	6.668.000
X(17, 1, 3, 18)	7.061.000
X(17, 1, 3, 19)	6.119.000
X(17, 1, 3, 20)	5.178.000
X(17, 2, 3, 1)	7.845.000
X(17, 2, 3, 3)	9.492.000

X(25, 2, 3, 13)	2.513.000
X(25, 2, 3, 14)	2.174.000
X(25, 2, 3, 15)	3.897.000
X(26, 1, 3, 2)	1.053.000
X(26, 1, 3, 4)	1.510.000
X(26, 1, 3, 6)	7.810.000
X(26, 1, 3, 7)	6.900.000
X(26, 1, 3, 9)	1.489.000
X(26, 1, 3, 11)	1.199.000
X(26, 1, 3, 19)	6.810.000
X(26, 1, 3, 20)	5.810.000
X(26, 2, 3, 3)	1.144.000
X(26, 2, 3, 4)	3.660.000
X(26, 2, 3, 5)	1.416.000
X(26, 2, 3, 10)	1.199.000
X(26, 2, 3, 13)	7.720.000
X(26, 2, 3, 14)	6.990.000
X(26, 2, 3, 15)	1.271.000
X(26, 2, 3, 16)	6.170.000
X(26, 2, 3, 17)	3.090.000
X(26, 2, 3, 18)	7.810.000
X(26, 3, 3, 1)	9.080.000
X(26, 3, 3, 4)	6.820.000
X(26, 3, 3, 8)	1.262.000
X(26, 3, 3, 12)	1.435.000
X(27, 1, 3, 2)	5.720.000
X(27, 1, 3, 3)	4.560.000
X(27, 1, 3, 5)	7.960.000
X(27, 1, 3, 6)	4.580.000
X(27, 1, 3, 7)	6.600.000
X(27, 1, 3, 8)	6.920.000
X(27, 1, 3, 9)	8.740.000
X(27, 1, 3, 10)	6.860.000
X(27, 1, 3, 18)	4.630.000
X(27, 1, 3, 19)	4.060.000
X(27, 1, 3, 20)	3.120.000
X(27, 2, 3, 1)	5.200.000

X(7, 2, 3, 12)	47247.00
X(7, 2, 3, 13)	26315.00
X(7, 2, 3, 14)	20932.00
X(7, 2, 3, 15)	40369.00
X(7, 2, 3, 16)	18839.00
X(7, 2, 3, 17)	14054.00
X(7, 2, 3, 18)	26016.00
X(7, 2, 3, 19)	21829.00
X(7, 2, 3, 20)	20334.00
X(8, 1, 3, 1)	3.300.000
X(8, 1, 3, 4)	4.344.000
X(8, 1, 3, 6)	8.300.000
X(8, 1, 3, 7)	7.519.000
X(8, 1, 3, 8)	13573.00
X(8, 1, 3, 9)	14648.00
X(8, 1, 3, 11)	13280.00
X(8, 1, 3, 20)	6.152.000
X(8, 2, 3, 2)	10839.00
X(8, 2, 3, 3)	12109.00
X(8, 2, 3, 4)	8.643.000
X(8, 2, 3, 10)	13671.00
X(8, 2, 3, 12)	15331.00
X(8, 2, 3, 13)	8.593.000
X(8, 2, 3, 14)	7.226.000
X(8, 2, 3, 15)	13280.00
X(8, 2, 3, 16)	6.543.000
X(8, 2, 3, 17)	5.078.000
X(8, 2, 3, 18)	8.496.000
X(8, 2, 3, 19)	7.324.000
X(8, 3, 3, 1)	6.465.000
X(8, 3, 3, 5)	14452.00
X(9, 1, 3, 1)	17446.00
X(9, 1, 3, 2)	19714.00
X(9, 1, 3, 3)	21982.00
X(9, 1, 3, 5)	25646.00
X(9, 1, 3, 6)	4.653.000
X(9, 1, 3, 16)	10817.00

X(17, 2, 3, 8)	10277.00
X(17, 2, 3, 11)	4.104.000
X(17, 2, 3, 12)	12081.00
X(17, 2, 3, 14)	6.119.000
X(17, 3, 3, 6)	3.087.000
X(17, 3, 3, 7)	5.492.000
X(17, 3, 3, 15)	10277.00
X(17, 3, 3, 16)	4.864.000
X(17, 3, 3, 17)	2.903.000
X(18, 1, 3, 1)	10640.00
X(18, 1, 3, 3)	5.270.000
X(18, 1, 3, 4)	13938.00
X(18, 1, 3, 7)	7.767.000
X(18, 1, 3, 8)	14151.00
X(18, 1, 3, 9)	17237.00
X(18, 1, 3, 10)	15322.00
X(18, 2, 3, 2)	11704.00
X(18, 2, 3, 3)	13305.00
X(18, 2, 3, 5)	16705.00
X(18, 2, 3, 6)	5.687.000
X(18, 2, 3, 12)	16705.00
X(18, 2, 3, 13)	9.150.000
X(18, 2, 3, 14)	7.661.000
X(18, 2, 3, 15)	14045.00
X(18, 2, 3, 16)	7.022.000
X(18, 2, 3, 17)	3.937.000
X(18, 2, 3, 19)	7.767.000
X(18, 3, 3, 6)	3.357.000
X(18, 3, 3, 11)	14470.00
X(18, 3, 3, 18)	9.044.000
X(18, 3, 3, 20)	7.235.000
X(19, 1, 3, 1)	6.063.000
X(19, 1, 3, 3)	10001.00
X(19, 1, 3, 4)	7.410.000
X(19, 1, 3, 5)	12034.00
X(19, 1, 3, 6)	7.155.000
X(19, 1, 3, 7)	6.423.000

X(27, 2, 3, 7)	3.340.000
X(27, 2, 3, 11)	6.810.000
X(27, 2, 3, 12)	8.270.000
X(27, 2, 3, 13)	4.680.000
X(27, 2, 3, 14)	4.060.000
X(27, 2, 3, 15)	7.070.000
X(27, 2, 3, 16)	3.170.000
X(27, 2, 3, 17)	1.870.000
X(27, 3, 3, 3)	1.780.000
X(27, 3, 3, 4)	7.120.000
X(28, 1, 3, 2)	4.500.000
X(28, 1, 3, 3)	4.760.000
X(28, 1, 3, 6)	3.230.000
X(28, 1, 3, 7)	2.700.000
X(28, 1, 3, 9)	5.850.000
X(28, 1, 3, 11)	4.530.000
X(28, 1, 3, 13)	3.230.000
X(28, 1, 3, 20)	2.480.000
X(28, 2, 3, 1)	4.400.000
X(28, 2, 3, 4)	5.210.000
X(28, 2, 3, 8)	5.030.000
X(28, 2, 3, 10)	4.910.000
X(28, 2, 3, 11)	5.700.000
X(28, 2, 3, 12)	5.700.000
X(28, 2, 3, 14)	2.660.000
X(28, 2, 3, 15)	5.250.000
X(28, 2, 3, 16)	2.480.000
X(28, 2, 3, 17)	1.690.000
X(28, 2, 3, 18)	3.230.000
X(28, 2, 3, 19)	2.930.000
X(28, 3, 3, 1)	3.310.000
X(28, 3, 3, 5)	5.510.000
X(29, 1, 3, 1)	1.860.000
X(29, 1, 3, 2)	2.080.000
X(29, 1, 3, 3)	2.310.000
X(29, 1, 3, 5)	2.620.000
X(29, 1, 3, 6)	1.670.000

X(9, 1, 3, 17)	8.723.000
X(9, 1, 3, 20)	10991.00
X(9, 2, 3, 4)	23727.00
X(9, 2, 3, 6)	8.362.000
X(9, 2, 3, 7)	13782.00
X(9, 2, 3, 8)	23203.00
X(9, 2, 3, 9)	26692.00
X(9, 2, 3, 10)	25820.00
X(9, 2, 3, 12)	27041.00
X(9, 2, 3, 14)	12387.00
X(9, 2, 3, 15)	23552.00
X(9, 2, 3, 18)	15352.00
X(9, 2, 3, 19)	13782.00
X(9, 3, 3, 6)	2.337.000
X(9, 3, 3, 11)	23552.00
X(9, 3, 3, 13)	15352.00
X(10, 1, 3, 1)	8.401.000
X(10, 1, 3, 2)	41728.00
X(10, 1, 3, 3)	44162.00
X(10, 1, 3, 4)	47291.00
X(10, 1, 3, 8)	46248.00
X(10, 1, 3, 10)	52855.00
X(10, 2, 3, 1)	26372.00
X(10, 2, 3, 5)	51116.00
X(10, 2, 3, 6)	30600.00
X(10, 2, 3, 7)	27471.00
X(10, 2, 3, 14)	25820.00
X(10, 2, 3, 15)	47291.00
X(10, 2, 3, 16)	23298.00
X(10, 2, 3, 17)	13561.00
X(10, 2, 3, 18)	30253.00
X(10, 2, 3, 19)	26080.00
X(10, 2, 3, 20)	21559.00
X(10, 3, 3, 9)	53203.00
X(10, 3, 3, 11)	47987.00
X(10, 3, 3, 12)	56332.00
X(10, 3, 3, 13)	30253.00

X(19, 1, 3, 10)	12440.00
X(19, 1, 3, 17)	4.797.000
X(19, 1, 3, 18)	6.993.000
X(19, 1, 3, 19)	5.854.000
X(19, 1, 3, 20)	5.366.000
X(19, 2, 3, 1)	2.068.000
X(19, 2, 3, 2)	9.757.000
X(19, 2, 3, 9)	12928.00
X(19, 2, 3, 11)	10896.00
X(19, 2, 3, 13)	6.911.000
X(19, 2, 3, 14)	6.017.000
X(19, 2, 3, 15)	11302.00
X(19, 3, 3, 4)	3.811.000
X(19, 3, 3, 8)	10896.00
X(19, 3, 3, 12)	12115.00
X(19, 3, 3, 16)	4.879.000
X(20, 1, 3, 3)	5.213.000
X(20, 1, 3, 4)	6.637.000
X(20, 1, 3, 5)	5.990.000
X(20, 1, 3, 7)	3.343.000
X(20, 1, 3, 8)	6.637.000
X(20, 1, 3, 10)	6.876.000
X(20, 1, 3, 12)	7.210.000
X(20, 1, 3, 20)	3.056.000
X(20, 2, 3, 1)	4.775.000
X(20, 2, 3, 2)	5.539.000
X(20, 2, 3, 3)	7.560.000
X(20, 2, 3, 11)	6.446.000
X(20, 2, 3, 14)	3.772.000
X(20, 2, 3, 15)	6.637.000
X(20, 2, 3, 17)	2.053.000
X(20, 2, 3, 18)	4.250.000
X(20, 2, 3, 19)	3.581.000
X(20, 3, 3, 5)	9.820.000
X(20, 3, 3, 6)	4.059.000
X(20, 3, 3, 9)	7.163.000
X(20, 3, 3, 13)	4.059.000

X(29, 1, 3, 7)	1.470.000
X(29, 1, 3, 8)	2.530.000
X(29, 1, 3, 9)	8.000.000
X(29, 1, 3, 10)	2.770.000
X(29, 1, 3, 11)	2.590.000
X(29, 2, 3, 4)	2.490.000
X(29, 2, 3, 9)	2.860.000
X(29, 2, 3, 12)	2.700.000
X(29, 2, 3, 13)	1.640.000
X(29, 2, 3, 14)	1.320.000
X(29, 2, 3, 15)	2.470.000
X(29, 2, 3, 16)	1.120.000
X(29, 2, 3, 17)	1.100.000
X(29, 2, 3, 18)	1.600.000
X(29, 2, 3, 19)	1.470.000
X(29, 2, 3, 20)	1.210.000
X(30, 1, 3, 1)	6.920.000
X(30, 1, 3, 2)	7.680.000
X(30, 1, 3, 4)	2.970.000
X(30, 1, 3, 8)	9.690.000
X(30, 1, 3, 10)	1.010.000
X(30, 1, 3, 12)	1.169.000
X(30, 1, 3, 15)	9.270.000
X(30, 1, 3, 16)	4.640.000
X(30, 1, 3, 17)	3.320.000
X(30, 1, 3, 20)	4.360.000
X(30, 2, 3, 3)	8.790.000
X(30, 2, 3, 4)	6.720.000
X(30, 2, 3, 5)	1.121.000
X(30, 2, 3, 7)	5.050.000
X(30, 2, 3, 11)	9.480.000
X(30, 2, 3, 13)	5.880.000
X(30, 2, 3, 14)	4.910.000
X(30, 2, 3, 18)	6.020.000
X(30, 2, 3, 19)	5.500.000
X(30, 3, 3, 6)	6.230.000
X(30, 3, 3, 9)	1.045.000

ANEXO N° 9
Modelo en Lingo 13.0

model:

sets:

med/1..15/: ;
prov/1..3/: ;
cd/1..2/:Y,CCD;
ca/1..10/: ;

precio(med,prov):P,O;

costoP(med,prov,cd):CFP;

costoCD(med,cd,ca):CFCD;

demanda(med,ca):D;

arcos(med,prov,cd,ca):X;

endsets

data:

P = @ole("C:\Users\User\Desktop\tesis julio 2013\costos y demanda15210.xlsx", P);
O = @ole("C:\Users\User\Desktop\tesis julio 2013\costos y demanda15210.xlsx", O);
CFP = @ole("C:\Users\User\Desktop\tesis julio 2013\costos y demanda15210.xlsx", CFP);
CFCD = @ole("C:\Users\User\Desktop\tesis julio 2013\costos y demanda15210.xlsx", CFCD);
D = @ole("C:\Users\User\Desktop\tesis julio 2013\costos y demanda15210.xlsx", D);
CCD = @ole("C:\Users\User\Desktop\tesis julio 2013\costos y demanda15210.xlsx", CCD);

enddata

min=@sum(arcos(i,j,k,l):X(i,j,k,l)*P(i,j) + X(i,j,k,l)*CFCD(i,k,l) + X(i,j,k,l)*CFP(i,j,k)) + @sum(cd(k):Y(k)*CCD(k));

@for(precio(i,j): @sum(arcos(i,j,k,l): x(i,j,k,l)) <=O(i,j));

@for(demanda(i,l): @sum(arcos(i,j,k,l):x(i,j,k,l)) >= D(i,l));

@for(cd(k):@sum(arcos(i,j,k,l):x(i,j,k,l)) <= Y(k)*9999999999);

@for(arcos(i,j,k,l):@gin(x(i,j,k,l)));

@for(cd(k):@bin(Y(k)));

data:

@ole("c : \resultados.xlsx", "a1..a7200")=x;

enddata

end