



Planeacion de la distribución y el almacenamiento de la materia prima en la cadena de suministro de granos para una empresa de Alimentos

**ANGELA MARIA VALENCIA MARIN, Ing.**

Presentado como requisito parcial para optar al título de Magister en Ingeniería con énfasis en Ingeniería Industrial

Director

**FABIÁN ANDRÉS CASTAÑO GIRALDO, Ph.D.**

PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
SANTIAGO DE CALI  
2020

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCION.....	8
2. PROBLEMA DE INVESTIGACION .....	9
3. OBJETIVOS.....	13
3.1 OBJETIVO GENERAL.....	13
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	13
4. ESTADO DEL ARTE.....	14
4.1 El problema de Almacenamiento y Transporte de Materias Primas a Granel.....	16
4.2 La distribución como componente de la Cadena de Abastecimiento.....	17
4.3 Diseño de Cadenas de Suministro bajo incertidumbre.....	18
4.4 Planeacion y programación de la Cadena de Suministro y Administración de Inventarios .....	19
5. CASO DE ESTUDIO.....	20
5.1 Reseña Histórica de la empresa.....	20
5.2 Consideraciones especiales de la red de Abastecimiento.....	22
6. METODOLOGIA DEL PROYECTO.....	23
6.1 Modelo matemático.....	24
6.2 Recolección y procesamiento de Datos.....	30
6.2.1 Demanda.....	31
6.2.2 Costos relevantes Estructura de costos.....	31
a. Costo de Transporte.....	31
b. Costo de Mantener Inventario.....	32
c. Costo de Faltante.....	33
7. VALIDACION DE RESULTADOS- ANALISIS DE SENSIBILIDAD.....	34

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	39
BIBLIOGRAFIA.....	40
ANEXOS	

## Índice de Figuras

Figura 1 Comportamiento de las compras de las Materias Primas.....	10
Figura 2 Utilización % silos por ubicación.....	11
Figura 3 Distancias ciudades principales.....	12
Figura 4 Tópicos más relevantes identificados entre los artículos estudiados.....	14
Figura 5 Cadena de Suministro (propia autoría) .....	22
Figura 6 Diagrama de flujo del cálculo del costo de faltante (propia autoría) .....	33
Figura 7 Costos de Transporte y almacenamiento.....	38

## Índice de Tablas

Tabla No. 1 Capacidades de Almacenamiento - Tasas de Cargue y Descargue.....	12
Tabla No. 2 Distancias ciudades principales.....	12
Tabla No. 3 Clasificación de la literatura según sus metodologías.....	15
Tabla No. 4 Plantas de producción y lo que producen.....	21
Tabla No. 5 Ejemplo costos de Almacenamiento en Buenaventura.....	32
Tabla No. 6 Escenarios Propuestos sin Costo de Faltante.....	34
Tabla No. 7 Escenarios Propuestos con Costo de Faltante.....	35
Tabla No. 8 Consumo de materia prima m en la locación i en el periodo t.....	35
Tabla No. 9 Disponibilidad de materia prima en el buque.....	36
Tabla No. 10 No. de vehículos a contratar para transportar materia prima tipo m en el mes t.....	36
Tabla No. 11 Toneladas de materia prima m enviadas a locación i a silos en mes t.....	36
Tabla No. 11 No. de vehículos a contratar para transportar materia prima tipo m en el mes t.....	37
Tabla No. 12 Cantidad de materia prima disponible en Buenaventura en mes t.....	38

## Índice de Ecuaciones

Ecuación 1 Minimizar Costos Totales.....	27
Ecuación 2 Envío de la materia prima al silo o camión.....	27
Ecuación 3 Alquiler de camiones en la mes 1.....	27
Ecuación 4 Alquiler de camiones en la mes t.....	27
Ecuación 5 Balance de los silos de Buenaventura en mes t.....	27
Ecuación 6 Balance en silos de Buenaventura en mes 1.....	28
Ecuación 7 Alquiler de silos en mes t.....	28
Ecuación 8 Balance de camiones en mes 1.....	28
Ecuación 9 Balance de camiones en mes t.....	28
Ecuación 10 Balance en plantas .....	28
Ecuación 11 Disponibilidad del silo de la locación.....	28
Ecuación 12 Variable Y a retornar al valor de cero cuando la variable I sea cero.....	28
Ecuación 13 Un silo solo puede ser usado por máximo un tipo de materia prima.....	28
Ecuación 14 No hay inventario al inicio de la red.....	29
Ecuación 15 Costo de Fletes.....	31
Ecuación 16 Función objetivo con costo de faltante.....	34

Planeación de la distribución y el almacenamiento de la materia prima en la cadena de suministro de granos para una empresa de Alimentos

**RESUMEN**

Este Proyecto busca optimizar la gestión de inventarios de materias primas en una compañía procesadora de granos para harinas. Concretamente, se plantea estudiar el caso de una empresa Colombiana de Alimentos que importa materias primas que ingresan por el puerto de Buenaventura y se distribuyen, desde allí, a diferentes destinos, sobre la base de un plan anual de producción.

Se consideran especificidades de la red de distribución, por ejemplo, se toma en cuenta los tiempos de descargue en cada planta, la disponibilidad de los silos para el almacenamiento en las plantas donde finalmente se consume el grano y dependiendo de esto se realiza un despacho directo a cada una de las plantas productivas, o en otras ocasiones se hace uso de silos comodines, generando reprocesos y sobrecostos.

Se pretende alcanzar el Diseño de un Modelo que permita la reducción de los costos totales asociados a la cadena de suministro de materias primas. Con este fin, el proyecto plantea una alineación entre la planeación y las compras, evaluando la capacidad instalada de almacenamiento y transporte para mejorar los procesos de toma de decisiones en materia de la utilización de estos recursos.

Palabras Claves: Diseño de Redes de Suministro, Logística, Optimización, Ingeniería Industrial

**ABSTRACT**

This Project seeks to optimize the inventory management of raw materials in a grain processing company for flours. Specifically, it is proposed to study the case of a Colombian Food company that imports raw materials that enter through the port of Buenaventura and are distributed, from there, to different destinations, based on an annual production plan. Specificities of the distribution network are considered, for example, the unloading times in each plant are taken into account, the availability of silos for storage in the plants where the grain is finally consumed and depending on this a direct dispatch is carried out to each of the production plants, or on other occasions, use of wild card silos is used, generating reprocessing and cost overruns. It is intended to achieve the Design of a Model that allows the reduction of the total costs associated with the supply chain of raw materials. To this end, the project proposes an alignment between planning and purchasing, evaluating the installed storage and transportation capacity to improve decision-making processes regarding the use of these resources.

Keywords: Supply Network Design, Logistics, Optimization, Industrial Engineering

## 1. INTRODUCCION

El control de los inventarios en las empresas juega un rol muy importante, debido a que, por un lado, puede constituir una ventaja competitiva, pero, por otro lado, puede representar un alto costo para las compañías, constituyéndose así en una problemática Financiera. Si el inventario es demasiado alto, el costo lleva a las empresas a problemas de liquidez financiera y si existen faltantes de inventarios, se genera un problema grave para las Empresas, al no tener existencias de materias primas para elaborar los productos, generando pérdida de clientes y disminución en las ganancias de la Empresa.

Para las Empresas de alimentos que tienen como principal materia prima el trigo y el maíz, no siempre es posible contar con niveles óptimos de inventarios, por diferentes factores tales como los tiempos de entrega, disponibilidad de la materia prima que varía entre nacional e internacional.

Existen otros factores tales como las reglamentaciones generales de alimentos y la cambiante demanda del mercado, lo que implica tener una muy buena planeación de compras y una red de distribución de suministros controlada continuamente a nivel estratégico, táctico y operacional.

El nivel estratégico considera el horizonte de tiempo más largo (usualmente más de un año). Dentro de la planeación a este nivel se pueden identificar decisiones asociadas a cómo debe a ser la localización del almacenamiento, centros de distribución, plantas, etc., de los inventarios de materia prima y cual deber a ser su capacidad, asignación irreversible de capital, tiempos de entrega, inventario, capacidad de respuesta, calidad, decisiones de selección y asignación de proveedores y/o clientes.

El nivel táctico es el intermedio en el horizonte de tiempo. Este nivel comprende decisiones de análisis del comportamiento de la demanda, la utilización de técnicas de pronóstico para predecir la demanda, la administración de inventarios, la determinación de políticas de producción, almacenamiento y distribución y la selección del modo de transporte e implica decidir las cantidades globales para la compra, procesamiento y distribución (Santoso, Ahmed, Goetschalckx, & Shapiro, 2005).

El nivel operacional involucra decisiones de corto plazo, frecuentemente en términos de días u horas, este nivel comprende decisiones de planificación de recursos, determinación de planes de emergencia, prioridades y asignación de picking, distribución de carga y ruteo de vehículos, entre otras.

El presente trabajo pretendió elaborar una propuesta en Optimización, considerando la Minimización de los costos totales tales como el transporte y el almacenamiento asociados a la cadena de suministro de materias primas de una empresa de producción de alimentos.

Se persigue optimizar los costos de distribuir los inventarios y de almacenamiento, considerando las llegadas esperadas, la capacidad de almacenamientos en las plantas y la capacidad instalada de almacenamiento y transporte, e involucra algunas decisiones de orden táctico y estratégico relacionadas con el diseño de la cadena de suministro.



## **2. PROBLEMA DE INVESTIGACION**

Una cadena de Abastecimiento agrupa un conjunto de operaciones que permiten llevar a cabo el proceso de venta de un producto, tal que los usuarios nacionales lo tengan a tiempo y cuando lo requieran. Los usuarios pueden ser tanto los clientes internacionales y clientes nacionales que recibirán el producto terminado y/o clientes intermedios que lo transformarán en un producto nacional.

Como proceso la Cadena de Abastecimiento cuenta con tres elementos básicos: el suministro de las Materias Primas, la Fabricación del Producto y la Distribución mediante la red de transporte y almacenamiento de dicho producto que permite que este llegue al consumidor nacional.

La cadena de abastecimiento debe permitir a las organizaciones reducir los costos operativos y/o maximizar las utilidades, facilitando adicionalmente aumentar el nivel del servicio al cliente, Sergio Clavijo “ex presidente de Anif” comenta que hay grandes desafíos para Colombia en este tema, con relación a otros países de América Latina: “Por ejemplo, los tiempos promedio de los trámites de importaciones y exportaciones son los más altos en la región” Fuente Revista Dinero ¿Por qué Colombia 'se raja' en logística?

Luis Fernando Mejía “ex director del Departamento Nacional de Planeación” (DNP), aunque hay una baja capacidad de carga y mayores costos, el modo carretero en Colombia mueve 73% de la carga, en contraste con 1,5% de la carga que se mueve a través del esquema multimodal. Fuente Revista Dinero ¿Por qué Colombia 'se raja' en logística?

La mejora del sector carretero está estrechamente ligada con la productividad. En Colombia un camión recorre 65.000 kilómetros en un año, mientras que en Estados Unidos en ese mismo lapso se recorren 116.000 kilómetros”. Fuente Revista Dinero ¿Por qué Colombia 'se raja' en logística?

La globalización ha dinamizado el crecimiento de la Industria Colombiana del sector de Alimentos. Particularmente, el sector de los granos alimenticios ha visto crecer la demanda como consecuencia, quizá, del aumento de la población, de los cambios en los hábitos alimenticios, entre otros. Las compañías del sector granos se han visto obligadas a producir más y reducir costos para ser más competitivas. Como consecuencia las compañías gradualmente han requerido adaptar su capacidad para administrar grandes volúmenes de materias primas y adquirirlas en mayores cantidades, no solo para seguir al ritmo del crecimiento de la demanda, sino también para aprovechar las ventajas de las economías de escala, o el dinamismo de los precios que se puede observar en ciertos sectores (Santoso et al., 2005).

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, el índice de los precios de los alimentos de la Organización alcanzó un promedio de 96,1 puntos en agosto de 2020, esto es, 1,8 puntos más que en julio y 2,1 puntos por encima del nivel registrado en el mismo mes del año pasado. El valor de agosto, el más elevado desde febrero de 2020, representó un aumento por tercer mes consecutivo. Los aumentos de precios fueron más pronunciados en los casos del azúcar y los aceites

vegetales, registrándose también una subida de los precios de los cereales, entre los cereales principales, los precios del sorgo, la cebada, el maíz y el arroz fueron los que más subieron, En los mercados de trigo subieron los precios de exportación, aunque solo ligeramente, debido a que las perspectivas de reducción de la producción en Europa y el aumento del interés de los compradores comenzaron a empujar los precios al alza hacia finales de mes.

El volumen actual de operaciones ha traído consigo la necesidad de actuar para mejorar los procesos de planeación de la capacidad de transporte y almacenamiento requeridos para mantener los procesos productivos en sus diferentes líneas, el PIB de los Alimentos en el 2018 estuvo en 21,32 billones al año (crecimiento del 3 % comparado con 2017) y un crecimiento de 2,38 % entre enero y octubre en el 2019 Fuente DANE (Datos 2018 – Año base 2015).

El crecimiento anteriormente descrito no ha llegado solo. El incremento de la magnitud de las operaciones trae consigo nuevas presiones sobre las operaciones de transporte y almacenamiento que, de no ser apropiadamente manejadas, pueden representar un sobrecosto no deseable en la operación.

En la actualidad los niveles de inventario de materias primas de la empresa de alimentos son establecidos de acuerdo con el comportamiento de la Demanda y las políticas por un pronóstico de ventas trimestral y anual que es entregado por mercadeo y ventas. Este programa muy a menudo debe modificarse, debido a variaciones en el mercado: por ejemplo, varias de las materias primas se compran en la bolsa de valores y se aprovechan, en la medida de lo posible, por las oportunidades existentes de obtener mejores precios. Estos cambios conllevan con frecuencia dejar a la Empresa con un alto o bajo stock de materias primas para alimentar los diferentes procesos de transformación y producción.

El comportamiento de las compras de las materias primas se presenta en el siguiente gráfico, donde se observa un crecimiento en las compras de un veinte por ciento del 2017 al 2019. Ver Figura No. 1.



Figura No. 1 Comportamiento de las compras de las Materias Primas

El alto *stock* de inventario de materias primas obliga a tener más espacios de almacenamiento, y tener mayores sobrecostos tanto de almacenamiento como de transporte, estos sobrecostos, se ven reflejados en el costo del producto terminado, lo cual puede conducir a procesos menos rentables y desmejoras en la competitividad en el mercado. Por el contrario, si se busca tener poco inventario, se podrían generar faltantes de materia prima, posibles paradas de los molinos, aumento de los costos fijos, y dejar de producir podría generar agotados en el mercado, ausencia en el mercado, y que la competencia pueda aprovechar estos espacios para robar clientes.

Actualmente la compañía no cuenta con una metodología que permita hacer un uso eficiente de la capacidad de almacenamiento y transporte, generado por el problema de la planeación de las compras y las actividades de aprovisionamiento, el transporte y el almacenamiento de materias primas.

A continuación, se presenta la capacidad de utilización de los silos por ubicación en un periodo de un mes, donde se observa que, a pesar de tener capacidad en los silos de las ubicaciones principales, también se está haciendo uso de los silos alternos, que son quienes cobran por prestar el servicio de almacenamiento.

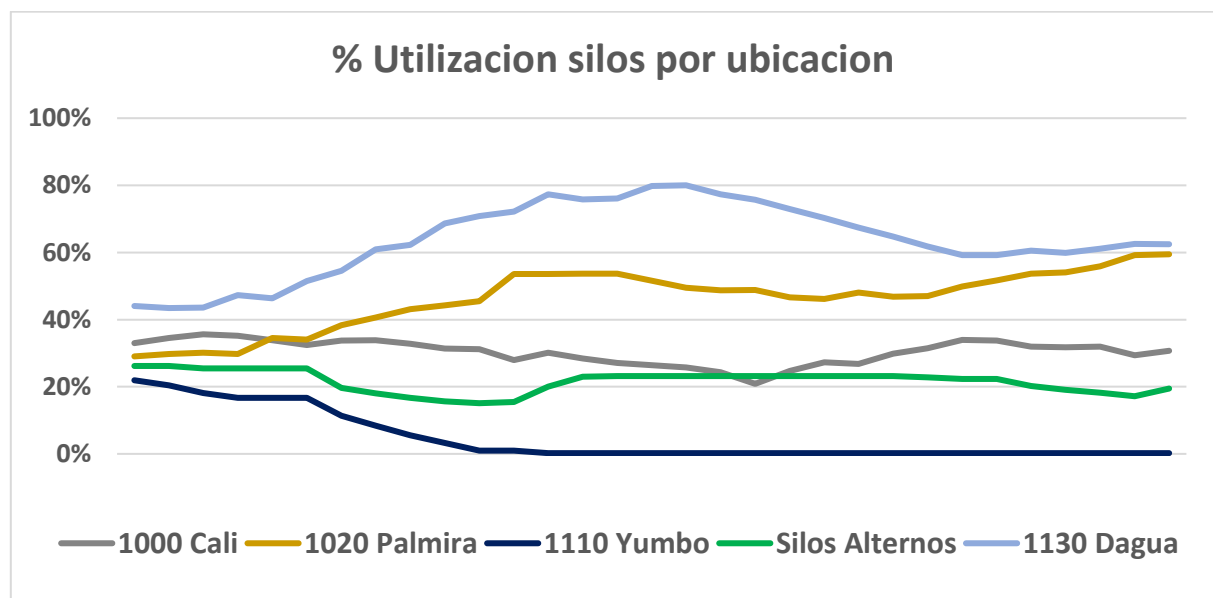


Figura No. 2 Utilización % silos por ubicación

En este proyecto particularmente se explorarán decisiones de tipo estratégico, concernientes a la expansión de la capacidad de almacenamiento, y de tipo táctico que abordan el diseño y la selección de metodologías que permitan hacer un uso de la capacidad y el transporte (Klose & Drexler, 2005).

El propósito que se persigue es la reducción de los costos totales asociados a la cadena de suministro de materias primas. Con este proyecto se plantea una alineación entre la planeación y las compras, evaluando la capacidad instalada de almacenamiento y transporte para mejorar los procesos de toma de decisiones en materia de la utilización de estos recursos.

En la tabla No. 1 se presenta la capacidades y cantidad de silos que tiene cada locación, donde actualmente se recibe la materia prima.

SILO	PALMIRA	CALI	DAGUA	YUMBO
1	2,500	2600	1200	1500
2	2,500	2600	1200	1500
3	2,500	550	1200	3000
4	2,500	550	1200	3000
5	420	550	3000	5000
6	420	550	3000	5000
7	2,650	600	4000	
8	2,650	600		
9	1,320	600		
10	1,820	2600		
11	1,820	2600		
12	1,232			
13	1,500			
<b>CAPACIDAD TOTAL (TON)</b>	<b>23,832</b>	<b>14,400</b>	<b>14,800</b>	<b>19,000</b>

Tabla 1 Capacidad en toneladas de los silos de cada una de las locaciones

En la tabla No.2 se presentan las distancias que requiere recorrer los vehículos cada vez que se realiza despacho directo del buque cuando este llega a Buenaventura, o de los silos cuando se requiere hacer uso de almacenamiento externo.

<i>Ciudad</i>	<i>Puerto Buenaventura(km)</i>
<i>Dagua</i>	<i>68</i>
<i>Palmira</i>	<i>144</i>
<i>Cali</i>	<i>117</i>
<i>Yumbo</i>	<i>129</i>

Tabla No. 2 Distancias ciudades principales

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una metodología apoyada en programación matemática para mejorar los procesos de toma de decisión en la red de suministro de materias primas de una compañía productora de alimentos con el propósito de disminuir los costos logísticos y de almacenamiento al igual que de respetar las restricciones asociadas a las capacidades de transporte y almacenamiento

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

- Identificar las variables y parámetros relevantes en el proceso de planeación de Gestión de Compras de las materias primas.
- Identificar y adaptar en “la literatura relevante” modelos con características similares al problema descrito que puedan usarse para abordar el problema estudiado.
- Desarrollar un modelo matemático que pueda usarse para apoyar la toma de decisiones en cuanto a distribución y almacenamiento de materia prima en los silos de almacenamiento.
- Evaluar la sensibilidad de las estrategias propuestas a variaciones en los parámetros de entrada y proponer estrategias para mitigar su impacto en los planes propuestos (con el fin de proponer planes robustos).

#### 4. ESTADO DEL ARTE

Esta sección evalúa la literatura pertinente. Con esto se persigue el objetivo de determinar las herramientas más apropiadas para la solución del problema que se aborda en la empresa estudiada y así poder determinar una estrategia que pueda usarse como herramienta de apoyo a la toma de decisiones logísticas y de almacenamiento.

La figura 3, construida con el software VosViewer, muestra los tópicos más relevantes identificados entre los artículos estudiados.

Todo esto basándose en lo enunciado por los autores en el resumen y el título de cada uno de estos. Como se puede observar, existen principalmente 8 clústeres que se dividen en las siguientes metodologías que son las más relevantes para nuestro estudio. Finalmente, se seleccionaron 14 artículos para su evaluación. El análisis detallado de estos se presenta en la Tabla No. 3.

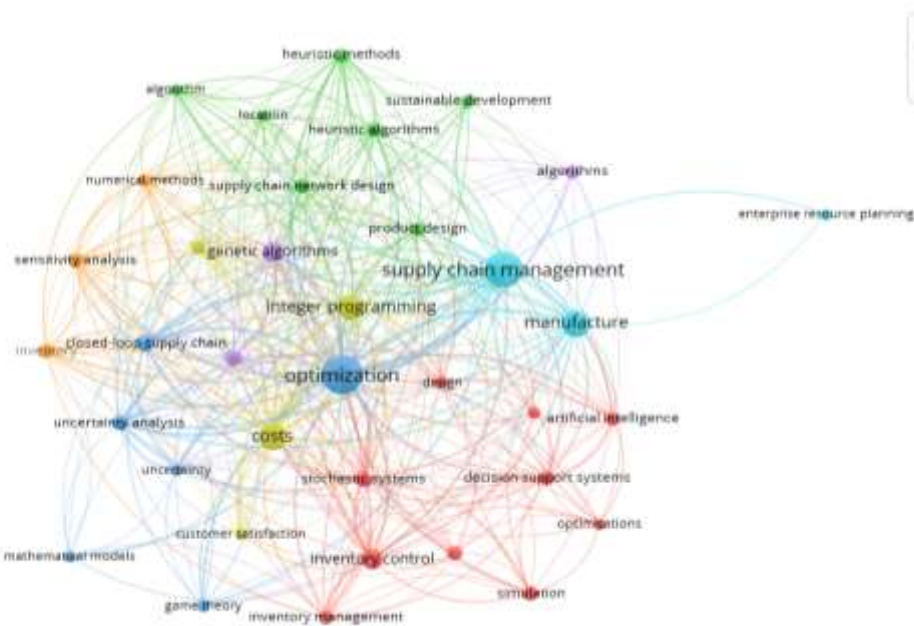


Figura No. 4 Tópicos más relevantes identificados entre los artículos estudiados

Clasificación de la Literatura según sus metodologías	OPT	IP	MIP	RO	S	SP	MM
Bulk wheat transportation and storage problem of public distribution system	✓	✓					
Transporte de trigo a granel y problema de almacenamiento del sistema de distribución	✓						
Grain silo location-allocation problem with dwell time for optimization of food grain supply chain network	✓						
Simulation-based optimization for the integrated scheduling of production and logistic systems	✓				✓		✓
Optimisation tool for logistics operations in silage production	✓				✓		
Modeling a four-layer location-routing problema			✓				
Facility location models for distribution system design			✓				
Robust supply chain design under uncertain demand in agile manufacturing				✓			
A robustness approach to uncapacitated network design problems				✓			
A multi-stage stochastic supply network design problem with financial decisions and risk management						✓	
A stochastic programming approach for supply chain network design under uncertainty						✓	
Optimización de una red de distribución con parámetros estocásticos usando la metodología de aproximación por promedios muestrales					✓		
A robust optimization approach to the design of closed-circuit supply chain network under uncertainty	✓						
A simulation based optimization approach to supply chain management under demand uncertainty	✓				✓		

Tabla No. 3 Clasificación de la literatura según sus metodologías

OPT Optimization, IP Integer programming, MIP, Mixed integer programming, RO Robust Optimization, S Simulation, SP Stochastic programming, MM mathematical models

#### **4.1 El problema de Almacenamiento y Transporte de Materias Primas a Granel**

Son bastantes metodologías que se han adoptado para reducir costos en las compañías, tales como haciendo buen uso de las materias primas, de las instalaciones, evitando tener maquinaria obsoleta y/o con falencias lo que genera tiempos ociosos, e incumplimiento en los tiempos de entrega del producto, mediante implementación de técnicas de calidad que evitan los reprocesos, y ayuda a la buena utilización de los recursos y satisfacción del cliente.

Para la reducción de costos de una compañía, también se deben definir estrategias para que sea más competitiva en el mercado, realizando detección, prevención y eliminación sistemática de un uso enorme de los recursos y tener la capacidad de tomar decisiones y acciones que ayuden a mejorar la eficiencia y la eficacia, para esto la Programación Lineal es una herramienta útil para la Optimización de los recursos dependiendo de los objetivos que se trace.

El problema de transporte y almacenamiento de trigo a granel en una red de cadena de suministro de distribución pública de trigo de la India, fue analizado por (Mogale, Kumar, Krishna, & Kumar, 2018). Quienes después de estudiar el escenario de la cadena de suministro de trigo de la India, establecieron como objetivo minimizar el transporte, el almacenamiento y el costo operativo del grano alimenticio incurrido para la transferencia eficiente de trigo de los estados productores a los consumidores.

La minimización de costos de la cadena de suministro de granos alimenticios de la India es un problema muy complejo y desafiante debido a la participación de muchas entidades y sus limitaciones, como la adquisición estacional, el almacenamiento científico limitado, demanda variable, modo de transporte y limitaciones de capacidad de los vehículos.

Los autores desarrollaron un modelo de programación no lineal de enteros y mixtos (MINLP) con el objetivo es minimizar el costo de transporte, de almacenamiento y el costo operativo del grano alimentario incurrido para la transferencia eficiente de trigo de los estados productores al consumidor. Las decisiones claves incluyen la planificación del inventario, la programación del vehículo, la utilización óptima de los recursos y la reducción de los desperdicios para minimizar el costo total.

(Mogale, Kumar, Krishna, & Kumar, 2018) también identificaron que el aumento de la población de la India y la implementación de la Ley Nacional de Seguridad Alimentaria tenía como objetivo garantizar el acceso a una cantidad adecuada de alimentos de calidad a un precio asequible a todas las personas que reúnan los requisitos necesarios, lo que ha causado una creciente demanda de granos alimenticios, y para satisfacer el déficit en la capacidad de almacenamiento, el estado ha comenzado a construir diversos silos en acero, lo que ha generado altas pérdidas de almacenamiento y tránsito de granos, para esto plantean un modelo matemático integrado multiobjetivo, multimodal y de múltiples períodos de granos, donde la ubicación y asignación, tiene como objetivo minimizar el costo total de la red de la cadena de abastecimiento y el tiempo total de entrega junto con la permanencia en los silos.



Proponen un novedoso algoritmo híbrido CROTS que es una combinación de CRO y TS. Ofreciendo un rendimiento superior en menos tiempo de cálculo que el algoritmo CRO para todos los tamaños de los problemas, como los de la India.

(Frazzon, Albrecht, & Hurtado, 2016) explica que la programación de los sistemas de producción y logística es un desafío debido a su complejidad estructural y los requisitos dinámicos que influyen en su operación. Los autores proponen un procedimiento basado en simulación donde, a partir de la definición de un conjunto de horarios óptimos, se integra la producción y la logística a lo largo de una cadena de suministro global que involucra un taller de producción y transporte intermodal.

El objetivo era proponer un horario mejorado utilizando un modelo matemático con la ayuda de técnicas de simulación para representar escenarios más reales y la combinación permitiría trabajar con problemas de optimización complejos, adicional se abarcó la implementación de un algoritmo genético en la interfaz entre el modelo matemático y simulación, permitiendo un mejor tiempo de procesamiento y aplicación en problemas de programación dinámica y estocástica de producción y transporte.

#### **4.2 La distribución como componente de la Cadena de Abastecimiento**

El problema de localización y ruteo es un problema de toma de decisión que combina la asignación y programación de rutas de vehículos en el diseño de una red de distribución óptima.

(Hamidi, Farahmand, & Sajjadi, 2012) estudia el Problema de enrutamiento de ubicación (multi-layer and multi-product location routing problem) multicapa y multi-producto que se ocupa de las decisiones en múltiples capas de una red de distribución donde se transportan múltiples productos dentro y entre capas de la red. La red de distribución consta de plantas, depósitos centrales, depósitos regionales y clientes. En este estudio, se define la estructura, las suposiciones y las limitaciones de la red de distribución y se desarrolla un modelo de programación de optimización matemática que se usó para obtener la solución óptima.

El ensilaje es uno de los sistemas típicos para preservar las materias primas, generalmente orientadas hacia el maíz, el sorgo, y el trigo y es una cuestión clave en la operación de producción el ensilaje a gran escala.

(Busato et al., 2019) explica el desarrollo de un sistema de soporte de decisiones que, para un sistema de producción de ensilaje, está determinado por la configuración del número óptimo de unidades de transporte en cada campo de un área a cosechar que minimice el costo operativo total del sistema. Su propuesta considera limitaciones de tiempo para completar la operación, aquí se combinan dos modelos, un modelo de simulación y un modelo de optimización basado en programación lineal.

El modelo de simulación fue validado con base a ensayos de campo. El modelo de simulación genera una serie de resultados con respecto al tiempo de operación total y el costo de operación total para diferentes configuraciones de las unidades de transporte asignadas en función de la maquinaria y las características de campo, cuyos resultados se utilizan para construir la matriz de costos del modelo de optimización, donde se obtuvo la configuración del número óptimo de unidades de transporte en cada campo de un área a cosechar que minimizara el costo operativo total del sistema de producción bajo limitaciones de tiempo para la finalización de la operación, en la práctica la ejecución de planes con componentes de enrutamiento de vehículos a menudo está sujeta a eventos externos ya que los vehículos pueden estar expuestos a diversos factores de riesgo, que puede conducir a fallas en la entrega, pérdida del producto, etc.

### **4.3 Diseño de Cadenas de Suministro bajo incertidumbre**

(Gutiérrez, Kouvelis, & Kurawarwala, 1996) proponen un marco de optimización robusta para el diseño de red en condiciones de incertidumbre de los datos de entrada. Este enfoque busca diseños óptimos, buscando configuraciones de red para una variedad de escenarios futuros probables, y haciendo uso del enfoque de Robustez, para el problema del diseño de redes, desarrollaron algoritmos destinados a encontrar diseños de redes robustos, donde los experimentos computacionales mostraron que las soluciones robustas abundan en los problemas de redes reales y en segundo lugar el rendimiento de los algoritmos propuestos es satisfactorio en términos de costo y número de diseños de red robustos obtenidos.

Hay dos tipos de variables de decisión: variables binarias para la selección de empresas para formar la cadena de suministro y variables continuas asociadas con la planificación de la producción, (Pan & Nagi, 2010) proponen un modelo de optimización robusto con un problema de diseño de una cadena de suministro bajo demanda estocástica del cliente, manejando la incertidumbre de la demanda con tres componentes en la función objetivo: costos totales esperados, variabilidad de los costos debido a la incertidumbre de la demanda y penalización por la demanda insatisfecha al final del horizonte de planificación.

(Nickel, Saldanha-da-Gama, & Ziegler, 2012) Abordan un problema de diseño de red de la cadena de suministro de varios períodos. Se consideran varios aspectos de relevancia práctica, como los relacionados con las decisiones financieras que comprenden la ubicación de las instalaciones, el flujo de mercancías y las inversiones a realizar en actividades alternativas a las directamente relacionadas con el diseño de la cadena de suministro. Se asume incertidumbre para la demanda y las tasas de interés, que se describe mediante un conjunto de escenarios. Por tanto, para todo el horizonte de planificación, se construye un árbol de escenarios. Se establece un objetivo para el retorno de la inversión y se mide y se contabiliza el riesgo de caer por debajo de él.

El nivel de servicio también se mide e incluye en la función objetivo. El problema se formula como un problema de programación lineal de enteros mixtos estocásticos de múltiples etapas. El objetivo es maximizar el beneficio financiero total. También se propone una

formulación alternativa que se basa en las rutas del árbol de escenarios. Se discute una metodología para medir el valor de la solución estocástica en este problema. Se presentan pruebas computacionales que utilizan datos generados aleatoriamente que muestran que vale la pena considerar el enfoque estocástico en este tipo de problemas.

#### **4.4. Planeación y programación de la Cadena de Suministro y Administración de Inventarios**

(Nickel et al., 2012) Aborda un problema de diseño de red de cadena de suministro de periodos múltiples. El problema que se plantea es un problema de programación lineal de enteros mixtos estocásticos de múltiples capas y el objetivo es maximizar el beneficio financiero total.

Se considera un horizonte de planeación a largo plazo, un entorno dinámico y estocástico, se asume incertidumbre en la demanda y en las tasas de interés, y adicionalmente escenarios tales como desastres naturales, bloqueos de vacas, ataques terroristas, etc., que puedan afectar seriamente la capacidad y operación de la red, que se describen mediante un conjunto de escenarios.

(Frazzon, Albrecht, & Hurtado, 2016) explica que la programación de los sistemas de producción y logística es un desafío debido a su complejidad estructural y los requisitos dinámicos que influyen en su operación. Los autores proponen un procedimiento basado en simulación donde, a partir de la definición de un conjunto de horarios óptimos, se integra la producción y la logística a lo largo de una cadena de suministro global que involucra un taller de producción y transporte intermodal.

El objetivo era proponer un horario mejorado utilizando un modelo matemático con la ayuda de técnicas de simulación para representar escenarios más reales y la combinación permitiría trabajar con problemas de optimización complejos, adicional se abarcó la implementación de un algoritmo genético en la interfaz entre el modelo matemático y simulación, permitiendo un mejor tiempo de procesamiento y aplicación en problemas de programación dinámica y estocástica de producción y transporte.

(Santoso et al., 2005). Presenta una metodología práctica para problemas de diseño de redes de cadenas de suministro a gran escala en condiciones de incertidumbre mediante un modelo de programación estocástica y un algoritmo de solución para resolver la red de la cadena de suministro.

La metodología de solución integra una estrategia de muestreo propuesta recientemente, el esquema de aproximación promedio de la muestra (SAA), con un algoritmo de descomposición acelerada de Benders para calcular rápidamente soluciones de alta calidad para problemas de diseño de cadena de suministro estocásticos a gran escala con una gran (potencialmente infinita) cantidad de escenarios.

Se presenta un estudio computacional que involucra dos redes de cadena de suministro reales para resaltar la importancia del modelo estocástico, así como la eficiencia de la estrategia de solución propuesta.

Los resultados revelan la eficacia computacional del método propuesto, además soluciones que dan como resultado una variabilidad de costo / flujo de efectivo significativamente menor, y esta reducción es más pronunciada en caso de mayor variabilidad en el entorno incierto.

## **5. CASO DE ESTUDIO**

### **5.1 Reseña Histórica de la empresa**

- La empresa nace en el sur de Colombia con la fundación de un primer molino de trigo en 1947, posteriormente se traslada a Cali en 1956 donde adquiere un nuevo molino en Palmira en los años sesenta.
- En 1977 inicia la operación de su primera planta de producción de pastas en Cali.
- Luego en 1992 se construye el Portalino de Buenaventura, con el objetivo de disminuir los costos de descargue de trigo desde el puerto.
- En 1994 adquiere su segunda planta de producción de pastas, así como dos nuevos molinos (uno de trigo en Yumbo y otro de maíz en Cali)
- En 1999 se adquiere el molino de trigo de Dagua y se realizar la implementación de SAP.
- En el 2000 se inicia la producción de premezclas familiares e industriales, y se obtiene la certificación de ISO 9000 del sistema de gestión de calidad por parte de Icontec, así como sellos de calidad para harinas y pastas alimenticias.
- En 2002 se adquiere una planta productora de pan en Bogotá y la distribución exclusiva de los productos de una compañía productora de aceites y grasas comestibles, logrando así consolidar un portafolio de más de 250 referencias con presencia en 8 categorías de mercado a nivel nacional y de reconocida tradición y prestigio.

### Plantas productoras

La red de abastecimiento está constituida por 6 plantas de producción:

<b>Planta</b>	<b>Productos</b>
Cali	Harina de Maíz
	Sémola de trigo
	Pastas Alimenticias
	Premezclas familiares
	Productos Listos
Bogotá	Productos Listos
	Pan empacado
Palmira	Harina de Trigo
	Premezclas Industriales
Dagua	Harina de Trigo
Villarrica	Pastas Alimenticias

Tabla No.4 Plantas de producción y lo que producen

## 5.2 Consideraciones especiales de la red de Abastecimiento

La figura nos ilustra cómo es la Red de Abastecimiento y los puntos que van en dirección hacia la derecha indica como se mueve la materia prima desde el puerto de Buenaventura, a cada una de las plantas, que son los nodos, donde se encuentran los silos de almacenamiento y dependiendo de si se cuenta o no con espacios se envían directamente en camiones o se almacenan en los silos de alternos.

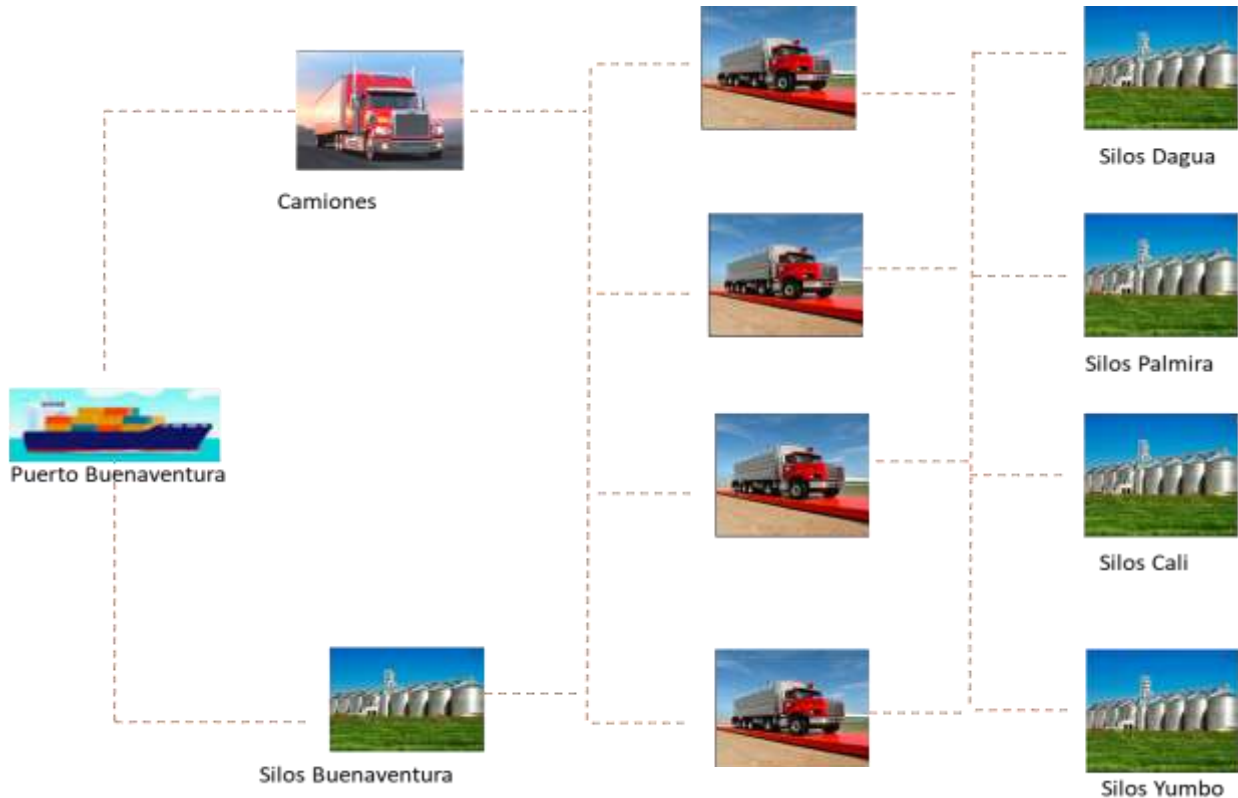


Figura 5 Cadena de Suministro (propia autoría)

Existen almacenamientos intermedios que son Yumbo y Silos alternos, que surten las plantas de Cali y Palmira, generando movimientos de mercancía entre sí.

Para transportar los productos entre el puerto y las plantas, se hace uso de la flota propia y si los requerimientos de transporte exceden la capacidad se realiza subcontratación de transporte externo.

Los costos de los almacenamientos que se realizan en la planta de Dagua, Palmira, Cali y Yumbo no se consideran, pues se asume un valor significativamente más bajo que el requerido si dicha capacidad de almacenamiento debe subcontratarse. En este último caso, es importante mencionar que solo se incurren en costos en los almacenamientos que se realizan en Silos alternos.

El transporte puede ser desde Buenaventura a los silos alternos o directamente a los silos de Dagua, Palmira, Cali, Yumbo. Los pedidos se hacen comprando las materias primas en la Bolsa, y hay algunas compras de maíz local, de acuerdo con el plan anual de compras, que es actualizado cada 3 meses.

## **6. METODOLOGIA DEL PROYECTO**

La empresa de Alimentos del Valle del Cauca, que es el caso de estudio donde se buscó optimizar la gestión de inventarios de materias primas en una compañía procesadora de granos para harinas. Concretamente, se presenta un estudio basado en programación matemática para determinar los planes de inventarios y distribución en la industria alimenticia. Se propone la utilización de un modelo matemático, optimizando los costos de distribución de los inventarios, (particularmente Trigo y Maíz) en las plantas de producción, considerando la capacidad instalada de almacenamiento en las plantas y el transporte, e involucrando algunas decisiones de orden táctico y estratégico relacionadas con el diseño de la cadena de suministro.

El modelo propuesto toma en consideración que las materias primas ingresan por el puerto de Buenaventura y se distribuyen, desde allí, a diferentes destinos, sobre la base de un plan anual de producción. Se consideran algunas especificidades de la red de distribución, por ejemplo, se toma en cuenta que por rapidez de descargue y, en ocasiones, por la disponibilidad de silos para almacenamiento en las plantas donde nacionalmente se consume el grano, el almacenamiento de materias primas a veces debe ser tercerizado, incurriendo en sobrecostos o multas cuando la planeación no es la apropiada. El modelo propuesto es extendido para ser usado en un horizonte de planeación móvil, es decir, en el cual las decisiones ya fijadas se revisan a la luz de nueva información disponible sobre llegadas, cambios en los planes de consumo, disponibilidad de vehículos de transporte, entre otros. Los análisis preliminares del modelo sugieren que este puede ser usado en el contexto de la empresa estudiada como herramienta para apoyar la toma de decisiones en cuanto a la logística del transporte y la distribución de las materias primas.

El desarrollo de la investigación se realiza en cuatro grandes etapas: caracterización del sistema y construcción del modelo conceptual; definición de modelos apropiados para analizar y mejorar las actividades de planeación, distribución y almacenamiento; formulación del modelo matemático; y desarrollo de alternativas para garantizar la sostenibilidad de los cambios propuestos, los cuales se presentarán a continuación:

## 6.1 Modelo Matemático:

Para la construcción del modelo se tomó en cuenta que toda la infraestructura física de la red se supone al interior de un único país, considerando la importación de productos o la distribución física internacional, pero colocados estos en el puerto de Buenaventura. El objetivo, en general, será la minimización de los costos totales asociados a la cadena de suministro de materias primas. Donde se plantea una alineación entre la planeación y las compras, evaluando la capacidad instalada de almacenamiento y transporte para mejorar los procesos de toma de decisiones en materia de la utilización de estos recursos.

La red considera restricciones de capacidad y almacenamiento en cada eslabón. Particularmente, se tiene en cuenta que uno de los eslabones lo constituyen los silos de Almacenamiento, los cuales son de gran magnitud y tienen considerable cantidad de inventario

Existen ubicaciones que cuentan con silos de almacenamiento, los cuales reciben materia prima directamente desde puerto y luego direccionan dichas materias primas a las plantas productivas, pero en la mayoría de las veces se envían las materias primas con envíos directos desde el Puerto de Buenaventura a las plantas. El modelo considera que toda la carga se moviliza como único modo de transporte el terrestre por camión (no se incluye las decisiones de selección de modos de transporte), y no se incluyen las decisiones de selección de tipos de camiones.

Conjuntos:

$I$	=	Locaciones; $i \in \{1 \dots 4\}$
$M$	=	Materia Prima; $m \in \{1 \dots 7\}$
$T$	=	Mes; $t \in \{1, 2 \dots N\}$
$L$	=	Tamaños de los silos; $l \in \{1 \dots 14\}$
$S$	=	Conjunto de Silos en plantas; $s \in \{1 \dots 13\}$
$J$	=	Silos o camiones en Buenaventura; $j \in \{1, 2\}$



Parámetros:

$s_i \subseteq S$	=	Subconjunto de silos de almacenamiento en la localización $i$
$FAC_{im}$	=	Factor de Inventario de Seguridad del material $m$ en la localización $i$
$CAP_i$	=	Capacidad de las locaciones $i \in I$ [ton]
$INVI_{mi}$	=	Inventario Inicial del material $m$ , en cada destino $j$ [ton]
$CT_{ik}$	=	Costo de transporte de localización $i$ a localización $k$ [\$/ton]
$DEM_{mit}$	=	Consumo de materia prima $m$ en la localización $i$ en el mes $t$ [ton]
$CMI_i$	=	Costo mensual de mantener inventario de las locaciones $i$ [\$/ton]
$CANTAMSILO_{lm}$	=	Cantidad de silos de tamaño $l$ en localización $m$
$TAMSILO_{is}$	=	Tamaños de silos $s$ en cada localización $i$ [ton]
$DISP_m$	=	Disponibilidad de materia prima $m$ en el buque [ton]
$F1_i$	=	Fletes de traslado desde Buenaventura hasta la localización $i$ [\$/ton]
$CAS$	=	Costo alquiler silos por tonelada de materia prima [\$/ton]
$CAV$	=	Capacidad del camión [ton]
$CAPBUE$	=	Capacidad silos de Buenaventura [ton]
$CMIB$	=	Costo mensual de mantener Inventario en Buenaventura [\$/ton]
$MINI$	=	0.0001

Variables de decisión:

$X_{mj}$  = Toneladas de materia prima tipo  $m$  que van a los  $j$  (vehículos o silos) en el periodo  $l$  [ton]

$V_{mt}$  = No. de vehículos totales a contratar para transportar materia prima tipo  $m$  en el mes  $t$  ( $\in \mathbb{Z}^+ \cup \{0\}$ )

$Z_{mikst}$  = Toneladas de materia prima  $m$  enviadas desde la locación  $i$  a la locación  $k$  a silo  $s$  en el mes  $t$

$W_{mist}$  = Toneladas de materia prima  $m$  enviadas a la locación  $i$  al silo  $s$  en el mes  $t$

$B_{mt}$  = Cantidad de silos necesarios para almacenar materia prima  $m$  en Buenaventura en el mes  $t$

$I_{mist}$  = Cantidad de materia prima  $m$  que se queda en silo  $s$  de locación  $i$  al final del mes  $t$

$C_{mt}$  = Cantidad de materia prima  $m$  que va a transportar de los silos de Buenaventura en los camiones en el mes  $t$

$D_{mt}$  = Cantidad de materia prima  $m$  disponible en los silos de Buenaventura en mes  $t$

$F_{mit}$  = Toneladas faltantes de materia prima  $m$  en planta  $i$  en el mes  $t$

$CF_m$  = Costo de faltante por materia prima  $m$

$Y_{mist}$  =

$\begin{cases} 1 & \text{Si se utiliza el silo } s \text{ en la locacion } i \text{ para almacenar la materia prima } m \text{ en el mes } t \\ 0 & \text{De lo contrario} \end{cases}$

El problema de optimización propuesto tiene como objetivo la minimización de los costos totales asociados a la logística del transporte y distribución de la materia prima una vez que esta se encuentra disponible en el puerto. Es decir, se buscan balancear los costos relevantes tales como el transporte y el almacenamiento en la cadena de suministro de materias primas. Para este cálculo se deben sumar los costos de transporte de materia prima enviadas hacia las diferentes locaciones y silos en cada mes, los costos de transporte entre locaciones durante el horizonte de planeación, y los costos de mantener inventario en cada de las locaciones, que, en el caso de buenaventura, implica sobrecostos cuando el tiempo de almacenamiento sobrepasa un límite establecido por los contratos.

$$\begin{aligned} & \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} \sum_{s \in S} \sum_{t \in T} W_{mist} * F1_i + \sum_{m \in M} \sum_{s \in S} \sum_{i \in I} \sum_{k \in I} Z_{mikst} * CT_{ik} + \sum_{m \in M} \sum_{t \in T} D_{mt} * CAS \\ & + \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} \sum_{t \in T} I_{mist} * CMI_i + \sum_{m \in M} \sum_{t \in T} D_{mt} * CMIB + \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} \sum_{t \in T} F_{mit} * CF_m \end{aligned}$$

*Ecuación 1*

Sujeto a:

$$DISP_m = \sum_{j \in J} X_{mj} \quad \forall m \in M \quad \text{Ecuación 2}$$

La ecuación 2 establece que todo lo que ingresa al puerto de Buenaventura debe evacuarse ya sea a los silos o los vehículos de carga.

$$V_{m1} * CAV \geq X_{m1} \quad \forall m \in M \quad \text{Ecuación 3}$$

La ecuación 3 sirve para determinar la cantidad de vehículos que se requieren para distribuir cada materia prima al inicio del periodo de planeación.

$$V_{mt} * CAV \geq C_{mt} \quad \forall m \in M, t \in T, t \neq 1 \quad \text{Ecuación 4}$$

La ecuación 4 establece una relación entre la cantidad de vehículos que se requieren para distribuir cada materia prima y la cantidad a transportar en cada periodo  $t$  durante el horizonte de planeación. El número determinado constituye una aproximación que posteriormente se revisará en el desglose operativo.

$$D_{mt} = D_{mt-1} - C_{mt} \quad \forall m \in M, t \in T, t > 1 \quad \text{Ecuación 5}$$

Considerando que en Buenaventura no se genera consumo de materia prima, la ecuación 5 sirve para establecer una relación entre el remanente en el puerto y lo que se distribuye vía camión en cada periodo.

$$X_{m2} = D_{m1} \quad \forall m \in M \quad \text{Ecuación 6}$$

La ecuación 6 establece una relación de igualdad entre la materia prima que se transportará desde Buenaventura y la disponibilidad de ésta en el puerto. Con esto se busca que se conserven los flujos establecidos.

$$B_{mt} * CAPBUE \geq D_{mt} \quad \forall m \in M, t \in T, t > 1 \quad \text{Ecuación 7}$$

Con el propósito de establecer una relación entre la capacidad de almacenamiento de los silos de Buenaventura y la cantidad que en estos se almacena, el conjunto de restricciones 7 determina la cantidad de silos usados en el almacenamiento de cada materia prima.

$$X_{m1} = \sum_{j \in J} \sum_{s \in S} W_{mis1} \quad \forall m \in M \quad \text{Ecuación 8}$$

La ecuación 8 garantiza que en cualquier solución al modelo la cantidad disponible de materia prima se traslada a los diferentes silos de la compañía.

$$C_{mt} = \sum_{j \in J} \sum_{s \in S} W_{mist} \quad \forall m \in M, t \in T : t \neq 1 \quad \text{Ecuación 9}$$

La ecuación 9 es usada para determinar la cantidad de materia prima que se transportará en camión desde Buenaventura. Sirve, además, para determinar las cantidades que se trasladaran a cada una de las locaciones y silos dentro de estas.

Balance en plantas: Con esta restricción se garantiza que el inventario inicial de la cadena de suministro sea igual al inventario que entra en cada una de las locaciones.

$$\sum_{s \in S} (W_{mist} + I_{mist-1} + \sum_{k \in I} Z_{mikst}) = DEM_{mit} + (FAC_{im}) * DEM_{mit} + \sum_{s \in S} I_{mist} + \sum_{k \in I} Z_{mikts} \quad \forall m \in M, i \in I, t \in T, k \neq i$$

*Ecuación 10*

$$I_{mist} \leq TAMSIL0_{is} * Y_{mist} \quad \forall i \in I, m \in M, s \in S, t \in T$$

*Ecuación 11*

En la ecuación 12 se utiliza para que la variable Y, tenga un comportamiento acorde a la realidad de la variable I ya que la variable Y, no está en la función objetivo y por tanto en algunos casos para el modelo es indiferente el valor que tenga.

$$I_{mist} \geq MINI * Y_{mist} \quad \forall i \in I, m \in M, s \in S, t \in T$$

*Ecuación 12*

En la ecuación 13 plantea que cada silo solo puede almacenar máximo una materia prima en cada mes.

$$\sum_{m \in M} Y_{mist} \leq 1 \quad \forall i \in I, s \in S, t \in T \quad \text{Ecuación 13}$$

Inventario al inicio de la red debe ser cero: Esta restricción busca que no haya inventario al inicio de la red:

$$\sum_{s \in S} I_{mist0} = INVI_{mi} \quad \forall m \in M, i \in I, s \in S$$

*Ecuación 14*

En primer lugar, cualquier solución del modelo debe garantizar que la distribución de la materia prima a las diferentes locaciones se determine de manera anticipada, de una sola vez, en el momento que un buque se encuentra en puerto. La Ecuación 2 determina la cantidad de toneladas que se deben trasladar a los diferentes silos para su almacenamiento. Si la capacidad de transporte es suficiente para hacer todos los traslados en la flota de vehículos propia, esta se realiza en estos; de lo contrario, se debe determinar el número de vehículos a utilizar cuando se tiene la materia prima en puerto, para enviarla a los silos de las locaciones de acuerdo con el plan de distribución (Ecuación 2).

Durante el horizonte de planeación en el cual se utilizará la materia prima disponible también deberán realizarse traslados entre las diferentes locaciones, cuando el almacenamiento así lo

impone. Eso significa que también se requiere determinar los requerimientos de transporte, en número de vehículos, para apoyar esta tarea de logística. La ecuación 3 define el número de vehículos a utilizar en el mes  $t$ , para enviar la materia prima a los silos de las locaciones de acuerdo con el plan de distribución.

Las Ecuación 5 y 6 corresponden a restricciones de balance de inventario y garantiza que cantidad de materia prima  $m$  que llega en el buque en el mes  $t - 1$ , es igual a la cantidad de materia prima  $m$  disponible en Buenaventura en mes  $t$  más la cantidad de materia prima  $m$  que va de los silos  $s$  de Buenaventura a los camiones en el mes  $t$ . La Restricción 6 establece una relación entre la cantidad de silos que se requieren para el almacenamiento y la cantidad de materia prima que se almacena en cada uno de estos. Debido a que las materias primas no se deben mezclar en un solo silo, la cantidad de silos a asignar debe ser mayor a la cantidad de materia prima  $m$  disponible en Buenaventura. Las restricciones 8 y 9 tienen como propósito vincular las cantidades que se transportan entre los silos con las cantidades que se tienen en cada uno de los silos para asegurar que todo lo que sale de una localización se recibe en otras.

Cada periodo  $t$  se consumirá la materia prima de acuerdo con el plan de producción de la compra. El conjunto de restricción 10 busca balancear los inventarios de cada mes, de tal forma que se consideren los correspondientes consumos y se pueda hacer seguimiento a estos para evitar desabastecimientos que frenen las labores de producción.

Finalmente, las Ecuaciones 11 a 13 indican que un silo usado para almacenar un tipo de materia prima no se puede usar para almacenar otra y que solo está disponible cuando finalmente la materia prima en este se ha terminado. Estas restricciones también evitan que se planeen traslados a silos que, en un momento dado, no se encuentren disponibles.

## 6.2 Recolección y procesamiento de Datos

Los datos obtenidos para el estudio de la cadena de suministro fueron recolectados de los datos de los Pronósticos, planeación de demanda, capacidades actuales de los procesos y control de inventarios de la compañía, de los dos últimos años, los cuales son explotados, generando unas cantidades de materias primas a comprar trimestralmente, y luego son distribuidas por plantas, de acuerdo con sus capacidades de producción, y almacenadas en los espacios de los silos con los que cuenta la organización y se acondicionan para realiza el estudio a nivel académico.

Después que los datos son procesados, adaptados e ingresados a AMPL se resuelven con el soporte de la plataforma NEOS Server, servidor administrado por el Instituto de Wisconsin para Discovery en la Universidad de Wisconsin-Madison, junto con el modelo y los comandos, se obtienen los resultados presentados en el siguiente capítulo.

### **6.2.1 Demanda**

Todo inicia desde la propuesta de los volúmenes de venta proyectados para los siguientes doce periodos, en el cual se consideran las ventas históricas, el plan de Demanda oficial anterior, presupuestos meta, actividades comerciales y mercadeo e indicadores.

Dependiendo de los productos se generan los ciclos de demanda, semanales y mensuales.

Estos datos son tomados para la planeación de las compras, que, mediante un MRP (Material Requirements Planning), o planificación de requerimientos de material, se calculan las cantidades a comprar de las materias primas.

Los datos tomados para este estudio fueron acondicionados para realizar el estudio a nivel académico

### **6.2.2 Costos relevantes Estructura de costos**

#### **a. Costos de transporte:**

El puerto de Buenaventura es la principal terminal para la importación de maíz y trigo a Colombia, al cual llega la materia prima en buques de carga. Una vez se encuentra en el muelle y de acuerdo con el tamaño, tiene unos tiempos de descargue que en caso de cumplirlos o no, generan premios o demoras.

Para transportar los productos a los silos de las plantas, se cuenta con flota propia; pero si los requerimientos de transporte exceden la capacidad de número de vehículos propios, se realiza la subcontratación de transporte externo.

Normalmente se maneja un porcentaje de movilización de la materia prima, flota propia 30%, y transporte externo 70% y existe una diferencia en el flete de transporte externo en un 14% por encima del costo del transporte propio.

Los fletes son negociados con las transportadoras por tonelada movida la cual depende a que planta se va a llevar la materia prima.

Para el cálculo de los costes del transporte terrestre se calculan agrupando los costos en fijos y variables.

Los costos fijos deben calcularse como Unidades monetarias/ kilómetro recorrido y los más representativos son los siguientes:

- Seguros
- Amortizaciones
- Salarios de los conductores
- Depreciación

Los costos variables en el transporte terrestre deben calcularse por Unidad monetaria /kilómetro recorrido, entre sus costos variables más significativos se encuentran los siguientes:

- Gasolina
- Aceite
- Llantas
- Peajes

$$\text{Costos Fletes [um/km]} = \text{Costos Fijos [um/km]} + \text{Costos Variables [um/km]}$$

*Ecuación 15*

**b. Costo de mantener inventario:**

Los almacenamientos que se realizan en la planta de Dagua, Palmira, y Cali no se consideran, solo los que se incurren en los Silos de Yumbo y Buenaventura.

Sin embargo, a pesar de que no se consideran los costos de almacenamiento, en los silos de las Plantas de Dagua, Palmira y Cali si se incurren en costos de plaguicidas, enfriamiento de la materia prima y cuidados especiales de las materias primas, mantenimiento general de los silos, aseo zona silos, mano de obra de recibo y despacho, costo servicio de energía de recibo, despacho y trasiego del trigo y del maíz

El costo de mantener el inventario en Buenaventura depende del saldo de trigo o maíz que se almacene, por un porcentaje del valor de la mercancía, como tarifa acordada por mes a partir de la 2da mes de almacenamiento

Ejemplo:

<b>Almacenamiento Requerido B/ventura</b>	<b>90,812</b>	<b>/Ton</b>		
<b>CIF mercancia</b>	<b>\$ 500,000</b>	<b>/Ton</b>		
<b>Costos Almacenamiento</b>				
	<b>Saldo</b>	<b>Vr Mercan</b>	<b>Costo</b>	<b>Tarifa</b>
1ra Decada	90,812	500,000	0.00	0.00%
2da Decada	1,000	500,000	750,000.00	0.15%
3ra Decada	1,000	500,000	5,000,000.00	1.00%
4ta Decada	500	500,000	2,500,000.00	1.00%
5ta Decada	500	500,000	5,000,000.00	2.00%
6ta Decada		500,000	0.00	2.00%
7ma Decada		500,000	0.00	2.00%
8va Decada		500,000	0.00	2.00%
	<b>Costo Almacenamiento</b>		<b>\$13,250,000</b>	

Tabla No. 5 Ejemplo costos de Almacenamiento en Buenaventura



Para el caso de Yumbo, se paga un valor de alquiler por mes, dependiendo del tamaño del silo.

### c. Costo de Faltante

El Planeador de la Demanda genera una propuesta de volúmenes de venta, de todos los productos elaborados en la empresa de Alimentos, para doce meses teniendo como base las Ventas Históricas, actividades programadas, etc. el cual es entregado al Planeador de compras de materias primas.

Estas unidades se convierten a toneladas de trigo o maíz, teniendo en cuenta las mezclas que se requieren para su producción.

Luego obtengo un promedio de las toneladas requeridas de materia prima, y este valor se multiplican por el precio de compra y por el precio de venta y luego se restan entre sí, obteniendo el costo de faltante de cada materia prima.

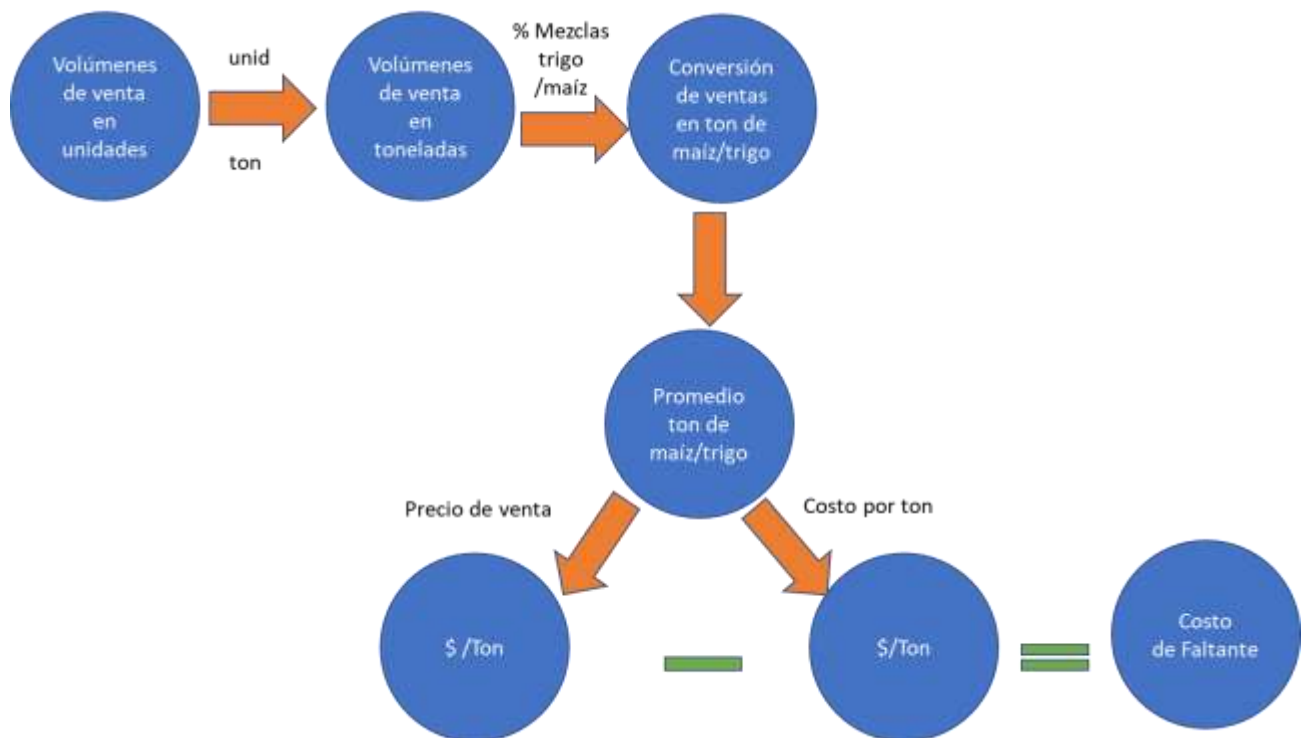


Figura 6 Diagrama de flujo del cálculo del costo de faltante (propia autoría)

## 7. VALIDACION DE RESULTADOS - ANALISIS DE SENSIBILIDAD

En esta etapa del proyecto se busca identificar cuál es la configuración de la cadena de distribución que permite encontrar de los escenarios el óptimo, dando mejores respuestas de minimización del costo total del modelo vs el costo total real.

Se realizaron inicialmente tres escenarios donde no se tuvo en cuenta el costo del faltante en el modelo, variando el inventario de las materias primas, los meses de la demanda de 1,2 y 3 meses y la cantidad a traer en el buque para satisfacer dicha demanda, en caso de no traer el buque una de las materias primas el resultado es infactible.

Escenario 1: Cubrimiento de la Demanda para un mes

Escenario 2: Cubrimiento de la demanda para dos meses

Escenario 3: Cubrimiento de la demanda para tres meses

**COSTOS DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

	ene-19	feb-19	mar-19	TOTALES
<b>Escenario 1</b>	\$ 2,381,817,500	\$ 2,381,817,500	\$ 2,381,817,500	\$ 7,145,452,500
<b>Escenario 2</b>	\$ 3,767,630,000	\$ 3,767,630,000	\$ 3,767,630,000	\$ 11,302,890,000
<b>Costos Totales Reales</b>	\$ 2,144,182,892	\$ 4,515,683,285	\$ 3,629,277,649	\$ 10,289,143,826
<b>Escenario 3</b>	\$ 4,803,795,549	\$ 4,803,795,549	\$ 4,803,795,549	\$ 14,411,386,646

Tabla No. 6 Escenarios Propuestos sin Costo de Faltante

Luego se incluyó en el modelo el parámetro de Costo de Faltante, penalizando la función objetivo donde se busca que así el buque deje de traer una de las materias primas requeridas para cubrir la demanda de todas maneras distribuya y no sea infactible.

$$\begin{aligned}
 & \sum_{i \in I} \sum_{m \in M} \sum_{s \in S} \sum_{t \in T} W_{mist} * F1_i + \sum_{m \in M} \sum_{s \in S} \sum_{i \in I} \sum_{k \in I} Z_{mikst} * CT_{ik} + \sum_{m \in M} \sum_{t \in T} D_{mt} * CAS \\
 & + \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} \sum_{s \in S} \sum_{t \in T} I_{mist} * CMI_i + \sum_{m \in M} \sum_{t \in T} D_{mt} * CMIB + \sum_{m \in M} \sum_{i \in I} \sum_{t \in T} F_{mit} * CF_m
 \end{aligned}$$

*Ecuación 16*

Función Objetivo penalizado con el Costo de Faltante

Escenario 4: Cubrimiento de la Demanda para un mes: El buque llega cada mes cumpliendo la demanda de un mes, sin necesidad de almacenar en silos externos

Escenario 5: Cubrimiento de la demanda para tres meses: El buque llega cada 3 meses, cubriendo la demanda de 3 meses y requiriendo un almacenamiento de materia prima en silos externos.

Escenario 6: Cubrimiento de la demanda para tres meses con faltante de materia prima: El buque llega cada 3 meses, cubre la demanda para 3 meses y requiriendo un almacenamiento de materia prima en silos externos, pero no llega una de las materias primas, e igual las distribuye.

Escenario 7: Cubrimiento de la demanda para seis meses: El buque llega cada 6 meses, cubre la demanda para 6 meses, y el costo es mucho más alto debido a que se paga almacenamiento de la materia prima para 6 meses en silos externos.

**COSTOS DE TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO**

	ene-19	feb-19	mar-19	TOTALES
<b>Escenario 4</b>	\$ 1,439,480,000	\$ 1,670,600,880	\$ 1,815,720,000	\$ 4,925,800,880
<b>Escenario 5</b>	\$ 2,583,549,624	\$ 2,583,549,624	\$ 2,583,549,624	\$ 7,750,648,873
<b>Escenario 6</b>	\$ 2,763,114,975	\$ 2,763,114,975	\$ 2,763,114,975	\$ 8,289,344,925
<b>Costos Totales Reales</b>	\$ 2,144,182,892	\$ 4,515,683,285	\$ 3,629,277,649	\$ 10,289,143,826
<b>Escenario 7</b>	\$ 4,114,258,310	\$ 4,114,258,310	\$ 4,114,258,310	\$ 12,342,774,931

Tabla No. 7 Escenarios Propuestos con Costo de Faltante

De los 7 escenarios se obtiene el escenario 4 como el mejor donde llega un buque mensualmente, trayendo en él, la demanda para 1 mes (Ver Anexo 1)

Para este escenario da como resultado:

a. Teniendo las siguientes toneladas como demanda para un mes de:

	PALMIRA	CALI	DAGUA	YUMBO
<b>DURUM</b>	0	75	0	0
<b>CWRS</b>	7368	0	7507	0
<b>HRW</b>	2278	1697	1315	0
<b>CPS</b>	0	0	0	0
<b>SRW</b>	2280	902	0	3000
<b>ARGENTINO</b>	1000	2500	2000	0
<b>MAIZ IMPORTADO</b>	0	500	0	0

Tabla No. 8 Consumo de materia prima m en la locación i en el periodo t

b. Toneladas para traer en el buque para satisfacer la demanda

MATERIA PRIMA	TON A TRAER EL BUQUE
DURUM	150
CWRS	17900
HRW	10580
CPS	0
SRW	3182
ARGENTINO	10500
MAIZ IMPORTADO	1000

Tabla No. 9 Disponibilidad de materia prima en el buque

c. Realizar aproximadamente 1123 viajes, para el desplazamiento de la materia prima hacia las plantas de Cali, Palmira y Dagua

MATERIA PRIMA	MES	CANTIDAD DE VEHICULOS
CWRS	1	525
HRW	1	209
SRW	1	92
ARGENTINO	1	297

Tabla No. 10 No. de viajes a contratar para transportar materia prima tipo m en el mes t

d. Almacenar solo en las plantas de Palmira, Cali y Dagua, hace solo uso de los silos de las plantas generando un costo bajo de almacenamiento.

MATERIA PRIMA	LOCACION	SILO	MES	TON A ENVIAR
CWRS	Palmira	1	1	7857.51
CWRS	Dagua	1	1	9982,24
HRW	Palmira	1	1	2788
HRW	Cali	1	1	1685
HRW	Dagua	1	1	2630
SRW	Palmira	4	1	1298
SRW	Cali	2	1	1804
ARGENTINO	Palmira	1	1	1832.86
ARGENTINO	Cali	13	1	4582,14
ARGENTINO	Dagua	1	1	3665,71

Tabla No. 11 Toneladas de materia prima m enviadas a locación i a silo s en mes t

En caso de que el buque no traiga el material CWRS que es el material con mayor demanda el costo Total es más alto, que para el caso de que no traiga DURUM, a pesar de que tiene un mayor costo por faltante, pero es el de menor demanda.

El segundo mejor escenario, es el escenario No. 5 (Ver Anexo 2), llega un buque cada 3 meses y cubre la demanda para 3 meses.

Para este escenario sugiere:

a. Realizar aproximadamente 4994 viajes, pero aquí requiere hacer más uso de la flota externa

MATERIA PRIMA	MES	CANTIDAD DE VEHICULOS
1	1	2
1	2	8
2	1	1033
2	2	627
2	3	210
3	1	633
3	2	186
3	3	7
4	1	560
4	2	124
4	3	59
5	1	600
5	2	242
6	1	296
6	2	342
6	3	20
7	1	31
7	2	14

Tabla No. 12 No. de vehículos a contratar para transportar materia prima tipo m en el mes t

b. Se requiere almacenar en los silos de las plantas y hacer uso de los silos de Buenaventura:

MATERIA PRIMA	MES	TON ALMACENADAS
CWRS	1	249,9
HRW	1	28427,7
HRW	2	7115.2
SRW	1	6538,0
SRW	2	230,0
CPS	1	6184
CPS	2	2000,0
SRW	1	8208,0
ARGENTINO	1	12261.6
ARGENTINO	2	665,7
MAIZ IMPORTADO	1	450,0

Tabla No. 12 Cantidad de materia prima disponible en Buenaventura en mes t

Y el más costoso de todos los escenarios es el escenario 6 debido a que requiere hacer más viajes para trasladar la materia prima hacia las plantas y llevando a los silos de Buenaventura haciendo uso de los vehículos propios y externos y para el almacenamiento hace uso de los silos propios y almacena en los silos externos, para 6 meses.

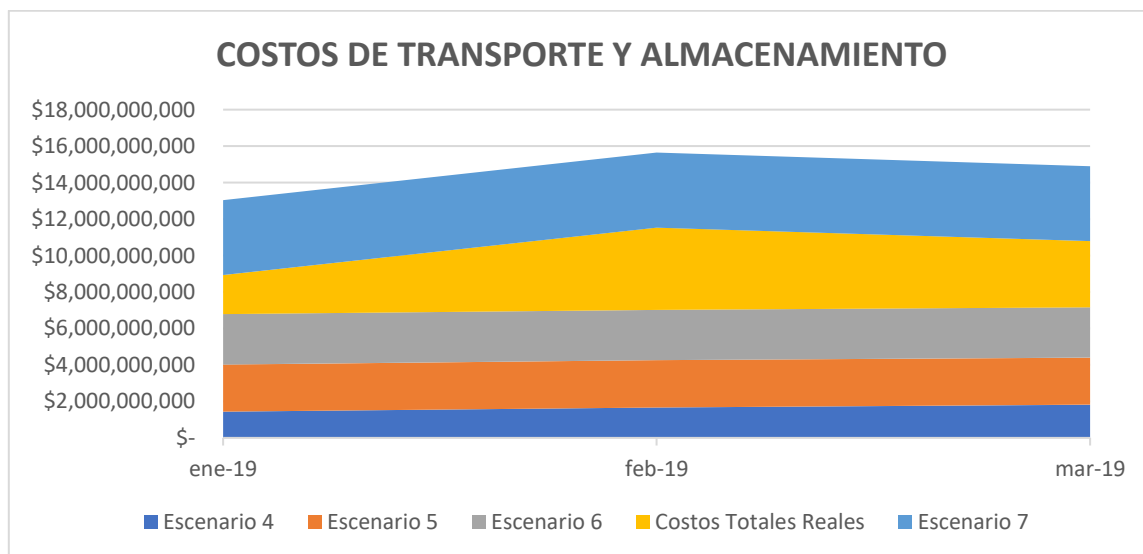


Figura No.7 Costos de Transporte y almacenamiento

## **8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

La importancia de disminuir el costo de almacenamiento y transporte tiene tal relevancia que requiere ser analizada como parte fundamental en la economía de las empresas, generando un margen de ahorros que impacte en ofrecer mejores precios en los productos y en los servicios, lo cual permite mejorar su competitividad.

El modelo matemático de programación lineal presentado en este proyecto da como resultado, escenarios óptimos en cuanto a los objetivos propuestos, trayendo exactamente la cantidad que se requiere de materia prima en el buque, para satisfacer la demanda, optimizando el número de viajes a realizar y haciendo uso, solo de los silos de las plantas.

En este análisis se encontró que la compañía está generando costos de almacenamiento y transporte mas altos, debido a que realiza un mayor uso de almacenamiento externo, ya que para evitar demoras y sanciones en el puerto traslada gran parte de la materia prima a los silos de Buenaventura sin hacer uso de la capacidad total de los silos propios y luego la traslada a las plantas para su consumo, haciendo que sea más alto el uso de la flota externa aumentando el costo del transporte.

Como mejor resultado del proyecto se propone realizar las compras de las materias primas para que llegue un buque cada mes, para cada materia prima, realizando viajes directos desde Buenaventura hacia las plantas y haciendo uso de la capacidad de los silos propios.

Se recomienda realizar investigaciones en cuanto a los problemas que puedan afectar una cadena de suministro, con el fin de saber que probabilidad hay de que un escenario ocurra, y adicionar el parámetro de probabilidad al modelo matemático y poder tomar decisiones operacionales y tácticas con mayor seguridad.

## Bibliografía

Busato, P., Sopegno, A., Pampuro, N., Sartori, L., & Berruto, R. (2019). Optimisation tool for logistics operations in silage production. *Biosystems Engineering*, *180*, 146–160. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.01.008>

Frazzon, E. M., Albrecht, A., & Hurtado, P. A. (2016). Simulation-based optimization for the integrated scheduling of production and logistic systems. *IFAC-PapersOnLine*, *49*(12), 1050–1055. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2016.07.581>

Gutiérrez, G. J., Kouvelis, P., & Kurawarwala, A. A. (1996). A robustness approach to uncapacitated network design problems. *European Journal of Operational Research*, *94*(2), 362–376. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(95\)00160-3](https://doi.org/10.1016/0377-2217(95)00160-3)

Hamidi, M., Farahmand, K., & Sajjadi, S. R. (2012). Modeling a four-layer location-routing problem. *International Journal of Industrial Engineering Computations*, *3*(1 SUPPL), 43–52. <https://doi.org/10.5267/j.ijiec.2011.08.015>

Klose, A., & Drexl, A. (2005). Facility location models for distribution system design. *European Journal of Operational Research*, *162*(1), 4–29. <https://doi.org/10.1016/J.EJOR.2003.10.031>

*c ScienceDirect Two Stage Transportation-Allocation Transportation-Allocation Transportation-Allocation Transportation-Allocation.*

Mogale, D. G., Kumar, M., Krishna, S., & Kumar, M. (2018). Grain silo location-allocation problem with dwell time for optimization of food grain supply chain network. *111*(June 2017), 40–69.

Nickel, S., Saldanha-da-Gama, F., & Ziegler, H.-P. (2012). A multi-stage stochastic supply network design problem with financial decisions and risk management. *Omega*, *40*(5), 511–524. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2011.09.006>

Pan, F., & Nagi, R. (2010). Robust supply chain design under uncertain demand in agile manufacturing. *Computers and Operations Research*, *37*(4), 668–683. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2009.06.017>

Santoso, T., Ahmed, S., Goetschalckx, M., & Shapiro, A. (2005). A stochastic programming approach for supply chain network design under uncertainty. *European Journal of Operational Research*, *167*(1), 96–115. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2004.01.046>



ANEXO No. 1\*\*\*\*\*

NEOS Server versión 6.0  
N. ° de trabajo: 9281314  
Contraseña: dKhDENRf  
Usuario:  
Solucionador: lp: CPLEX: AMPL  
Inicio: 2020-10-04 16:31:23  
Fin: 2020-10-04 16:31:36  
Anfitrión: prod-sub-1.neos-server.org

Descargo de responsabilidad:

Esta información se proporciona sin ningún tipo de garantía implícita. En particular, no hay garantía de cualquier tipo con respecto a la idoneidad de esta información para cualquier propósito en particular.

\*\*\*\*\*

Estás utilizando el solucionador cplexamp.

%% COMENTARIOS %%%%%%%%%%

%%%%%%%%%

Comprobando ampl.mod para cplex\_options ...  
Comprobando ampl.com para cplex\_options ...  
Ejecutando AMPL.  
Procesando datos.  
procesamiento de comandos.  
Ejecutando en prod-exec-5.neos-server.org

Presolve elimina 247 restricciones y 859 variables.

Problema ajustado:

2095 variables:

259 variables binarias

12 variables enteras

1824 variables lineales

624 restricciones, todas lineales; 4702 no ceros

57 restricciones de igualdad

567 restricciones de desigualdad

1 objetivo lineal; 1452 nonzeros.

CPLEX 12.10.0.0: subprocessos = 4

CPLEX 12.10.0.0: solución óptima de enteros; objetivo 1439478230

17 iteraciones MIP simplex

0 nodos ramificados y enlazados

\_nvars = 2954

\_ncons = 871

\_solve\_elapsed\_time = 0.055865

solve\_result\_num = 2

COSTOS = 1439480000

V: = No. de vehículos a contratar para transportar materia prima tipo m en el mes t

2	1	525
3	1	209
5	1	92
6	1	297

;

Y: = Si utilizo el silo s para MP m de locación i en sem t

1	2	10	1	1
4	1	13	1	1
4	3	1	1	1
5	3	7	1	1

;

: XC: = Cantidad de materia prima m que va de los silos de Buenaventura a los camiones en el mes t

1	2	150.
2	1	17839,8 0
2	2	60.25.
3	1	7103 0
3	2	3477.
5	1	3102 0
5	2	80.
6	1	10080,7 0
6	2	419.286.
7	2	1000.

;

W: = Toneladas de materia prima m enviadas a locación i a silo s en mes t

2	1	1	1	7857.51
2	3	1	1	9982,24
3	1	1	1	2788
3	2	1	1	1685
3	3	1	1	2630
5	1	4	1	1298
5	2	2	1	1804
6	1	1	1	1832.86
6	2	13	1	4582,14
6	3	1	1	3665,71

;

Z: = Tonelada de materia prima m enviadas de Locación i a locación k a silo en mes t

;

B: = Cantidad de silos necesarios para almacenar materia prima m en mes t

1	1	1
2	1	1

3 1 1  
5 1 1  
6 1 1  
7 1 1  
;

Yo: =

1 2 1 0 135  
1 2 10 1 9.96429  
2 1 1 0 4426  
2 3 1 0 2533  
3 1 1 0 1768  
3 2 1 0 1709  
4 1 1 0 374  
4 1 13 1374  
4 3 1 0 651  
4 3 1 1651  
5 1 1 0 3262  
5 3 1 0 1606  
5 3 7 1 1606  
5 4 1 0 3000  
7 2 1 0500  
;

D: = **Cantidad de materia prima disponible en Buenaventura en mes t**

1 1150  
2 1 60.25  
3 1 3477  
5 1 80  
6 1 419,286  
7 1 1000  
;

## ANEXO No. 2

\*\*\*\*\*

NEOS Server versión 6.0  
N. ° de trabajo: 9347097  
Contraseña: jIHqDpZN  
Usuario:  
Solucionador: lp: CPLEX: AMPL  
Inicio: 2020-10-19 19:30:29  
Fin: 2020-10-19 19:30:35  
Anfitrión: prod-sub-1.neos-server.org

Descargo de responsabilidad:

Esta información se proporciona sin ningún tipo de garantía implícita. En particular, no hay garantía de cualquier tipo con respecto a la idoneidad de esta información para cualquier propósito en particular.

\*\*\*\*\*

Estás utilizando el solucionador cplexamp.

%% COMENTARIOS %%

%%%

Comprobando ampl.mod para cplex\_options ...  
Comprobando ampl.com para cplex\_options ...  
Ejecutando AMPL.  
Procesando datos.  
procesamiento de comandos.  
Ejecutando en prod-exec-2.neos-server.org

Presolve elimina 692 restricciones y 1950 variables.

Problema ajustado:

6240 variables:

777 variables binarias

42 variables enteras

5421 variables lineales

Restricciones de 1851, todas lineales; 14461 nonzeros

144 restricciones de igualdad

1707 restricciones de desigualdad

1 objetivo lineal; 4599 nonzeros.

CPLEX 12.10.0.0: subprocessos = 4

CPLEX 12.10.0.0: solución óptima de enteros dentro de mipgap o absmipgap;  
objetivo 7750648873

6705 iteraciones MIP simplex

393 nodos ramificados y enlazados

absmipgap = 692286, relmipgap = 8.93197e-05

\_nvars = 8190.0

\_ncons = 2543.0

\_solve\_elapsed\_time = 0.5

```
solve_result_num = 3.0
solve_result = resuelto
```

```
COSTOS = 7750648873.1
```

**V: = No. de vehículos a contratar para transportar materia prima tipo m en el mes t**

```
1 1 2,0
1 2 8,0
2 1 1033,0
2 2 627,0
2 3 210,0
3 1 633,0
3 2 186,0
3 3 7,0
4 1 560,0
4 2 124,0
4 3 59,0
5 1 600,0
5 2 242,0
6 1 296,0
6 2 342,0
6 3 20,0
7 1 31,0
7 2 14,0
;
```

**Y [\* , 1, \*, 1] (tr) Si utilizo el silo s para MP m de locación i en sem t**

```
: 2 3 5 6: =
1 0,0 0,0 1,0 0,0
2 0,0 0,0 0,0 1,0
3 0,0 1,0 0,0 0,0
4 1,0 0,0 0,0 0,0
5 0,0 1,0 0,0 0,0
6 0,0 1,0 0,0 0,0
7 0,0 1,0 0,0 0,0
8 1,0 0,0 0,0 0,0
9 1,0 0,0 0,0 0,0
10 0,0 0,0 1,0 0,0
11 0,0 0,0 1,0 0,0
12 0,0 1,0 0,0 0,0
13 1,0 0,0 0,0 0,0
```

```
[* , 1, *, 2] (tr)
: 2 3 4 5 6: =
1 0,0 1,0 0,0 0,0 0,0
2 0,0 0,0 1,0 0,0 0,0
3 1,0 0,0 0,0 0,0 0,0
4 0,0 0,0 1,0 0,0 0,0
5 0,0 1,0 0,0 0,0 0,0
6 0,0 0,0 0,0 0,0 1,0
7 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0
8 1,0 0,0 0,0 0,0 0,0
9 1,0 0,0 0,0 0,0 0,0
10 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0
11 1,0 0,0 0,0 0,0 0,0
```

12 1,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 13 0,0 1,0 0,0 0,0 0,0

[\*, 1, \*, 3] (tr)  
 [\*, 2, \*, 1] (tr)  
 : 3 4 5 6 7: =  
 1 0,0 0,0 0,0 0,0 1,0  
 2 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0  
 3 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0  
 4 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0  
 5 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0  
 6 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0  
 7 1,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 8 0,0 1,0 0,0 0,0 0,0  
 9 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0  
 10 0,0 0,0 1,0 0,0 0,0  
 11 1,0 0,0 0,0 0,0 0,0

[\*, 2, \*, 2] (tr)  
 : 1 3 4 5 6 7: =  
 1 0,0 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0  
 2 0,0 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0  
 3 0,0 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0  
 4 0,0 1,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 5 0,0 1,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 6 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 1,0  
 7 1,0 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0  
 8 0,0 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0  
 9 0,0 0,0 1,0 0,0 0,0 0,0  
 10 0,0 0,0 0,0 1,0 0,0 0,0  
 11 0,0 1,0 0,0 0,0 0,0 0,0

[\*, 2, \*, 3] (tr)  
 [\*, 3, \*, 1] (tr)  
 : 2 3 4 5: =  
 1 1,0 0,0 0,0 0,0  
 2 0,0 1,0 0,0 0,0  
 3 0,0 1,0 0,0 0,0  
 4 0,0 0,0 1,0 0,0  
 5 1,0 0,0 0,0 0,0  
 6 1,0 0,0 0,0 0,0  
 7 0,0 0,0 0,0 1,0

[\*, 3, \*, 2] (tr)  
 : 2 3 5 6: =  
 1 1,0 0,0 0,0 0,0  
 2 0,0 1,0 0,0 0,0  
 3 1,0 0,0 0,0 0,0  
 4 0,0 1,0 0,0 0,0  
 5 1,0 0,0 0,0 0,0  
 6 0,0 0,0 0,0 1,0  
 7 0,0 0,0 1,0 0,0

[\*, 3, \*, 3] (tr)  
 [\*, 4, \*, 1] (tr)  
 : 2 4 5 6: =

```

1 0,0 1,0 0,0 0,0
2 0,0 0,0 1,0 0,0
3 0,0 0,0 0,0 1,0
4 0,0 1,0 0,0 0,0
5 0,0 0,0 1,0 0,0
6 1,0 0,0 0,0 0,0

```

```

[* , 4 , * , 2] (tr)
: 2 4 5 6: =
1 0,0 0,0 0,0 1,0
2 0,0 1,0 0,0 0,0
3 0,0 1,0 0,0 0,0
4 1,0 0,0 0,0 0,0
6 0,0 0,0 1,0 0,0

```

```

[* , 4 , * , 3] (tr)
: 2 6: =
1 1,0 0,0
4 0,0 1,0
;

```

**: XC: = Cantidad de materia prima m que va de los silos de Buenaventura a los camiones en el mes t**

```

1 1 65,1 0,0
1 2 249,9 249,9
2 1 35105,3 0,0
2 2 28427,7 21312,5
2 3. 7115.2
3 1 21519,0 0,0
3 2 6538,0 6308,0
3 3. 230,0
4 1 19025,0 0,0
4 2 6184.0 4184.0
4 3. 2000,0
5 1 20382,0 0,0
5 2 8208,0 8208,0
6 1 10061,4 0,0
6 2 12261,6 11595,9
6 3. 665,7
7 1 1050,0 0,0
7 2 450,0 450,0
;

```

**W [\* , 1 , \* , 1] (tr): Toneladas de materia prima m enviadas a locación i a silo s en mes t**

```

: 2 3 4 5 6: =
8 0,0 0,0 2626,0 8888,0 1611,4
10 17881,1 0,0 0,0 0,0 0,0
11 0,0 10790,0 0,0 0,0 0,0

```

```

[* , 1 , * , 2] (tr)
: 2 3 4 5 6: =
1 0,0 90,0 0,0 0,0 0,0
2 10597,2 0,0 0,0 0,0 0,0
4 0,0 0,0 0,0 3200,0 0,0

```

6 0,0 0,0 0,0 0,0 0,0 3232,9  
 7 0,0 0,0 2830,0 0,0 0,0

[\*, 1, \*, 3] (tr)

[\*, 2, \*, 1] (tr)

: 1 3 4 5 6: =

1 0,0 4909,0 0,0 0,0 0,0  
 2 65,1 0,0 0,0 0,0 0,0  
 8 0,0 0,0 5600,0 0,0 0,0  
 12 0,0 0,0 0,0 2600,0 0,0  
 13 0,0 0,0 0,0 0,0 5450,0

: 7: =

8 1050,0

[\*, 2, \*, 2] (tr)

: 1 3 4 5 6: =

2 0,0 0,0 0,0 1008,0 1697,4  
 5 0,0 0,0 554,0 0,0 0,0  
 6 249,9 0,0 0,0 0,0 0,0  
 7 0,0 3588,0 0,0 0,0 0,0

: 7: =

6 450,0

[\*, 2, \*, 3] (tr)

[\*, 3, \*, 1] (tr)

: 2 3 4 5: =

1 0,0 0,0 0,0 2394,0  
 4 12224,2 0,0 0,0 0,0  
 6 0,0 5820,0 0,0 0,0  
 10 0,0 0,0 3549,0 0,0

[\*, 3, \*, 2] (tr)

: 2 3 4 5 6: =

1 0,0 0,0 800,0 0,0 6665,7  
 4 10715,2 0,0 0,0 0,0 0,0  
 11 0,0 2630,0 0,0 0,0 0,0  
 13 0,0 0,0 0,0 4000,0 0,0

[\*, 3, \*, 3] (tr)

: 2 3 4 6: =

1 0,0 230,0 2000,0 665,7  
 11 7115,2 0,0 0,0 0,0

[\*, 4, \*, 1] (tr)

: 2 4 5 6: =

3 0,0 7250,0 0,0 0,0  
 6 0,0 0,0 6500,0 0,0  
 10 5000,0 0,0 0,0 0,0  
 13 0,0 0,0 0,0 3000,0

[\*, 4, \*, 2] (tr)

[\*, 4, \*, 3] (tr);



**Z: = Tonelada de materia prima m enviadas de Locación i a locación k a silo en mes t**

```
2 4 1 1 2 4098,3
2 4 1 3 3 901,5
4 4 1 3 2 910,0
4 4 1 10 3260,0
5 4 1 1 2260,0
5 4 1 5 3240,0
6 4 1 10 3 12,9
6 4 2 1 2 1684,8
6 4 2 7 3 332,1
;
```

**B: = Cantidad de silos necesarios para almacenar materia prima m en mes t**

```
1 1 1.0
2 1 6,0
2 2 2,0
3 1 2,0
3 2 1.0
4 1 2,0
4 2 1.0
5 1 2,0
6 1 3,0
6 2 1.0
7 1 1.0
;
```

Yo [\*, 1, \*, 0] (tr)

```
: 2 3 4 5: =
1 0,0 0,0 0,0 3262,0
5 4426,0 0,0 0,0 0,0
6 0,0 1768,0 374,0 0,0
```

[\*, 1, \*, 1] (tr)

```
: 2 3 5 6: =
1 0,0 0,0 420,0 0,0
2 0,0 0,0 0,0 420,0
3 0,0 1232,0 0,0 0,0
4 1320,0 0,0 0,0 0,0
5 0,0 1500,0 0,0 0,0
6 0,0 1820,0 0,0 0,0
7 0,0 1820,0 0,0 0,0
8 2500,0 0,0 0,0 0,0
9 2500,0 0,0 0,0 0,0
10 0,0 0,0 2500,0 0,0
11 0,0 0,0 2500,0 0,0
12 0,0 2650,0 0,0 0,0
13 2650,0 0,0 0,0 0,0
```

[\*, 1, \*, 2] (tr)

```
: 2 3 4 5 6: =
1 0,0 420,0 0,0 0,0 0,0
2 0,0 0,0 420,0 0,0 0,0
3 1232,0 0,0 0,0 0,0 0,0
4 0,0 0,0 1320,0 0,0 0,0
```

```

5 0,0 1500,0 0,0 0,0 0,0
6 0,0 0,0 0,0 0,0 1820,0
7 0,0 0,0 0,0 1820,0 0,0
8 2500,0 0,0 0,0 0,0 0,0
9 2500,0 0,0 0,0 0,0 0,0
10 0,0 0,0 0,0 2500,0 0,0
11 2500,0 0,0 0,0 0,0 0,0
12 2650,0 0,0 0,0 0,0 0,0
13 0,0 2636,0 0,0 0,0 0,0

```

```

[* , 1, * , 3] (tr)
[* , 2, * , 0] (tr)
: 1 3 7: =
1135,0 0,0 0,0
2 0,0 0,0 500,0
8 0,0 1709,0 0,0

```

```

[* , 2, * , 1] (tr)
: 3 4 5 6 7: =
1 0,0 0,0 0,0 0,0 550,0
2 0,0 0,0 0,0 550,0 0,0
3 0,0 0,0 0,0 550,0 0,0
4 0,0 0,0 0,0 550,0 0,0
5 0,0 0,0 0,0 600,0 0,0
6 0,0 0,0 0,0 600,0 0,0
7 600,0 0,0 0,0 0,0 0,0
8 0,0 2600,0 0,0 0,0 0,0
9 0,0 0,0 0,0 2600,0 0,0
10 0,0 0,0 2600,0 0,0 0,0
11 2600,0 0,0 0,0 0,0 0,0

```

```

[* , 2, * , 2] (tr)
: 1 3 4 5 6: =
1 0,0 0,0 0,0 0,0 550,0
2 0,0 0,0 0,0 0,0 550,0
3 0,0 0,0 0,0 0,0 550,0
4 0,0 194,0 0,0 0,0 0,0
5 0,0 600,0 0,0 0,0 0,0
7 124,9 0,0 0,0 0,0 0,0
8 0,0 0,0 0,0 0,0 2600,0
9 0,0 0,0 1577,0 0,0 0,0
10 0,0 0,0 0,0 1804,0 0,0
11 0,0 2600,0 0,0 0,0 0,0

```

```

: 7: =
6 500,0

```

```

[* , 2, * , 3] (tr)
[* , 3, * , 0] (tr)
: 2 4 5: =
1 0,0 0,0 1606,0
3 2533,0 651,0 0,0

```

```

[* , 3, * , 1] (tr)
: 2 3 4 5: =
1 1200,0 0,0 0,0 0,0

```

```
2 0,0 1200,0 0,0 0,0
3 0,0 1200,0 0,0 0,0
4 0,0 0,0 1200,0 0,0
5 3000,0 0,0 0,0 0,0
6 3000,0 0,0 0,0 0,0
7 0,0 0,0 0,0 4000,0
```

```
[*, 3, *, 2] (tr)
: 2 3 5 6: =
1 1200,0 0,0 0,0 0,0
2 0,0 1200,0 0,0 0,0
3 1200,0 0,0 0,0 0,0
4 0,0 1200,0 0,0 0,0
5 3000,0 0,0 0,0 0,0
6 0,0 0,0 0,0 3000,0
7 0,0 0,0 4000,0 0,0
```

```
[*, 3, *, 3] (tr)
[*, 4, *, 0] (tr)
: 5: =
1 3000,0
```

```
[*, 4, *, 1] (tr)
: 2 4 5 6: =
1 0,0 1500,0 0,0 0,0
2 0,0 0,0 1500,0 0,0
3 0,0 0,0 0,0 3000,0
4 0,0 3000,0 0,0 0,0
5 0,0 0,0 5000,0 0,0
6 5000,0 0,0 0,0 0,0
```

```
[*, 4, *, 2] (tr)
: 2 4 5 6: =
1 0,0 0,0 0,0 1315,2
2 0,0 1500,0 0,0 0,0
3 0,0 425,0 0,0 0,0
4 901,7 0,0 0,0 0,0
6 0,0 0,0 3240,0 0,0
```

```
[*, 4, *, 3] (tr)
: 2 6: =
1 0,2 0,0
4 0,0 0,2
;
```

**D: = Cantidad de materia prima disponible en Buenaventura en mes t**

```
1 1249,9
2 1 28427,7
2 2 7115.2
3 1 6538,0
3 2230,0
4 1 6184.0
4 2 2000,0
5 1 8208,0
6 1 12261.6
```

6 2665,7  
 7 1450,0  
 ;

F: = Toneladas faltantes de MP m en planta i en el mes t

1 2 3 0,1  
 ;

costo reducido de la variable X  
 X.rc: =  
 ;

costo reducido de la variable V  
 V.rc: =  
 ;

costo reducido de la variable Y  
 Y.rc [\* , 1, \*, 1] (tr)

: 2 3 4: =  
 1 -9828000.0 -9828000.0 -9828000.0  
 2 -9828000.0 -9828000.0 -9828000.0  
 3 -28828800.0 -28828800.0 -28828800.0  
 4 -30888000.0 -30888000.0 -30888000.0  
 5 -35100000.0 -35100000.0 -35100000.0  
 6 -42588000.0 -42588000.0 -42588000.0  
 7 -42588000.0 -42588000.0 -42588000.0  
 8 -58500000.0 -58500000.0 -58500000.0  
 9 -58500000.0 -58500000.0 -58500000.0  
 10 -58500000.0 -58500000.0 -58500000.0  
 11 -58500000.0 -58500000.0 -58500000.0  
 12 -62010000.0 -62010000.0 -62010000.0  
 13 -62010000.0 -62010000.0 -62010000.0

: 5 6: =  
 1 -9828000.0 -9828000.0  
 2 -9828000.0 -9828000.0  
 3 -28828800.0 -28828800.0  
 4 -30888000.0 -30888000.0  
 5 -35100000.0 -35100000.0  
 6 -42588000.0 -42588000.0  
 7 -42588000.0 -42588000.0  
 8 -58500000.0 -58500000.0  
 9 -58500000.0 -58500000.0  
 10 -58500000.0 -58500000.0  
 11 -58500000.0 -58500000.0  
 12 -62010000.0 -62010000.0  
 13 -62010000.0 -62010000.0

[\* , 1, \*, 2] (tr)  
 : 2 4 5: =  
 1 -840000.0 -840000.0 -840000.0  
 2 -840000.0 -840000.0 -840000.0  
 3 -2464000.0 -2464000.0 -2464000.0  
 4 -2640000.0 -2640000.0 -2640000.0  
 5 -3000000.0 -3000000.0 -3000000.0  
 6 -3640000.0 -3640000.0 -3640000.0

```

7 -3640000.0 -3640000.0 -3640000.0
8 -5000000.0 -5000000.0 -5000000.0
9 -5000000.0 -5000000.0 -5000000.0
10 -5000000.0 -5000000.0 -5000000.0
11 -5000000.0 -5000000.0 -5000000.0
12 -5300000.0 -5300000.0 -5300000.0
13 -5300000.0 -5300000.0 -5300000.0

```

```

: 6: =
1 -840000,0
2 -840000.0
3 -2464000.0
4 -2640000.0
5 -3000000.0
6 -3640000.0
7 -3640000.0
8 -5000000,0
9 -5000000.0
10 -5000000.0
11 -5000000,0
12 -5300000.0
13 -5300000.0

```

```

[* , 1, *, 3] (tr)
[* , 2, *, 1] (tr)
: 1 2 3: =
1 -12870000.0 -6820000.0 -12870000.0
2 -12870000.0 -6820000.0 -12870000.0
3 -12870000.0 -6820000.0 -12870000.0
4 -12870000.0 -6820000.0 -12870000.0
5 -14040000.0 -7440000.0 -14040000.0
6 -14040000.0 -7440000.0 -14040000.0
7 -14040000.0 -7440000.0 -14040000.0
8 -60840000.0 -32240000.0 -60840000.0
9 -60840000.0 -32240000.0 -60840000.0
10 -60840000.0 -32240000.0 -60840000.0
11 -60840000.0 -32240000.0 -60840000.0

```

```

: 4 5 6: =
1 -12870000.0 -12870000.0 -12870000.0
2 -12870000.0 -12870000.0 -12870000.0
3 -12870000.0 -12870000.0 -12870000.0
4 -12870000.0 -12870000.0 -12870000.0
5 -14040000.0 -14040000.0 -14040000.0
6 -14040000.0 -14040000.0 -14040000.0
7 -14040000.0 -14040000.0 -14040000.0
8 -60840000.0 -60840000.0 -60840000.0
9 -60840000.0 -60840000.0 -60840000.0
10 -60840000.0 -60840000.0 -60840000.0
11 -60840000.0 -60840000.0 -60840000.0

```

```

: 7: =
1 -12870000.0
2 -12870000.0
3 -12870000.0
4 -12870000.0

```

5 -14040000.0  
 6 -14040000.0  
 7 -14040000.0  
 8 -60840000.0  
 9 -60840000.0  
 10 -60840000.0  
 11 -60840000.0

[\*, 2, \*, 2] (tr)

: 6: =  
 1 -1100000,0  
 2 -1100000.0  
 3-1100000.0  
 4 -1100000.0  
 5 -1200000.0  
 6 -1200000.0  
 7 -1200000.0  
 8 -5200000.0  
 9 -5200000.0  
 10 -5200000.0  
 11 -5200000.0

[\*, 2, \*, 3] (tr)

[\*, 3, \*, 1] (tr)

: 2 3 4: =  
 1-28080000.0 -28080000.0 -28080000.0  
 2 -28080000.0 -28080000.0 -28080000.0  
 3 -28080000.0 -28080000.0 -28080000.0  
 4 -28080000.0 -28080000.0 -28080000.0  
 5 -70200000.0 -70200000.0 -70200000.0  
 6 -70200000.0 -70200000.0 -70200000.0  
 7 -93600000.0 -93600000.0 -93600000.0

: 5 6: =

1 -28080000.0 -28080000.0  
 2 -28080000.0 -28080000.0  
 3 -28080000.0 -28080000.0  
 4 -28080000.0 -28080000.0  
 5 -70200000.0 -70200000.0  
 6 -70200000.0 -70200000.0  
 7 -93600000.0 -93600000.0

[\*, 3, \*, 2] (tr)

: 2 3 4: =  
 1-28080000.0 -28080000.0 -28080000.0  
 2 -28080000.0 -28080000.0 -28080000.0  
 3 -28080000.0 -28080000.0 -28080000.0  
 4 -28080000.0 -28080000.0 -28080000.0  
 5 -70200000.0 -70200000.0 -70200000.0  
 6 -70200000.0 -70200000.0 -70200000.0  
 7 -93600000.0 -93600000.0 -93600000.0

: 6: =

1 -28080000.0  
 2 -28080000.0  
 3 -28080000.0

4 -28080000.0  
 5 -70200000.0  
 6 -70200000.0  
 7 -93600000.0

[\*, 3, \*, 3] (tr)

[\*, 4, \*, 1] (tr)

: 1 2 3: =

1 -9600000.0 -9600000.0 -9600000.0  
 2 -9600000.0 -9600000.0 -9600000.0  
 3 -19200000.0 -19200000.0 -19200000.0  
 4 -19200000.0 -19200000.0 -19200000.0  
 5 -32000000.0 -32000000.0 -32000000.0  
 6 -32000000.0 -32000000.0 -32000000.0

: 4 5 6: =

1 -9600000.0 -9600000.0 -9600000.0  
 2 -9600000.0 -9600000.0 -9600000.0  
 3 -19200000.0 -19200000.0 -19200000.0  
 4 -19200000.0 -19200000.0 -19200000.0  
 5 -32000000.0 -32000000.0 -32000000.0  
 6 -32000000.0 -32000000.0 -32000000.0

: 7: =

1 -9600000.0  
 2 -9600000.0  
 3 -19200000.0  
 4 -19200000.0  
 5 -32000000.0  
 6 -32000000.0

[\*, 4, \*, 2] (tr)

[\*, 4, \*, 3] (tr);

costo reducido de la variable Z

Z.rc [\*, 1,1, \*, 1] (tr)

[\*, 1,1, \*, 2] (tr)

[\*, 1,1, \*, 3] (tr)

[\*, 1,2, \*, 1] (tr)

: 1 2 3: =

1 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 2 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 3 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 4 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 5 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 6 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 7 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 8 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 9 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 10 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 11 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 12 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 13 8259000.0 10000000.0 10000000.0

: 4 5 6: =

1 10000000,0 10000000,0 10000000,0

```

2 10000000,0 10000000,0 10000000,0
3 10000000,0 10000000,0 10000000,0
4 10000000,0 10000000,0 10000000,0
5 10000000,0 10000000,0 10000000,0
6 10000000,0 10000000,0 10000000,0
7 10000000,0 10000000,0 10000000,0
8 10000000,0 10000000,0 10000000,0
9 10000000,0 10000000,0 10000000,0
10 10000000,0 10000000,0 10000000,0
11 10000000,0 10000000,0 10000000,0
12 10000000,0 10000000,0 10000000,0
13 10000000,0 10000000,0 10000000,0

```

```

: 7: =
1 9999000.0
2 9999000.0
3 9999000.0
4 9999000.0
5 9999000.0
6 9999000.0
7 9999000.0
8 9999000.0
9 9999000.0
10 9999000.0
11 9999000.0
12 9999000.0
13 9999000.0

```

```

[* , 1,2, *, 2] (tr)
: 1 2 3: =
1 8235600.0 10011000.0 10000000.0
2 8235600.0 10011000.0 10000000.0
3 8235600.0 10011000.0 10000000.0
4 8235600.0 10011000.0 10000000.0
5 8235600.0 10011000.0 10000000.0
6 8235600.0 10011000.0 10000000.0
7 8235600.0 10011000.0 10000000.0
8 8235600.0 10011000.0 10000000.0
9 8235600.0 10011000.0 10000000.0
10 8235600.0 10011000.0 10000000.0
11 8235600.0 10011000.0 10000000.0
12 8235600.0 10011000.0 10000000.0
13 8235600.0 10011000.0 10000000.0

```

```

: 4 5 6: =
1 10000000,0 10000000,0 10000000,0
2 10000000,0 10000000,0 10000000,0
3 10000000,0 10000000,0 10000000,0
4 10000000,0 10000000,0 10000000,0
5 10000000,0 10000000,0 10000000,0
6 10000000,0 10000000,0 10000000,0
7 10000000,0 10000000,0 10000000,0
8 10000000,0 10000000,0 10000000,0
9 10000000,0 10000000,0 10000000,0
10 10000000,0 10000000,0 10000000,0
11 10000000,0 10000000,0 10000000,0

```



12 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 13 10000000,0 10000000,0 10000000,0

: 7: =  
 1 9975600.0  
 2 9975600.0  
 3 9975600.0  
 4 9975600.0  
 5 9975600.0  
 6 9975600.0  
 7 9975600.0  
 8 9975600.0  
 9 9975600.0  
 10 9975600.0  
 11 9975600.0  
 12 9975600.0  
 13 9975600.0

[\*, 1,2, \*, 3] (tr)

: 1 2 3: =  
 1 8235600.0 10013000.0 10000000.0  
 2 8235600.0 10013000.0 10000000.0  
 3 8235600.0 10013000.0 10000000.0  
 4 8235600.0 10013000.0 10000000.0  
 5 8235600.0 10013000.0 10000000.0  
 6 8235600.0 10013000.0 10000000.0  
 7 8235600.0 10013000.0 10000000.0  
 8 8235600.0 10013000.0 10000000.0  
 9 8235600.0 10013000.0 10000000.0  
 10 8235600.0 10013000.0 10000000.0  
 11 8235600.0 10013000.0 10000000.0  
 12 8235600.0 10013000.0 10000000.0  
 13 8235600.0 10013000.0 10000000.0

: 4 5 6: =  
 1 10002000.0 10002000.0 10000000.0  
 2 10002000.0 10002000.0 10000000.0  
 3 10002000.0 10002000.0 10000000.0  
 4 10002000.0 10002000.0 10000000.0  
 5 10002000.0 10002000.0 10000000.0  
 6 10002000.0 10002000.0 10000000.0  
 7 10002000.0 10002000.0 10000000.0  
 8 10002000.0 10002000.0 10000000.0  
 9 10002000.0 10002000.0 10000000.0  
 10 10002000.0 10002000.0 10000000.0  
 11 10002000.0 10002000.0 10000000.0  
 12 10002000.0 10002000.0 10000000.0  
 13 10002000.0 10002000.0 10000000.0

: 7: =  
 1 9975600.0  
 2 9975600.0  
 3 9975600.0  
 4 9975600.0  
 5 9975600.0  
 6 9975600.0

7 9975600.0  
 8 9975600.0  
 9 9975600.0  
 10 9975600.0  
 11 9975600.0  
 12 9975600.0  
 13 9975600.0

[\*, 1,3, \*, 1] (tr)

: 1 2 3: =  
 1 10000000.0 10001000.0 10001000.0  
 2 10000000.0 10001000.0 10001000.0  
 3 10000000.0 10001000.0 10001000.0  
 4 10000000,0 10001000,0 10001000,0  
 5 10000000.0 10001000.0 10001000.0  
 6 10000000.0 10001000.0 10001000.0  
 7 10000000.0 10001000.0 10001000.0  
 8 10000000.0 10001000.0 10001000.0  
 9 10000000.0 10001000.0 10001000.0  
 10 10000000,0 10001000,0 10001000,0  
 11 10000000,0 10001000,0 10001000,0  
 12 10000000,0 10001000,0 10001000,0  
 13 10000000.0 10001000.0 10001000.0

: 4 5 6: =  
 1 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 2 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 3 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 4 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 5 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 6 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 7 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 8 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 9 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 10 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 11 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 12 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 13 10001000.0 10001000.0 10001000.0

: 7: =  
 1 10000000,0  
 2 10000000,0  
 3 10000000,0  
 4 10000000,0  
 5 10000000,0  
 6 10000000,0  
 7 10000000,0  
 8 10000000,0  
 9 10000000,0  
 10 10000000,0  
 11 10000000,0  
 12 10000000,0  
 13 10000000,0

[\*, 1,3, \*, 2] (tr)

: 1 2 3: =

```

1 10000000.0 10001000.0 10001000.0
2 10000000.0 10001000.0 10001000.0
3 10000000.0 10001000.0 10001000.0
4 10000000,0 10001000,0 10001000,0
5 10000000.0 10001000.0 10001000.0
6 10000000.0 10001000.0 10001000.0
7 10000000.0 10001000.0 10001000.0
8 10000000.0 10001000.0 10001000.0
9 10000000.0 10001000.0 10001000.0
10 10000000,0 10001000,0 10001000,0
11 10000000,0 10001000,0 10001000,0
12 10000000,0 10001000,0 10001000,0
13 10000000.0 10001000.0 10001000.0

```

: 4 5 6: =

```

1 10001000.0 10001000.0 10001000.0
2 10001000.0 10001000.0 10001000.0
3 10001000.0 10001000.0 10001000.0
4 10001000.0 10001000.0 10001000.0
5 10001000.0 10001000.0 10001000.0
6 10001000.0 10001000.0 10001000.0
7 10001000.0 10001000.0 10001000.0
8 10001000.0 10001000.0 10001000.0
9 10001000.0 10001000.0 10001000.0
10 10001000.0 10001000.0 10001000.0
11 10001000.0 10001000.0 10001000.0
12 10001000.0 10001000.0 10001000.0
13 10001000.0 10001000.0 10001000.0

```

: 7: =

```

1 10000000,0
2 10000000,0
3 10000000,0
4 10000000,0
5 10000000,0
6 10000000,0
7 10000000,0
8 10000000,0
9 10000000,0
10 10000000,0
11 10000000,0
12 10000000,0
13 10000000,0

```

[\*, 1,3, \*, 3] (tr)

: 1 2 3: =

```

1 10000000.0 9979600.0 9977600.0
2 10000000.0 9979600.0 9977600.0
3 10000000.0 9979600.0 9977600.0
4 10000000.0 9979600.0 9977600.0
5 10000000.0 9979600.0 9977600.0
6 10000000.0 9979600.0 9977600.0
7 10000000.0 9979600.0 9977600.0
8 10000000.0 9979600.0 9977600.0
9 10000000.0 9979600.0 9977600.0
10 10000000.0 9979600.0 9977600.0

```

11 10000000.0 9979600.0 9977600.0  
 12 10000000.0 9979600.0 9977600.0  
 13 10000000.0 9979600.0 9977600.0

: 4 5 6: =

1 9979600.0 10003000.0 9979600.0  
 2 9979600.0 10003000.0 9979600.0  
 3 9979600.0 10003000.0 9979600.0  
 4 9979600.0 10003000.0 9979600.0  
 5 9979600.0 10003000.0 9979600.0  
 6 9979600.0 10003000.0 9979600.0  
 7 9979600.0 10003000.0 9979600.0  
 8 9979600.0 10003000.0 9979600.0  
 9 9979600.0 10003000.0 9979600.0  
 10 9979600.0 10003000.0 9979600.0  
 11 9979600.0 10003000.0 9979600.0  
 12 9979600.0 10003000.0 9979600.0  
 13 9979600.0 10003000.0 9979600.0

: 7: =

1 10000000,0  
 2 10000000,0  
 3 10000000,0  
 4 10000000,0  
 5 10000000,0  
 6 10000000,0  
 7 10000000,0  
 8 10000000,0  
 9 10000000,0  
 10 10000000,0  
 11 10000000,0  
 12 10000000,0  
 13 10000000,0

[\*, 1,4, \*, 1] (tr)

: 1 2 3: =

1 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 2 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 3 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 4 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 5 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 6 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 7 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 8 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 9 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 10 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 11 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 12 8259000.0 10000000.0 10000000.0  
 13 8259000.0 10000000.0 10000000.0

: 4 5 6: =

1 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 2 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 3 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 4 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 5 10000000,0 10000000,0 10000000,0

6 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
7 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
8 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
9 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
10 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
11 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
12 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
13 10000000,0 10000000,0 10000000,0

: 7: =  
1 9999000.0  
2 9999000.0  
3 9999000.0  
4 9999000.0  
5 9999000.0  
6 9999000.0  
7 9999000.0  
8 9999000.0  
9 9999000.0  
10 9999000.0  
11 9999000.0  
12 9999000.0  
13 9999000.0

[\*, 1,4, \*, 2] (tr)  
: 1 2 3: =  
1 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
2 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
3 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
4 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
5 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
6 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
7 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
8 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
9 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
10 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
11 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
12 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
13 8250600.0 10015000.0 10015000.0

: 4 5 6: =  
1 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
2 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
3 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
4 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
5 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
6 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
7 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
8 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
9 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
10 10015000,0 10015000,0 10015000,0  
11 10015000,0 10015000,0 10015000,0  
12 10015000,0 10015000,0 10015000,0  
13 10015000.0 10015000.0 10015000.0

: 7: =

1 9990600.0  
2 9990600.0  
3 9990600.0  
4 9990600.0  
5 9990600.0  
6 9990600.0  
7 9990600.0  
8 9990600.0  
9 9990600.0  
10 9990600.0  
11 9990600.0  
12 9990600.0  
13 9990600.0

[\*, 1,4, \*, 3] (tr)

: 1 2 3: =

1 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
2 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
3 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
4 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
5 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
6 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
7 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
8 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
9 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
10 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
11 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
12 8250600.0 10015000.0 10015000.0  
13 8250600.0 10015000.0 10015000.0

: 4 5 6: =

1 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
2 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
3 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
4 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
5 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
6 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
7 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
8 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
9 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
10 10015000,0 10015000,0 10015000,0  
11 10015000,0 10015000,0 10015000,0  
12 10015000,0 10015000,0 10015000,0  
13 10015000.0 10015000.0 10015000.0

: 7: =

1 9990600.0  
2 9990600.0  
3 9990600.0  
4 9990600.0  
5 9990600.0  
6 9990600.0  
7 9990600.0  
8 9990600.0  
9 9990600.0  
10 9990600.0

11 9990600.0  
12 9990600.0  
13 9990600.0

[\*, 2,1, \*, 1] (tr)

: 1 2 3: =  
1 11741000.0 10000000.0 10000000.0  
2 11741000.0 10000000.0 10000000.0  
3 11741000.0 10000000.0 10000000.0  
4 11741000.0 10000000.0 10000000.0  
5 11741000.0 10000000.0 10000000.0  
6 11741000.0 10000000.0 10000000.0  
7 11741000.0 10000000.0 10000000.0  
8 11741000.0 10000000.0 10000000.0  
9 11741000.0 10000000.0 10000000.0  
10 11741000.0 10000000.0 10000000.0  
11 11741000.0 10000000.0 10000000.0  
12 11741000.0 10000000.0 10000000.0  
13 11741000.0 10000000.0 10000000.0

: 4 5 6: =  
1 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
2 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
3 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
4 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
5 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
6 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
7 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
8 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
9 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
10 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
11 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
12 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
13 10000000,0 10000000,0 10000000,0

: 7: =  
1 10001000.0  
2 10001000.0  
3 10001000.0  
4 10001000.0  
5 10001000.0  
6 10001000.0  
7 10001000.0  
8 10001000.0  
9 10001000.0  
10 10001000.0  
11 10001000.0  
12 10001000.0  
13 10001000.0

[\*, 2,1, \*, 2] (tr)

: 1 2 3: =  
1 11764400.0 9989000.0 10000000.0  
2 11764400.0 9989000.0 10000000.0  
3 11764400.0 9989000.0 10000000.0  
4 11764400.0 9989000.0 10000000.0

5 11764400.0 9989000.0 10000000.0  
 6 11764400.0 9989000.0 10000000.0  
 7 11764400.0 9989000.0 10000000.0  
 8 11764400.0 9989000.0 10000000.0  
 9 11764400.0 9989000.0 10000000.0  
 10 11764400.0 9989000.0 10000000.0  
 11 11764400.0 9989000.0 10000000.0  
 12 11764400.0 9989000.0 10000000.0  
 13 11764400.0 9989000.0 10000000.0

: 4 5 6: =

1 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 2 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 3 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 4 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 5 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 6 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 7 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 8 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 9 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 10 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 11 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 12 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 13 10000000,0 10000000,0 10000000,0

: 7: =

1 10024400.0  
 2 10024400.0  
 3 10024400.0  
 4 10024400.0  
 5 10024400.0  
 6 10024400.0  
 7 10024400.0  
 8 10024400.0  
 9 10024400.0  
 10 10024400.0  
 11 10024400.0  
 12 10024400.0  
 13 10024400.0

[\*, 2,1, \*, 3] (tr)

: 1 2 3: =

1 11764400.0 9987000.0 10000000.0  
 2 11764400.0 9987000.0 10000000.0  
 3 11764400.0 9987000.0 10000000.0  
 4 11764400.0 9987000.0 10000000.0  
 5 11764400.0 9987000.0 10000000.0  
 6 11764400.0 9987000.0 10000000.0  
 7 11764400.0 9987000.0 10000000.0  
 8 11764400.0 9987000.0 10000000.0  
 9 11764400.0 9987000.0 10000000.0  
 10 11764400.0 9987000.0 10000000.0  
 11 11764400.0 9987000.0 10000000.0  
 12 11764400.0 9987000.0 10000000.0  
 13 11764400.0 9987000.0 10000000.0



: 4 5 6: =  
1 9998000.0 9998000.0 10000000.0  
2 9998000.0 9998000.0 10000000.0  
3 9998000.0 9998000.0 10000000.0  
4 9998000.0 9998000.0 10000000.0  
5 9998000.0 9998000.0 10000000.0  
6 9998000.0 9998000.0 10000000.0  
7 9998000.0 9998000.0 10000000.0  
8 9998000.0 9998000.0 10000000.0  
9 9998000.0 9998000.0 10000000.0  
10 9998000.0 9998000.0 10000000.0  
11 9998000.0 9998000.0 10000000.0  
12 9998000.0 9998000.0 10000000.0  
13 9998000.0 9998000.0 10000000.0

: 7: =  
1 10024400.0  
2 10024400.0  
3 10024400.0  
4 10024400.0  
5 10024400.0  
6 10024400.0  
7 10024400.0  
8 10024400.0  
9 10024400.0  
10 10024400.0  
11 10024400.0  
12 10024400.0  
13 10024400.0

[\*, 2,2, \*, 1] (tr)  
[\*, 2,2, \*, 2] (tr)  
[\*, 2,2, \*, 3] (tr)  
[\*, 2,3, \*, 1] (tr)

: 1 2 3: =  
1 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
2 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
3 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
4 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
5 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
6 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
7 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
8 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
9 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
10 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
11 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
12 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
13 11741000.0 10001000.0 10001000.0

: 4 5 6: =  
1 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
2 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
3 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
4 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
5 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
6 10001000.0 10001000.0 10001000.0

```
7 10001000.0 10001000.0 10001000.0
8 10001000.0 10001000.0 10001000.0
9 10001000.0 10001000.0 10001000.0
10 10001000.0 10001000.0 10001000.0
11 10001000.0 10001000.0 10001000.0
12 10001000.0 10001000.0 10001000.0
13 10001000.0 10001000.0 10001000.0
```

```
: 7: =
1 10001000.0
2 10001000.0
3 10001000.0
4 10001000.0
5 10001000.0
6 10001000.0
7 10001000.0
8 10001000.0
9 10001000.0
10 10001000.0
11 10001000.0
12 10001000.0
13 10001000.0
```

[\*, 2,3, \*, 2] (tr)

```
: 1 2 3: =
1 11764400.0 9990000.0 10001000.0
2 11764400.0 9990000.0 10001000.0
3 11764400.0 9990000.0 10001000.0
4 11764400.0 9990000.0 10001000.0
5 11764400.0 9990000.0 10001000.0
6 11764400.0 9990000.0 10001000.0
7 11764400.0 9990000.0 10001000.0
8 11764400.0 9990000.0 10001000.0
9 11764400.0 9990000.0 10001000.0
10 11764400.0 9990000.0 10001000.0
11 11764400.0 9990000.0 10001000.0
12 11764400.0 9990000.0 10001000.0
13 11764400.0 9990000.0 10001000.0
```

```
: 4 5 6: =
1 10001000.0 10001000.0 10001000.0
2 10001000.0 10001000.0 10001000.0
3 10001000.0 10001000.0 10001000.0
4 10001000.0 10001000.0 10001000.0
5 10001000.0 10001000.0 10001000.0
6 10001000.0 10001000.0 10001000.0
7 10001000.0 10001000.0 10001000.0
8 10001000.0 10001000.0 10001000.0
9 10001000.0 10001000.0 10001000.0
10 10001000.0 10001000.0 10001000.0
11 10001000.0 10001000.0 10001000.0
12 10001000.0 10001000.0 10001000.0
13 10001000.0 10001000.0 10001000.0
```

```
: 7: =
1 10024400.0
```

2 10024400.0  
3 10024400.0  
4 10024400.0  
5 10024400.0  
6 10024400.0  
7 10024400.0  
8 10024400.0  
9 10024400.0  
10 10024400.0  
11 10024400.0  
12 10024400.0  
13 10024400.0

[\*, 2,3, \*, 3] (tr)

: 1 2 3: =  
1 11764400.0 9966600.0 9977600.0  
2 11764400.0 9966600.0 9977600.0  
3 11764400.0 9966600.0 9977600.0  
4 11764400.0 9966600.0 9977600.0  
5 11764400.0 9966600.0 9977600.0  
6 11764400.0 9966600.0 9977600.0  
7 11764400.0 9966600.0 9977600.0  
8 11764400.0 9966600.0 9977600.0  
9 11764400.0 9966600.0 9977600.0  
10 11764400.0 9966600.0 9977600.0  
11 11764400.0 9966600.0 9977600.0  
12 11764400.0 9966600.0 9977600.0  
13 11764400.0 9966600.0 9977600.0

: 4 5 6: =  
1 9977600.0 10001000.0 9979600.0  
2 9977600.0 10001000.0 9979600.0  
3 9977600.0 10001000.0 9979600.0  
4 9977600.0 10001000.0 9979600.0  
5 9977600.0 10001000.0 9979600.0  
6 9977600.0 10001000.0 9979600.0  
7 9977600.0 10001000.0 9979600.0  
8 9977600.0 10001000.0 9979600.0  
9 9977600.0 10001000.0 9979600.0  
10 9977600.0 10001000.0 9979600.0  
11 9977600.0 10001000.0 9979600.0  
12 9977600.0 10001000.0 9979600.0  
13 9977600.0 10001000.0 9979600.0

: 7: =  
1 10024400.0  
2 10024400.0  
3 10024400.0  
4 10024400.0  
5 10024400.0  
6 10024400.0  
7 10024400.0  
8 10024400.0  
9 10024400.0  
10 10024400.0  
11 10024400.0

12 10024400.0  
 13 10024400.0

[\*, 2,4, \*, 1] (tr)

: 1 2 3: =  
 1 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 2 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 3 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 4 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 5 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 6 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 7 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 8 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 9 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 10 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 11 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 12 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 13 10000000,0 10000000,0 10000000,0

: 4 5 6: =  
 1 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 2 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 3 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 4 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 5 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 6 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 7 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 8 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 9 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 10 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 11 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 12 10000000,0 10000000,0 10000000,0  
 13 10000000,0 10000000,0 10000000,0

: 7: =  
 1 10000000,0  
 2 10000000,0  
 3 10000000,0  
 4 10000000,0  
 5 10000000,0  
 6 10000000,0  
 7 10000000,0  
 8 10000000,0  
 9 10000000,0  
 10 10000000,0  
 11 10000000,0  
 12 10000000,0  
 13 10000000,0

[\*, 2,4, \*, 2] (tr)

: 1 2 3: =  
 1 10015000.0 10004000.0 10015000.0  
 2 10015000.0 10004000.0 10015000.0  
 3 10015000.0 10004000.0 10015000.0  
 4 10015000.0 10004000.0 10015000.0  
 5 10015000.0 10004000.0 10015000.0

6 10015000.0 10004000.0 10015000.0  
 7 10015000.0 10004000.0 10015000.0  
 8 10015000.0 10004000.0 10015000.0  
 9 10015000.0 10004000.0 10015000.0  
 10 10015000,0 10004000,0 10015000,0  
 11 10015000.0 10004000.0 10015000.0  
 12 10015000.0 10004000.0 10015000.0  
 13 10015000.0 10004000.0 10015000.0

: 4 5 6: =

1 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
 2 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
 3 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
 4 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
 5 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
 6 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
 7 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
 8 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
 9 10015000.0 10015000.0 10015000.0  
 10 10015000,0 10015000,0 10015000,0  
 11 10015000,0 10015000,0 10015000,0  
 12 10015000,0 10015000,0 10015000,0  
 13 10015000.0 10015000.0 10015000.0

: 7: =

1 10015000.0  
 2 10015000.0  
 3 10015000.0  
 4 10015000,0  
 5 10015000,0  
 6 10015000.0  
 7 10015000.0  
 8 10015000.0  
 9 10015000.0  
 10 10015000,0  
 11 10015000,0  
 12 10015000,0  
 13 10015000.0

[\*, 2,4, \*, 3] (tr)

: 1 2 3: =

1 10015000.0 10002000.0 10015000.0  
 2 10015000.0 10002000.0 10015000.0  
 3 10015000.0 10002000.0 10015000.0  
 4 10015000.0 10002000.0 10015000.0  
 5 10015000.0 10002000.0 10015000.0  
 6 10015000.0 10002000.0 10015000.0  
 7 10015000.0 10002000.0 10015000.0  
 8 10015000.0 10002000.0 10015000.0  
 9 10015000.0 10002000.0 10015000.0  
 10 10015000,0 10002000,0 10015000,0  
 11 10015000,0 10002000,0 10015000,0  
 12 10015000.0 10002000.0 10015000.0  
 13 10015000.0 10002000.0 10015000.0

: 4 5 6: =

```

1 10013000.0 10013000.0 10015000.0
2 10013000.0 10013000.0 10015000.0
3 10013000.0 10013000.0 10015000.0
4 10013000.0 10013000.0 10015000.0
5 10013000.0 10013000.0 10015000.0
6 10013000.0 10013000.0 10015000.0
7 10013000.0 10013000.0 10015000.0
8 10013000.0 10013000.0 10015000.0
9 10013000.0 10013000.0 10015000.0
10 10013000,0 10013000,0 10015000,0
11 10013000,0 10013000,0 10015000,0
12 10013000.0 10013000.0 10015000.0
13 10013000.0 10013000.0 10015000.0

```

```

: 7: =
1 10015000.0
2 10015000.0
3 10015000.0
4 10015000,0
5 10015000,0
6 10015000.0
7 10015000.0
8 10015000.0
9 10015000.0
10 10015000,0
11 10015000,0
12 10015000,0
13 10015000.0

```

```

[* , 3,1, *, 1] (tr)
: 1 2 3: =
1 10000000.0 9999000.0 9999000.0
2 10000000.0 9999000.0 9999000.0
3 10000000,0 9999000,0 9999000,0
4 10000000,0 9999000,0 9999000,0
5 10000000.0 9999000.0 9999000.0
6 10000000.0 9999000.0 9999000.0
7 10000000.0 9999000.0 9999000.0
8 10000000.0 9999000.0 9999000.0
9 10000000,0 9999000,0 9999000,0
10 10000000,0 9999000,0 9999000,0
11 10000000,0 9999000,0 9999000,0
12 10000000,0 9999000,0 9999000,0
13 10000000,0 9999000,0 9999000,0

```

```

: 4 5 6: =
1 9999000.0 9999000.0 9999000.0
2 9999000.0 9999000.0 9999000.0
3 9999000.0 9999000.0 9999000.0
4 9999000.0 9999000.0 9999000.0
5 9999000.0 9999000.0 9999000.0
6 9999000.0 9999000.0 9999000.0
7 9999000.0 9999000.0 9999000.0
8 9999000.0 9999000.0 9999000.0
9 9999000.0 9999000.0 9999000.0
10 9999000.0 9999000.0 9999000.0

```

11 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 12 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 13 9999000.0 9999000.0 9999000.0

: 7: =  
 1 10000000,0  
 2 10000000,0  
 3 10000000,0  
 4 10000000,0  
 5 10000000,0  
 6 10000000,0  
 7 10000000,0  
 8 10000000,0  
 9 10000000,0  
 10 10000000,0  
 11 10000000,0  
 12 10000000,0  
 13 10000000,0

[\*, 3,1, \*, 2] (tr)

: 1 2 3: =  
 1 10000000.0 9999000.0 9999000.0  
 2 10000000.0 9999000.0 9999000.0  
 3 10000000,0 9999000,0 9999000,0  
 4 10000000,0 9999000,0 9999000,0  
 5 10000000.0 9999000.0 9999000.0  
 6 10000000.0 9999000.0 9999000.0  
 7 10000000.0 9999000.0 9999000.0  
 8 10000000.0 9999000.0 9999000.0  
 9 10000000,0 9999000,0 9999000,0  
 10 10000000,0 9999000,0 9999000,0  
 11 10000000,0 9999000,0 9999000,0  
 12 10000000,0 9999000,0 9999000,0  
 13 10000000,0 9999000,0 9999000,0

: 4 5 6: =  
 1 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 2 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 3 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 4 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 5 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 6 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 7 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 8 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 9 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 10 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 11 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 12 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
 13 9999000.0 9999000.0 9999000.0

: 7: =  
 1 10000000,0  
 2 10000000,0  
 3 10000000,0  
 4 10000000,0  
 5 10000000,0

6 10000000,0  
7 10000000,0  
8 10000000,0  
9 10000000,0  
10 10000000,0  
11 10000000,0  
12 10000000,0  
13 10000000,0

[\*, 3,1, \*, 3] (tr)

: 1 2 3: =  
1 10000000.0 10020400.0 10022400.0  
2 10000000.0 10020400.0 10022400.0  
3 10000000.0 10020400.0 10022400.0  
4 10000000.0 10020400.0 10022400.0  
5 10000000.0 10020400.0 10022400.0  
6 10000000.0 10020400.0 10022400.0  
7 10000000.0 10020400.0 10022400.0  
8 10000000.0 10020400.0 10022400.0  
9 10000000.0 10020400.0 10022400.0  
10 10000000,0 10020400,0 10022400,0  
11 10000000,0 10020400,0 10022400,0  
12 10000000.0 10020400.0 10022400.0  
13 10000000.0 10020400.0 10022400.0

: 4 5 6: =  
1 10020400.0 9997000.0 10020400.0  
2 10020400.0 9997000.0 10020400.0  
3 10020400.0 9997000.0 10020400.0  
4 10020400.0 9997000.0 10020400.0  
5 10020400.0 9997000.0 10020400.0  
6 10020400.0 9997000.0 10020400.0  
7 10020400.0 9997000.0 10020400.0  
8 10020400.0 9997000.0 10020400.0  
9 10020400.0 9997000.0 10020400.0  
10 10020400.0 9997000.0 10020400.0  
11 10020400.0 9997000.0 10020400.0  
12 10020400.0 9997000.0 10020400.0  
13 10020400.0 9997000.0 10020400.0

: 7: =  
1 10000000,0  
2 10000000,0  
3 10000000,0  
4 10000000,0  
5 10000000,0  
6 10000000,0  
7 10000000,0  
8 10000000,0  
9 10000000,0  
10 10000000,0  
11 10000000,0  
12 10000000,0  
13 10000000,0

[\*, 3,2, \*, 1] (tr)



: 1 2 3 4: =  
1 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
2 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
3 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
4 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
5 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
6 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
7 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
8 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
9 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
10 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
11 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
12 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
13 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0

: 5 6 7: =  
1 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
2 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
3 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
4 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
5 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
6 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
7 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
8 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
9 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
10 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
11 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
12 9999000.0 9999000.0 9999000.0  
13 9999000.0 9999000.0 9999000.0

[\*, 3,2, \*, 2] (tr)

: 1 2 3: =  
1 8235600.0 10010000.0 9999000.0  
2 8235600.0 10010000.0 9999000.0  
3 8235600.0 10010000.0 9999000.0  
4 8235600.0 10010000.0 9999000.0  
5 8235600.0 10010000.0 9999000.0  
6 8235600.0 10010000.0 9999000.0  
7 8235600.0 10010000.0 9999000.0  
8 8235600.0 10010000.0 9999000.0  
9 8235600.0 10010000.0 9999000.0  
10 8235600.0 10010000.0 9999000.0  
11 8235600.0 10010000.0 9999000.0  
12 8235600.0 10010000.0 9999000.0  
13 8235600.0 10010000.0 9999000.0

: 4 5 6 7: =  
1 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0  
2 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0  
3 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0  
4 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0  
5 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0  
6 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0  
7 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0  
8 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0  
9 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0

10 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0  
 11 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0  
 12 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0  
 13 9999000.0 9999000.0 9999000.0 9975600.0

[\*, 3,2, \*, 3] (tr)

: 1 2 3: =  
 1 8235600.0 10033400.0 10022400.0  
 2 8235600.0 10033400.0 10022400.0  
 3 8235600.0 10033400.0 10022400.0  
 4 8235600.0 10033400.0 10022400.0  
 5 8235600.0 10033400.0 10022400.0  
 6 8235600.0 10033400.0 10022400.0  
 7 8235600.0 10033400.0 10022400.0  
 8 8235600.0 10033400.0 10022400.0  
 9 8235600.0 10033400.0 10022400.0  
 10 8235600.0 10033400.0 10022400.0  
 11 8235600.0 10033400.0 10022400.0  
 12 8235600.0 10033400.0 10022400.0  
 13 8235600.0 10033400.0 10022400.0

: 4 5 6: =  
 1 10022400.0 9999000.0 10020400.0  
 2 10022400.0 9999000.0 10020400.0  
 3 10022400.0 9999000.0 10020400.0  
 4 10022400.0 9999000.0 10020400.0  
 5 10022400.0 9999000.0 10020400.0  
 6 10022400.0 9999000.0 10020400.0  
 7 10022400.0 9999000.0 10020400.0  
 8 10022400.0 9999000.0 10020400.0  
 9 10022400.0 9999000.0 10020400.0  
 10 10022400.0 9999000.0 10020400.0  
 11 10022400.0 9999000.0 10020400.0  
 12 10022400.0 9999000.0 10020400.0  
 13 10022400.0 9999000.0 10020400.0

: 7: =  
 1 9975600.0  
 2 9975600.0  
 3 9975600.0  
 4 9975600.0  
 5 9975600.0  
 6 9975600.0  
 7 9975600.0  
 8 9975600.0  
 9 9975600.0  
 10 9975600.0  
 11 9975600.0  
 12 9975600.0  
 13 9975600.0

[\*, 3,3, \*, 1] (tr)

[\*, 3,3, \*, 2] (tr)

[\*, 3,3, \*, 3] (tr)

[\*, 3,4, \*, 1] (tr)

: 1 2 3 4: =

```

1 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0
2 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0
3 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0
4 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0
5 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0
6 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0
7 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0
8 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0
9 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0
10 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0
11 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0
12 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0
13 8259000.0 9999000.0 9999000.0 9999000.0

```

: 5 6 7: =

```

1 9999000.0 9999000.0 9999000.0
2 9999000.0 9999000.0 9999000.0
3 9999000.0 9999000.0 9999000.0
4 9999000.0 9999000.0 9999000.0
5 9999000.0 9999000.0 9999000.0
6 9999000.0 9999000.0 9999000.0
7 9999000.0 9999000.0 9999000.0
8 9999000.0 9999000.0 9999000.0
9 9999000.0 9999000.0 9999000.0
10 9999000.0 9999000.0 9999000.0
11 9999000.0 9999000.0 9999000.0
12 9999000.0 9999000.0 9999000.0
13 9999000.0 9999000.0 9999000.0

```

[\*, 3,4, \*, 2] (tr)

: 1 2 3: =

```

1 8250600.0 10014000.0 10014000.0
2 8250600.0 10014000.0 10014000.0
3 8250600.0 10014000.0 10014000.0
4 8250600.0 10014000.0 10014000.0
5 8250600.0 10014000.0 10014000.0
6 8250600.0 10014000.0 10014000.0
7 8250600.0 10014000.0 10014000.0
8 8250600.0 10014000.0 10014000.0
9 8250600.0 10014000.0 10014000.0
10 8250600.0 10014000.0 10014000.0
11 8250600.0 10014000.0 10014000.0
12 8250600.0 10014000.0 10014000.0
13 8250600.0 10014000.0 10014000.0

```

: 4 5 6: =

```

1 10014000.0 10014000.0 10014000.0
2 10014000,0 10014000,0 10014000,0
3 10014000.0 10014000.0 10014000.0
4 10014000.0 10014000.0 10014000.0
5 10014000.0 10014000.0 10014000.0
6 10014000.0 10014000.0 10014000.0
7 10014000.0 10014000.0 10014000.0
8 10014000.0 10014000.0 10014000.0
9 10014000.0 10014000.0 10014000.0
10 10014000,0 10014000,0 10014000,0

```

11 10014000,0 10014000,0 10014000,0  
12 10014000,0 10014000,0 10014000,0  
13 10014000.0 10014000.0 10014000.0

: 7: =  
1 9990600.0  
2 9990600.0  
3 9990600.0  
4 9990600.0  
5 9990600.0  
6 9990600.0  
7 9990600.0  
8 9990600.0  
9 9990600.0  
10 9990600.0  
11 9990600.0  
12 9990600.0  
13 9990600.0

[\*, 3,4, \*, 3] (tr)

: 1 2 3: =  
1 8250600.0 10035400.0 10037400.0  
2 8250600.0 10035400.0 10037400.0  
3 8250600.0 10035400.0 10037400.0  
4 8250600.0 10035400.0 10037400.0  
5 8250600.0 10035400.0 10037400.0  
6 8250600.0 10035400.0 10037400.0  
7 8250600.0 10035400.0 10037400.0  
8 8250600.0 10035400.0 10037400.0  
9 8250600.0 10035400.0 10037400.0  
10 8250600.0 10035400.0 10037400.0  
11 8250600.0 10035400.0 10037400.0  
12 8250600.0 10035400.0 10037400.0  
13 8250600.0 10035400.0 10037400.0

: 4 5 6: =  
1 10035400.0 10012000.0 10035400.0  
2 10035400.0 10012000.0 10035400.0  
3 10035400.0 10012000.0 10035400.0  
4 10035400.0 10012000.0 10035400.0  
5 10035400.0 10012000.0 10035400.0  
6 10035400.0 10012000.0 10035400.0  
7 10035400.0 10012000.0 10035400.0  
8 10035400.0 10012000.0 10035400.0  
9 10035400.0 10012000.0 10035400.0  
10 10035400.0 10012000.0 10035400.0  
11 10035400.0 10012000.0 10035400.0  
12 10035400.0 10012000.0 10035400.0  
13 10035400.0 10012000.0 10035400.0

: 7: =  
1 9990600.0  
2 9990600.0  
3 9990600.0  
4 9990600.0  
5 9990600.0

6 9990600.0  
7 9990600.0  
8 9990600.0  
9 9990600.0  
10 9990600.0  
11 9990600.0  
12 9990600.0  
13 9990600.0

[\*, 4,1, \*, 1] (tr)

: 1 2 3 4: =  
1 1756000,0 15000,0 15000,0 15000,0  
2 1756000.0 15000.0 15000.0 15000.0  
3 1756000,0 15000,0 15000,0 15000,0  
4 1756000,0 15000,0 15000,0 15000,0  
5 1756000,0 15000,0 15000,0 15000,0  
6 1756000.0 15000.0 15000.0 15000.0  
7 1756000.0 15000.0 15000.0 15000.0  
8 1756000.0 15000.0 15000.0 15000.0  
9 1756000,0 15000,0 15000,0 15000,0  
10 1756000,0 15000,0 15000,0 15000,0  
11 1756000,0 15000,0 15000,0 15000,0  
12 1756000.0 15000.0 15000.0 15000.0  
13 1756000,0 15000,0 15000,0 15000,0

: 5 6 7: =

1 15000,0 15000,0 16000,0  
2 15000,0 15000,0 16000,0  
3 15000,0 15000,0 16000,0  
4 15000,0 15000,0 16000,0  
5 15000,0 15000,0 16000,0  
6 15000,0 15000,0 16000,0  
7 15000,0 15000,0 16000,0  
8 15000,0 15000,0 16000,0  
9 15000,0 15000,0 16000,0  
10 15000,0 15000,0 16000,0  
11 15000,0 15000,0 16000,0  
12 15000,0 15000,0 16000,0  
13 15000,0 15000,0 16000,0

[\*, 4,1, \*, 2] (tr)

: 1 7: =  
1 1764400.0 24400.0  
2 1764400.0 24400.0  
3 1764400.0 24400.0  
4 1764400.0 24400.0  
5 1764400.0 24400.0  
6 1764400.0 24400.0  
7 1764400.0 24400.0  
8 1764400.0 24400.0  
9 1764400.0 24400.0  
10 1764400.0 24400.0  
11 1764400.0 24400.0  
12 1764400.0 24400.0  
13 1764400.0 24400.0

```

[* , 4,1, *, 3] (tr)
: 1 7: =
1 1764400.0 24400.0
2 1764400.0 24400.0
3 1764400.0 24400.0
4 1764400.0 24400.0
5 1764400.0 24400.0
6 1764400.0 24400.0
7 1764400.0 24400.0
8 1764400.0 24400.0
9 1764400.0 24400.0
10 1764400.0 24400.0
11 1764400.0 24400.0
12 1764400.0 24400.0
13 1764400.0 24400.0

```

```

[* , 4,2, *, 1] (tr)
: 1 2 3 4: =
1 15000.0 15000.0 15000.0 15000.0
2 15000.0 15000.0 15000.0 15000.0
3 15000.0 15000.0 15000.0 15000.0
4 15000.0 15000.0 15000.0 15000.0
5 15000,0 15000,0 15000,0 15000,0
6 15000.0 15000.0 15000.0 15000.0
7 15000.0 15000.0 15000.0 15000.0
8 15000.0 15000.0 15000.0 15000.0
9 15000.0 15000.0 15000.0 15000.0
10 15000.0 15000.0 15000.0 15000.0
11 15000.0 15000.0 15000.0 15000.0
12 15000.0 15000.0 15000.0 15000.0
13 15000.0 15000.0 15000.0 15000.0

```

```

:      5      6      7      :=
1 15000.0 15000.0 15000.0
2 15000.0 15000.0 15000.0
3 15000.0 15000.0 15000.0
4 15000.0 15000.0 15000.0
5 15000.0 15000.0 15000.0
6 15000.0 15000.0 15000.0
7 15000.0 15000.0 15000.0
8 15000.0 15000.0 15000.0
9 15000.0 15000.0 15000.0
10 15000.0 15000.0 15000.0
11 15000.0 15000.0 15000.0
12 15000.0 15000.0 15000.0
13 15000.0 15000.0 15000.0

```

```

[* ,4,2,*,2] (tr)
:      2      :=
1 11000.0
2 11000.0
3 11000.0
4 11000.0
5 11000.0
6 11000.0
7 11000.0

```

8 11000.0  
 9 11000.0  
 10 11000.0  
 11 11000.0  
 12 11000.0  
 13 11000.0

[\*,4,2,\*,3] (tr)  
 : 2 4 5 :=  
 1 13000.0 2000.0 2000.0  
 2 13000.0 2000.0 2000.0  
 3 13000.0 2000.0 2000.0  
 4 13000.0 2000.0 2000.0  
 5 13000.0 2000.0 2000.0  
 6 13000.0 2000.0 2000.0  
 7 13000.0 2000.0 2000.0  
 8 13000.0 2000.0 2000.0  
 9 13000.0 2000.0 2000.0  
 10 13000.0 2000.0 2000.0  
 11 13000.0 2000.0 2000.0  
 12 13000.0 2000.0 2000.0  
 13 13000.0 2000.0 2000.0

[\*,4,3,\*,1] (tr)  
 : 1 2 3 :=  
 1 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
 2 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
 3 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
 4 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
 5 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
 6 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
 7 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
 8 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
 9 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
 10 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
 11 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
 12 11741000.0 10001000.0 10001000.0  
 13 11741000.0 10001000.0 10001000.0

: 4 5 6 :=  
 1 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 2 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 3 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 4 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 5 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 6 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 7 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 8 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 9 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 10 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 11 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 12 10001000.0 10001000.0 10001000.0  
 13 10001000.0 10001000.0 10001000.0

: 7 :=  
 1 10001000.0

2 10001000.0  
 3 10001000.0  
 4 10001000.0  
 5 10001000.0  
 6 10001000.0  
 7 10001000.0  
 8 10001000.0  
 9 10001000.0  
 10 10001000.0  
 11 10001000.0  
 12 10001000.0  
 13 10001000.0

[\*,4,3,\*,2] (tr)

:	1	2	3	:=
1	11749400.0	9986000.0	9986000.0	
2	11749400.0	9986000.0	9986000.0	
3	11749400.0	9986000.0	9986000.0	
4	11749400.0	9986000.0	9986000.0	
5	11749400.0	9986000.0	9986000.0	
6	11749400.0	9986000.0	9986000.0	
7	11749400.0	9986000.0	9986000.0	
8	11749400.0	9986000.0	9986000.0	
9	11749400.0	9986000.0	9986000.0	
10	11749400.0	9986000.0	9986000.0	
11	11749400.0	9986000.0	9986000.0	
12	11749400.0	9986000.0	9986000.0	
13	11749400.0	9986000.0	9986000.0	

:	4	5	6	:=
1	9986000.0	9986000.0	9986000.0	
2	9986000.0	9986000.0	9986000.0	
3	9986000.0	9986000.0	9986000.0	
4	9986000.0	9986000.0	9986000.0	
5	9986000.0	9986000.0	9986000.0	
6	9986000.0	9986000.0	9986000.0	
7	9986000.0	9986000.0	9986000.0	
8	9986000.0	9986000.0	9986000.0	
9	9986000.0	9986000.0	9986000.0	
10	9986000.0	9986000.0	9986000.0	
11	9986000.0	9986000.0	9986000.0	
12	9986000.0	9986000.0	9986000.0	
13	9986000.0	9986000.0	9986000.0	

:	7	:=
1	10009400.0	
2	10009400.0	
3	10009400.0	
4	10009400.0	
5	10009400.0	
6	10009400.0	
7	10009400.0	
8	10009400.0	
9	10009400.0	
10	10009400.0	
11	10009400.0	



12 10009400.0  
 13 10009400.0

[\*,4,3,\*,3] (tr)

:	1	2	3	:=
1	11749400.0	9964600.0	9962600.0	
2	11749400.0	9964600.0	9962600.0	
3	11749400.0	9964600.0	9962600.0	
4	11749400.0	9964600.0	9962600.0	
5	11749400.0	9964600.0	9962600.0	
6	11749400.0	9964600.0	9962600.0	
7	11749400.0	9964600.0	9962600.0	
8	11749400.0	9964600.0	9962600.0	
9	11749400.0	9964600.0	9962600.0	
10	11749400.0	9964600.0	9962600.0	
11	11749400.0	9964600.0	9962600.0	
12	11749400.0	9964600.0	9962600.0	
13	11749400.0	9964600.0	9962600.0	

:	4	5	6	:=
1	9964600.0	9988000.0	9964600.0	
2	9964600.0	9988000.0	9964600.0	
3	9964600.0	9988000.0	9964600.0	
4	9964600.0	9988000.0	9964600.0	
5	9964600.0	9988000.0	9964600.0	
6	9964600.0	9988000.0	9964600.0	
7	9964600.0	9988000.0	9964600.0	
8	9964600.0	9988000.0	9964600.0	
9	9964600.0	9988000.0	9964600.0	
10	9964600.0	9988000.0	9964600.0	
11	9964600.0	9988000.0	9964600.0	
12	9964600.0	9988000.0	9964600.0	
13	9964600.0	9988000.0	9964600.0	

:	7	:=
1	10009400.0	
2	10009400.0	
3	10009400.0	
4	10009400.0	
5	10009400.0	
6	10009400.0	
7	10009400.0	
8	10009400.0	
9	10009400.0	
10	10009400.0	
11	10009400.0	
12	10009400.0	
13	10009400.0	

[\*,4,4,\*,1] (tr)

[\*,4,4,\*,2] (tr)

[\*,4,4,\*,3] (tr);

costo reducido de la variable W

W.rc [\*,1,\*,1] (tr)

:	1	7	:=

1	1741000.0	1000.0
2	1741000.0	1000.0
3	1741000.0	1000.0
4	1741000.0	1000.0
5	1741000.0	1000.0
6	1741000.0	1000.0
7	1741000.0	1000.0
8	1741000.0	1000.0
9	1741000.0	1000.0
10	1741000.0	1000.0
11	1741000.0	1000.0
12	1741000.0	1000.0
13	1741000.0	1000.0

[\*,1,\*,2] (tr)

:	1	7	:=
1	1764400.0	24400.0	
2	1764400.0	24400.0	
3	1764400.0	24400.0	
4	1764400.0	24400.0	
5	1764400.0	24400.0	
6	1764400.0	24400.0	
7	1764400.0	24400.0	
8	1764400.0	24400.0	
9	1764400.0	24400.0	
10	1764400.0	24400.0	
11	1764400.0	24400.0	
12	1764400.0	24400.0	
13	1764400.0	24400.0	

[\*,1,\*,3] (tr)

:	1	2	3	4	:=
1	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	
2	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	
3	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	
4	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	
5	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	
6	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	
7	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	
8	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	
9	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	
10	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	
11	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	
12	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	
13	1764400.0	21400.0	23400.0	21400.0	

:	6	7	:=
1	21400.0	35000.0	
2	21400.0	35000.0	
3	21400.0	35000.0	
4	21400.0	35000.0	
5	21400.0	35000.0	
6	21400.0	35000.0	
7	21400.0	35000.0	
8	21400.0	35000.0	
9	21400.0	35000.0	

10	21400.0	35000.0
11	21400.0	35000.0
12	21400.0	35000.0
13	21400.0	35000.0

[\*,2,\*,1] (tr)

[\*,2,\*,2] (tr)

:	2	:=
1	11000.0	
2	11000.0	
3	11000.0	
4	11000.0	
5	11000.0	
6	11000.0	
7	11000.0	
8	11000.0	
9	11000.0	
10	11000.0	
11	11000.0	
12	11000.0	
13	11000.0	

[\*,2,\*,3] (tr)

:	2	3	4	5	:=
1	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	
2	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	
3	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	
4	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	
5	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	
6	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	
7	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	
8	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	
9	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	
10	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	
11	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	
12	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	
13	34400.0	23400.0	23400.0	2000.0	

:	6	7	:=
1	21400.0	10600.0	
2	21400.0	10600.0	
3	21400.0	10600.0	
4	21400.0	10600.0	
5	21400.0	10600.0	
6	21400.0	10600.0	
7	21400.0	10600.0	
8	21400.0	10600.0	
9	21400.0	10600.0	
10	21400.0	10600.0	
11	21400.0	10600.0	
12	21400.0	10600.0	
13	21400.0	10600.0	

[\*,3,\*,1] (tr)

:	1	:=
1	1740000.0	

2 1740000.0  
3 1740000.0  
4 1740000.0  
5 1740000.0  
6 1740000.0  
7 1740000.0  
8 1740000.0  
9 1740000.0  
10 1740000.0  
11 1740000.0  
12 1740000.0  
13 1740000.0

[\*,3,\*,2] (tr)

:	1	7	:=
1	1763400.0	23400.0	
2	1763400.0	23400.0	
3	1763400.0	23400.0	
4	1763400.0	23400.0	
5	1763400.0	23400.0	
6	1763400.0	23400.0	
7	1763400.0	23400.0	
8	1763400.0	23400.0	
9	1763400.0	23400.0	
10	1763400.0	23400.0	
11	1763400.0	23400.0	
12	1763400.0	23400.0	
13	1763400.0	23400.0	

[\*,3,\*,3] (tr)

:	1	5	7	:=
1	1763400.0	2000.0	34000.0	
2	1763400.0	2000.0	34000.0	
3	1763400.0	2000.0	34000.0	
4	1763400.0	2000.0	34000.0	
5	1763400.0	2000.0	34000.0	
6	1763400.0	2000.0	34000.0	
7	1763400.0	2000.0	34000.0	
8	1763400.0	2000.0	34000.0	
9	1763400.0	2000.0	34000.0	
10	1763400.0	2000.0	34000.0	
11	1763400.0	2000.0	34000.0	
12	1763400.0	2000.0	34000.0	
13	1763400.0	2000.0	34000.0	

[\*,4,\*,1] (tr)

[\*,4,\*,2] (tr)

:	1	2	3	4	:=
1	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0	
2	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0	
3	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0	
4	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0	
5	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0	
6	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0	
7	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0	
8	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0	

9	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0
10	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0
11	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0
12	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0
13	15000.0	15000.0	15000.0	15000.0

:	5	6	7	:=
1	15000.0	15000.0	15000.0	
2	15000.0	15000.0	15000.0	
3	15000.0	15000.0	15000.0	
4	15000.0	15000.0	15000.0	
5	15000.0	15000.0	15000.0	
6	15000.0	15000.0	15000.0	
7	15000.0	15000.0	15000.0	
8	15000.0	15000.0	15000.0	
9	15000.0	15000.0	15000.0	
10	15000.0	15000.0	15000.0	
11	15000.0	15000.0	15000.0	
12	15000.0	15000.0	15000.0	
13	15000.0	15000.0	15000.0	

[\*,4,\*,3] (tr)

:	1	2	3	4	:=
1	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	
2	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	
3	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	
4	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	
5	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	
6	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	
7	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	
8	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	
9	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	
10	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	
11	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	
12	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	
13	15000.0	36400.0	38400.0	36400.0	

:	5	6	7	:=
1	15000.0	36400.0	25600.0	
2	15000.0	36400.0	25600.0	
3	15000.0	36400.0	25600.0	
4	15000.0	36400.0	25600.0	
5	15000.0	36400.0	25600.0	
6	15000.0	36400.0	25600.0	
7	15000.0	36400.0	25600.0	
8	15000.0	36400.0	25600.0	
9	15000.0	36400.0	25600.0	
10	15000.0	36400.0	25600.0	
11	15000.0	36400.0	25600.0	
12	15000.0	36400.0	25600.0	
13	15000.0	36400.0	25600.0	

;

costo reducido de la variable B

B.rc :=

;

costo reducido de la variable I

I.rc [\* , 1, \*, 0] (tr)

:            6            :=

1    12400.0  
 2    12400.0  
 3    12400.0  
 4    12400.0  
 5    12400.0  
 6    12400.0  
 7    12400.0  
 8    12400.0  
 9    12400.0  
 10   12400.0  
 11   12400.0  
 12   12400.0  
 13   12400.0

[\* , 1, \*, 1] (tr)

[\* , 1, \*, 2] (tr)

[\* , 1, \*, 3] (tr)

:            2            3            4            5            :=

1    13000.0    15000.0    37000.0    35000.0  
 2    13000.0    15000.0    37000.0    35000.0  
 3    13000.0    15000.0    37000.0    35000.0  
 4    13000.0    15000.0    37000.0    35000.0  
 5    13000.0    15000.0    37000.0    35000.0  
 6    13000.0    15000.0    37000.0    35000.0  
 7    13000.0    15000.0    37000.0    35000.0  
 8    13000.0    15000.0    37000.0    35000.0  
 9    13000.0    15000.0    37000.0    35000.0  
 10   13000.0    15000.0    37000.0    35000.0  
 11   13000.0    15000.0    37000.0    35000.0  
 12   13000.0    15000.0    37000.0    35000.0  
 13   13000.0    15000.0    37000.0    35000.0

:            6            :=

1    13000.0  
 2    13000.0  
 3    13000.0  
 4    13000.0  
 5    13000.0  
 6    13000.0  
 7    13000.0  
 8    13000.0  
 9    13000.0  
 10   13000.0  
 11   13000.0  
 12   13000.0  
 13   13000.0

[\* , 2, \*, 0] (tr)

:            2            6            :=

1    12400.0    12400.0  
 2    12400.0    12400.0  
 3    12400.0    12400.0

4	12400.0	12400.0
5	12400.0	12400.0
6	12400.0	12400.0
7	12400.0	12400.0
8	12400.0	12400.0
9	12400.0	12400.0
10	12400.0	12400.0
11	12400.0	12400.0
12	12400.0	12400.0
13	12400.0	12400.0

[\*,2,\*,1] (tr)

[\*,2,\*,2] (tr)

[\*,2,\*,3] (tr)

:	1	3	4	5	:=
1	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	
2	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	
3	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	
4	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	
5	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	
6	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	
7	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	
8	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	
9	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	
10	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	
11	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	
12	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	
13	1764400.0	15000.0	35000.0	33000.0	

:	6	7	:=
1	13000.0	24400.0	
2	13000.0	24400.0	
3	13000.0	24400.0	
4	13000.0	24400.0	
5	13000.0	24400.0	
6	13000.0	24400.0	
7	13000.0	24400.0	
8	13000.0	24400.0	
9	13000.0	24400.0	
10	13000.0	24400.0	
11	13000.0	24400.0	
12	13000.0	24400.0	
13	13000.0	24400.0	

[\*,3,\*,0] (tr)

:	3	6	:=
1	9400.0	13400.0	
2	9400.0	13400.0	
3	9400.0	13400.0	
4	9400.0	13400.0	
5	9400.0	13400.0	
6	9400.0	13400.0	
7	9400.0	13400.0	
8	9400.0	13400.0	
9	9400.0	13400.0	
10	9400.0	13400.0	

11 9400.0 13400.0  
 12 9400.0 13400.0  
 13 9400.0 13400.0

[\*,3,\*,1] (tr)

[\*,3,\*,2] (tr)

[\*,3,\*,3] (tr)

:	2	3	4	5	:=
1	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	
2	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	
3	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	
4	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	
5	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	
6	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	
7	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	
8	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	
9	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	
10	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	
11	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	
12	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	
13	33400.0	37400.0	57400.0	32000.0	

:	6	:=
1	33400.0	
2	33400.0	
3	33400.0	
4	33400.0	
5	33400.0	
6	33400.0	
7	33400.0	
8	33400.0	
9	33400.0	
10	33400.0	
11	33400.0	
12	33400.0	
13	33400.0	

[\*,4,\*,0] (tr)

:	2	3	6	:=
1	12400.0	8400.0	12400.0	
2	12400.0	8400.0	12400.0	
3	12400.0	8400.0	12400.0	
4	12400.0	8400.0	12400.0	
5	12400.0	8400.0	12400.0	
6	12400.0	8400.0	12400.0	
7	12400.0	8400.0	12400.0	
8	12400.0	8400.0	12400.0	
9	12400.0	8400.0	12400.0	
10	12400.0	8400.0	12400.0	
11	12400.0	8400.0	12400.0	
12	12400.0	8400.0	12400.0	
13	12400.0	8400.0	12400.0	

[\*,4,\*,1] (tr)

[\*,4,\*,2] (tr)

:	1	3	7	:=



1	2000.0	2000.0	2000.0
2	2000.0	2000.0	2000.0
3	2000.0	2000.0	2000.0
4	2000.0	2000.0	2000.0
5	2000.0	2000.0	2000.0
6	2000.0	2000.0	2000.0
7	2000.0	2000.0	2000.0
8	2000.0	2000.0	2000.0
9	2000.0	2000.0	2000.0
10	2000.0	2000.0	2000.0
11	2000.0	2000.0	2000.0
12	2000.0	2000.0	2000.0
13	2000.0	2000.0	2000.0

```
[*,4,*,3] (tr)
:      1          3          4          5          :=
1  1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
2  1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
3  1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
4  1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
5  1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
6  1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
7  1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
8  1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
9  1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
10 1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
11 1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
12 1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
13 1751400.0    2000.0    24000.0    22000.0
```

```
:      7          :=
1  11400.0
2  11400.0
3  11400.0
4  11400.0
5  11400.0
6  11400.0
7  11400.0
8  11400.0
9  11400.0
10 11400.0
11 11400.0
12 11400.0
13 11400.0
;
```

```
costo reducido de la variable C
C.rc :=
;
```

```
costo reducido de la variable D
D.rc :=
1 2    23400.0
1 3    1752800.0
2 3    22800.0
3 3    26800.0
```

```

4 3      46800.0
5 2      21400.0
5 3      23400.0
6 3      22800.0
7 2      12800.0
7 3      23400.0
;

```

costo reducido de la variable F

F.rc [\*,\*,1]

```

:      1      2      3      4      :=
1  1764400.0  23400.0  1764400.0  23400.0
2   425400.0  425400.0  426400.0  425400.0
3   397400.0  397400.0  398400.0  397400.0
4    91400.0  91400.0   92400.0  91400.0
5    96930.0  96930.0   97930.0  96930.0
6   225020.0  225020.0  226020.0  225020.0
7   200620.0  199620.0  200620.0  199620.0

```

[\*,\*,2]

```

:      1      2      3      4      :=
1  1764400.0      0.0  1764400.0  15000.0
2   402000.0  413000.0  403000.0  417000.0
3   374000.0  374000.0  375000.0  389000.0
4    68000.0  68000.0   69000.0  83000.0
5    73530.0  73530.0   74530.0  88530.0
6   201620.0  201620.0  202620.0  216620.0
7   200620.0  176220.0  200620.0  191220.0

```

[\*,\*,3]

```

:      1      2      3      4      :=
1  1764400.0      0.0  1764400.0  15000.0
2   400000.0  413000.0  379600.0  415000.0
3   374000.0  374000.0  351600.0  389000.0
4    66000.0  68000.0   45600.0  81000.0
5    71530.0  73530.0   74530.0  86530.0
6   199620.0  199620.0  179220.0  214620.0
7   200620.0  176220.0  200620.0  191220.0
;

```