

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Fundada en 1551

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

E.A.P INGENIERÍA INDUSTRIAL

Optimización de transporte en el programa alimentario PRONAA

TESIS para optar el Título Profesional de: INGENIERO INDUSTRIAL

AUTOR

DAVID MELÉNDEZ GUTIÉRREZ

ASESOR: Ing. EDUARDO ELISEO RAFFO LECCA

LIMA – PERÚ 2004

..	1
RESUMEN .	3
INTRODUCCIÓN .	5
CAPÍTULO I: LA INSTITUCIÓN .	7
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PRONAA .	7
1.2 FINALIDAD DEL PRONAA .	7
1.2.1 Funciones del PRONAA . .	8
1.2.2 Organización estructural del PRONAA . .	8
1.2.3 Reglamento de organización y Funciones del PRONAA .	9
1.3 RECURSOS HUMANOS DEL PRONAA .	14
1.4 ALMACENES DEL PRONAA . .	14
CAPÍTULO II: PRONAA .	17
2.1. PRESUPUESTO INSTITUCIONAL . .	17
2.2. OBJETIVOS INSTITUCIONALES . .	18
2.3 METAS FÍSICAS Y FINANCIERAS DE LOS PROGRAMAS ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES . .	19
2.3.1 Sub-Programa: Asistencia al Niño y al Adolescente .	19
2.3.2 Sub-Programa: Promoción y Asistencia Social .	25
2.3.3 Sub-Programa: Emergencia (Prevención Fenómeno El Niño 2002-2003)	29
2.3.4. Sub-Programa: Promoción y Asistencia Social y Comunitaria (Proyectos de Inversión) . .	30
CAPÍTULO III: Marco teórico .	35
3.1 LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES .	35
3.2 APLICACIONES DE LA INVESTIGACIÓN OPERATIVA .	36
3.2.1 Tipos de problemas .	36
3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES . .	36
3.3.1 Definición del problema . .	37

3.3.2. Desarrollo de un modelo matemático y recolección de datos .	37
3.3.3. Resolución del modelo matemático .	38
3.3.4. Validación, instrumentación y control de la solución .	39
3.3.5. Modificación del modelo . .	39
3.4. USOS Y VENTAJAS DE LOS MODELOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES . .	40
3.5 EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE .	41
3.5.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE TRANSPORTE .	41
3.5.2 MÉTODOS PARA DETERMINAR UNA SOLUCIÓN FACTIBLE BÁSICA INICIAL .	44
3.5.3 MÉTODO SIMPLEX EN TRANSPORTE .	44
3.5.4 PROBLEMAS DE TRANSPORTE EQUIVALENTES .	45
CAPÍTULO IV. MODELO DE OPTIMIZACIÓN DEL TRANSPORTE EN PRONAA . .	49
4.1. ESTRUCTURA GENERAL DE UN MODELO COMPUTACIONAL .	50
4.1.1. DETALLE Y MANTENIMIENTO DE UN MODELO COMPUTACIONAL .	50
4.1.2. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE UN MODELO COMPUTACIONAL .	51
4.1.3. APROPIADO NIVEL DE DETALLE Y VALIDACIÓN DEL MODELO COMPUTACIONAL . .	51
4.1.4. COMPARACIÓN DEL MODELO COMPUTACIONAL CON EL MUNDO REAL . .	52
4.2. MODELO COMPUTACIONAL DE ASIGNACIÓN DE PRODUCTOS .	52
4.2.1. Separación de datos y estructura del sistema .	53
4.2.2. Formulación del generador del Modelo . .	53
4.2.3 Prueba del modelo de TRANSPORTE en LINGO 8.0 . .	55
4.2.4. Solución del modelo PRONAA, con DATA real .	59
4.2.5 Análisis Económico de solución obtenida por modelo. . .	67
4.2.6 Análisis técnico del proceso en la solución del problema PRONAA. .	71
4.3 ANALISIS PRACTICO EN LA SOLUCION DE UN MODELO. .	72
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . .	75
CONCLUSIONES . .	76
RECOMENDACIONES . .	77

BIBLIOGRAFIA: .	79
ANEXOS .	81
APÉNDICE 1 . .	81
APÉNDICE 2 . .	82
APÉNDICE 3 A .	83
APÉNDICE 3B .	83
ANEXO 5 . .	83
ANEXO 6 . .	83

DEDICATORIA A mis padres, por sus valores, esfuerzo y permanente aliento A mi esposa Sandra, mis hijas Marjha y Amalie , por su amor y comprensión A mis hermanos y hermanas en especial a Gladys, por su apoyo y colaboración. A mis profesores, por su dedicación en mi formación profesional. A mi Asesor de tesis, por la generosidad de su tiempo y amistad. A mis amigos profesores y alumnos, que me alentaron y motivaron permanentemente.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por finalidad investigar, analizar y proponer un modelo matemático, dentro de los conceptos de la programación lineal y su modelo de transporte; que refleje la realidad del costo de transporte de carga en el país, es decir un modelo que minimice los costos de transporte de carga, entre cada uno de los departamentos del Perú.

La problemática del Transporte de carga en el Perú, es compleja y actual, ya sea por la informalidad de las empresas o por la variabilidad en los costos de fletes, que cada uno de ellos ofrece.

Sin embargo, y a fin de que las instituciones y/o empresas que requieran saber el costo mínimo de trasladar sus productos, entre los Departamentos del Perú, aun con variaciones en los costos de fletes; se propone el modelo de este proyecto a fin que, pueden recurrir a él, para tomar sus decisiones optimas en este servicio.

Dado que el presente proyecto de modelo matemático de Transporte, requiere ser validado con una situación real, se considero de suma importancia, analizar la problemática del transporte en una institución del Estado, por dos razones de importancia; primero, porque el Estado requiere urgentemente optimizar sus costos e incrementar su productividad, a fin de contar con mayores recursos de Tesoro Publico y en segundo lugar, porque el PROGRAMA NACIONAL DE ASISTENCIA ALIMENTARIA – PRONAA, es el mas grande programa alimentario del Gobierno Central, el cual traslada entre sus almacenes a nivel nacional, cerca de 150,000 toneladas métricas de alimentos, entre 29 almacenes a nivel nacional, de manera simultánea.

Como se puede observar, por la complejidad del problema y la cantidad de variables a considerar; el proyecto que aquí se presenta tuvo que recurrir, a un soporte computacional como el software LINGO 8.0 en interfaz con Excel, complemento ideal que le da una versatilidad y funcionalidad, que facilita su uso por cualquier usuario que simplemente maneje el WINDOWS.

La asignación óptima de cantidades a diferentes destinos y a un costo mínimo, es una información valiosísima que este proyecto ofrece. Asimismo; la funcionalidad y los resultados económicos obtenidos, a través de la investigación, modelación e implementación de este modelo, con data real de PRONAA; han demostrado que este modelo de software LINGO 8.0 en interfaz con Excel, son una herramienta utilísima en la toma de decisiones de optimización de este servicio de transporte; en esta Institución.

Como es obvio y dados los resultados económicos obtenidos, considero que la implementación de este modelo debe ser prioritaria en esta institución y en otras instituciones y empresas que requieran trasladar productos entre cada uno de los Departamentos de Perú.

INTRODUCCIÓN

El modelo matemático, que se obtendrá del proyecto, tiene como soporte computacional el Software LINGO 8.0 y Excel de WINDOWS.

Por tal motivo, en los dos primeros capítulos de este trabajo, se reúne toda la información relacionada a la Institución PRONAA, para que en los capítulos tres y cuatro sucesivos se formule el modelo de transporte respectivo, se incorpore la data real, la corrida del programa y posteriormente se realice el análisis técnico-económico de los resultados.

Este modelo de optimización, es una aplicación objetiva de la Ingeniería Industrial con el fin de incrementar la productividad en esta Institución, ya que con él, asignaremos cantidades óptimas de ciertos orígenes a ciertos destinos, todo ello al menor costo de traslado.

Como debe ser en todo proyecto de Investigación, es necesario validar la investigación, por ello y a partir del análisis de los resultados, se incorpora las recomendaciones, que determinan su prioritaria implementación.

CAPÍTULO I: LA INSTITUCIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PRONAA

El Programa Nacional de Asistencia Alimentaria PRONAA, fue creado a través de Decreto Supremo N° 020-92-PCM del 02 de Febrero de 1992, nace de la fusión de dos instituciones que tenían similares actividades: la ONAA, creada en 1977 y el PAD creada en 1989; y cuyas misiones eran mejorar el nivel de vida alimentaria de la población de menores recursos económicos, de país.

Inicialmente el PRONAA estaba adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros PCM, pero con la creación del Ministerio de la Mujer esta institución fue transferida a este Ministerio.

1.2 FINALIDAD DEL PRONAA

El Programa Nacional de Asistencia Alimentaria (PRONAA), es un Organismo Público Descentralizado del Ministerio de Promoción de la Mujer y del Desarrollo Humano (PROMUDEH), con personería jurídica de derecho público y con autonomía económica,

técnica, financiera y administrativa.

El PRONAA tiene como domicilio legal la ciudad de Lima y cuenta con Órganos Desconcentrados a nivel nacional.

El PRONAA tiene por finalidad contribuir a elevar el nivel alimentario y nutricional de la población en extrema pobreza y grupos vulnerables, a través de acciones de apoyo y seguridad alimentaria, con el propósito de coadyuvar al logro de la seguridad alimentaria integral en el país, así como a damnificados por situaciones de emergencia temporal.

1.2.1 Funciones del PRONAA

Son funciones del Programa Nacional de Asistencia Alimentaria las siguientes:

- a) Planear, dirigir, coordinar y ejecutar, evaluar y controlar los programas, proyectos y actividades de apoyo y seguridad alimentaria.
- b) Proponer al Titular del Ministerio de Promoción de la Mujer y del Desarrollo Humano los planes, programas y lineamientos de política en materia de seguridad alimentaria, así como la política institucional.
- c) Identificar, localizar y priorizar a la población en situación de pobreza extrema, en coordinación con la Mesa de Concertación de Lucha contra la Pobreza.
- d) Promover, gestionar y canalizar recursos provenientes de países y organismos nacionales e internacionales para la ejecución de programas, proyectos y actividades de apoyo y seguridad alimentaria y de entidades y personas privadas.
- e) Ejecutar acciones de apoyo alimentario en casos de emergencia temporal, en coordinación con el Instituto Nacional de Defensa Civil, y demás organismos e instituciones.
- f) Proporcionar recursos orientados a la obtención de la seguridad alimentaria.
- g) Promover, identificar y formular proyectos de seguridad alimentaria considerando la participación de la población beneficiaria y el uso de recursos potenciales de las zonas donde se ejecutan.
- h) Monetizar los productos donados provenientes de la cooperación técnica internacional en el marco de los convenios Internacionales y otros Convenios.
- i) Coordinar acciones multisectoriales que integren componentes de alimentación, nutrición, salud, educación y saneamiento básico en la ejecución de los programas y proyectos.
- j) Las demás que establezca la ley o que disponga normativamente el Ministerio de Promoción de la Mujer y del Desarrollo Humano.

1.2.2 Organización estructural del PRONAA

La sede principal de la institución se encuentra ubicada en Lima, en Jr. De La Unión s/n, costado de Palacio de Gobierno, este local consta de 04 pisos, en los cuales están

ubicadas las oficinas administrativas la Alta Dirección y todas las Gerencias.

La estructura orgánica del Programa Nacional de Asistencia Alimentaria es la siguiente:

ALTA DIRECCIÓN

Jefe

Director Ejecutivo

ÓRGANO DE CONTROL

Oficina de Auditoría Interna

ÓRGANOS DE ASESORAMIENTO

Oficina de Planificación y Presupuesto

Oficina Jurídica

ÓRGANO DE APOYO

Oficina de Administración

Oficina de Informática

ÓRGANO DE LÍNEA

Gerencia de Operaciones

Gerencia Técnica

ÓRGANOS DESCONCENTRADOS

Gerencias Locales

1.2.3 Reglamento de organización y Funciones del PRONAA

DE LA ALTA DIRECCIÓN

La Alta Dirección está conformada por el Jefe de PRONAA y el Director Ejecutivo.

La Alta Dirección es el máximo órgano decisorio del PRONAA. Dirige la política institucional aprobada por el Titular del Sector para la consecución de sus fines y es responsable de la dirección general de sus actividades.

El Jefe de PRONAA es el funcionario de mayor jerarquía, su cargo es remunerado y tiene asignadas las funciones y atribuciones siguientes:

- a. Ejercer la representación del PRONAA ante organismos del Estado, entidades nacionales e internacionales.
- b. Dirigir y controlar la marcha de la gestión en cuanto al cumplimiento de los objetivos y metas institucionales.
- c. Revisar y aprobar la política, planes, objetivos y presupuesto institucional.
- d. Revisar y aprobar los resultados de Gestión Anual, Estados Financiero y la Memoria Anual.

e. Aprobar los Convenios con la Cooperación Técnica Internacional y otros.

El Director Ejecutivo es el funcionario encargado de dirigir la ejecución de las actividades de los órganos de la Institución, asegurando el cumplimiento de los objetivos y metas, de acuerdo a la política institucional y directivas emitidas por el Jefe de PRONAA. El Director Ejecutivo es la autoridad con jerarquía administrativa inmediata a la del Jefe de PRONAA.

Son funciones del Director Ejecutivo las siguientes:

a. Planear, organizar, dirigir y controlar la gestión técnica, económica y administrativa del PRONAA, cautelando el cumplimiento de los planes y objetivos institucionales.

b. Proponer políticas, planes, objetivos estratégicos, presupuesto institucional, programas, proyectos, convenios y contratos de interés para la institución, así como, la memoria anual, los estados financieros y el informe de gestión.

c. Proponer al Titular del Sector, la designación o remoción del personal de confianza; así como, designar los cargos directivos.

d. Aprobar las convocatorias a licitaciones o concursos públicos de precios y/o de méritos.

e. Informar periódicamente sobre el desarrollo de los planes, programas, proyectos y actividades, así como, sobre los procesos de monetización, compra de productos alimenticios, operaciones de distribución y otras actividades de su competencia.

DEL ÓRGANO DE CONTROL

La Oficina de Auditoría Interna es el órgano de control, que orgánicamente depende del Jefe de PRONAA y funcionalmente de la Contraloría General de la República. Mantiene relaciones de coordinación con la Oficina General de Auditoría Interna del Ministerio de Promoción de la Mujer y del Desarrollo Humano. Es la encargada de programar, coordinar y evaluar las actividades de control, de conformidad con las normas del Sistema Nacional de Control. Realiza inspecciones e investigaciones relacionadas con aspectos técnicos, administrativos, económico-financieros y contables de la Institución y propone las recomendaciones y medidas pertinentes. Está a cargo de un Jefe de Oficina y depende del Jefe de PRONAA.

Son funciones de la Oficina de Auditoría las siguientes:

a. Formular, proponer y ejecutar la política de control, acorde con las normas legales vigentes sobre Auditoría Gubernamental.

b. Formular el Plan Anual de Actividades de Control y Auditoría Gubernamental elevándolo al Jefe de PRONAA para su conocimiento y a la Contraloría General de la República para su aprobación.

c. Efectuar y coordinar el control de los aspectos legales, técnicos, financieros, contables, administrativos y de gestión, mediante auditorías, exámenes especiales, inspecciones e investigaciones en los diferentes órganos de la institución.

d. Efectuar el seguimiento y evaluación de la implementación de las medidas correctivas derivadas de las Acciones de Control

e. Informar al Jefe de PRONAA, a la Contraloría General de la República y a la Oficina General de Auditoría Interna del Ministerio de Promoción de la Mujer y del Desarrollo Humano, sobre los resultados de las Acciones de Control efectuadas.

DE LOS ÓRGANOS DE ASESORAMIENTO

Son órganos de asesoramiento. la Oficina de Planificación y Presupuesto y la Oficina Jurídica.

La Oficina de Planificación y Presupuesto es el órgano encargado de asesorar y conducir los sistemas de planificación, racionalización, presupuesto, cooperación internacional, inversión pública. Está a cargo de un Jefe de Oficina y depende del Director Ejecutivo;

Son funciones de la Oficina de planificación y presupuesto las siguientes:

a. Asesorar a la Alta Dirección y a los demás órganos del PRONAA en asuntos relacionados a los sistemas de planificación, racionalización, presupuesto, cooperación internacional e inversión pública, así como en otros temas de su competencia.

b. Formular y proponer lineamientos de política institucional, asesorar en la implementación de técnicas y herramientas de planificación, así como, en la administración de proyectos de inversión.

c. Normar, asesorar, coordinar y conducir el proceso de planificación, inversión pública y presupuesto en sus etapas de formulación, programación, supervisión y evaluación.

d. Asesorar en la formulación y evaluar estudios de preinversión, inversión y post inversión de los proyectos de inversión pública y social elaborados por los órganos de la institución.

e. Elaborar documentos de gestión, como: Informes de Actividades, Memoria Anual y el Informe de Gestión Institucional, Plan Estratégico Institucional y Plan de Trabajo Institucional (PTI) de acuerdo a los lineamientos de política institucional.

La Oficina Jurídica es el órgano encargado de asesorar a la Alta Dirección y a las demás instancias en asuntos de carácter jurídico y legal. Está a cargo de un Jefe de Oficina y depende del Director Ejecutivo.

Son funciones de la Oficina Jurídica las siguientes:

a. Asesorar a la Alta Dirección y a los demás órganos del PRONAA en aspectos jurídicos y legales relacionados con las actividades de la institución.

b. Elaborar y emitir opinión sobre los proyectos de dispositivos normativos y administrativos que propongan las Oficinas y Gerencias.

c. Interpretar y emitir pautas destinadas a orientar la correcta aplicación de las normas legales relacionadas con la institución.

d. Dictaminar sobre los recursos de impugnación interpuestos, que deben ser resueltos en las instancias administrativas correspondientes.

e. Aprobar mediante informes los proyectos de Resoluciones o Directivas que se refieran a las actividades institucionales, cuando les sean sometidos a su opinión.

DEL ÓRGANO DE APOYO

Son órganos de apoyo, la Oficina de Administración y la Oficina de Informática.

La Oficina de Administración es el órgano de apoyo, encargado de conducir los sistemas administrativos, de recursos humanos, contabilidad, tesorería, abastecimiento, servicios auxiliares, archivo y trámite documentario; así como, desarrollar labores de bienestar social. Está a cargo de un Jefe de Oficina y depende del Director Ejecutivo.

Son funciones de la Oficina de Administración las siguientes:

- a) Proponer las políticas relativas a la administración de los recursos humanos, económicos, financieros y materiales.
- b) Programar, coordinar, ejecutar, supervisar, controlar y evaluar las acciones correspondientes a los sistemas de administración de recursos humanos, contabilidad, tesorería, abastecimiento y servicios auxiliares.
- c) Supervisar y controlar los procesos técnicos de la ejecución presupuestal por las distintas fuentes de financiamiento.
- d) Cautelar el patrimonio de la institución y mantener actualizado el inventario físico valorizado de bienes y activos.
- e) Promover acciones de personal orientadas a mejorar sus niveles de calificación, ingresos, bienestar y capacitación.

La Oficina de Informática, es el órgano de apoyo encargado de planificar, desarrollar y administrar el sistema de información institucional; así como, de los recursos tecnológicos. Está a cargo de un Jefe de Oficina, quien depende del Director Ejecutivo. Son funciones de la Oficina de Informática las siguientes:

- a) Diseñar y desarrollar planes y programas que conlleven a mantener los sistemas de información.
- b) Proveer a los Órganos de la institución de herramientas tecnológicas adecuadas para mejorar los procesos de toma de decisiones.
- c) Asesorar y proponer la adquisición de equipos y programas de informática y la contratación de servicios necesarios.
- d) Asesorar y proponer los servicios de consultorías relacionados a Sistemas de Información.
- e) Capacitar y dar soporte en el uso de los sistemas de información a los usuarios.

DE LOS ÓRGANOS DE LÍNEA

Son órganos de línea, la Gerencia de Operaciones y la Gerencia Técnica.

La Gerencia de Operaciones es el órgano de línea encargado de coordinar y supervisar a las Gerencias Locales. Está a cargo de un Gerente y depende del Director Ejecutivo.

Son funciones de la Gerencia de Operaciones las siguientes:

- a. Coordinar y facilitar la ejecución de los programas, proyectos y actividades, por

toda fuente de financiamiento de las Gerencias Locales.

b. Integrar la información de gestión y de presupuesto de las Gerencias Locales para los niveles correspondientes.

c. Proporcionar oportunamente la información para la formulación y programación del Plan de Trabajo Institucional; así como garantizar la disponibilidad de información para la evaluación del mismo.

d. Implementar procedimientos que permitan la coordinación y supervisión de la gestión de las Gerencias Locales.

e. Supervisar la ejecución de otros proyectos

La Gerencia Técnica es el órgano de línea encargado de prestar apoyo técnico a las Gerencias Locales. Está a cargo de un Gerente y depende del Director Ejecutivo.

Son funciones de la Gerencia Técnica las siguientes:

a. Apoyar a las Gerencias Locales en las actividades de recepción, internamiento, registro, control, custodia, despacho, acondicionamiento, transporte y entrega de productos alimenticios y la distribución de otros recursos.

b. Apoyar y evaluar el proceso de distribución primaria de productos alimenticios, así como consolidar la información de stocks de productos alimenticios en los almacenes.

c. Apoyar, coordinar y evaluar las actividades de control de calidad de los productos de seguridad alimentaria, donados, adquiridos y por adquirir.

d. Apoyar en aspectos orientados en la administración de los almacenes y del parque automotor del PRONAA a nivel nacional.

e. Formular la programación de la asignación de recursos en coordinación con las Gerencias Locales, para la ejecución de los programas de apoyo y seguridad alimentaria.

DE LOS ÓRGANOS DESCONCENTRADOS

Las Gerencias Locales son órganos desconcentrados, encargados de ejecutar en el ámbito geográfico de su jurisdicción, los programas, proyectos y actividades de apoyo y seguridad alimentaria de conformidad a los lineamientos de política institucional. Las Gerencias Locales están a cargo de un Gerente y dependen de la Gerencia de Operaciones.

Son funciones de las Gerencias Locales, las siguientes:

a) Identificar y priorizar la atención de la población en situación de extrema pobreza, de mayor vulnerabilidad nutricional y la afectada por desastres naturales.

b) Definir las raciones de alimentos para los diferentes programas y ejecutar las compras a nivel local de acuerdo a las políticas institucionales.

c) Ejecutar, supervisar y evaluar programas, proyectos y actividades de apoyo y seguridad alimentaria.

d) Identificar zonas de producción y estacionalidad de productos agrícolas, agroindustriales, pecuarios e hidrobiológicos.

e) Promover, coordinar, ejecutar y supervisar actividades de capacitación y asistencia técnica en el marco de los programas, proyectos y actividades.

El PRONAA, cuenta con la estructura organizativa, mostrada en la página 17, Figura 2.1, la cual responde a la serie de actividades y proyectos que ejecuta esta institución a nivel nacional.

El capital humano con que esta institución cuenta tiene diferentes niveles y formación profesional, tales como Ingenieros Agrónomos, Nutricionistas, Sociólogos, Asistentes Sociales y técnicos en almacenaje, distribución y supervisión de alimentos y proyectos sociales.

1.3 RECURSOS HUMANOS DEL PRONAA

El PRONAA, cuenta a fines del año 2003, con un número de 814 trabajadores, en las diferentes modalidades laborales que son de Funcionamiento y Servicios No Personales, según detalle en la tabla 2.1, de la página 18.

1.4 ALMACENES DEL PRONAA

El número de almacenes, con los que el PRONAA, cuenta para sus respectivas funciones, en todo el país, son en total 28, según tabla 2.2, de la página 20.



Gráfico 2.1. Estructura Funcional del PRONAA

Fuente: PRONAA

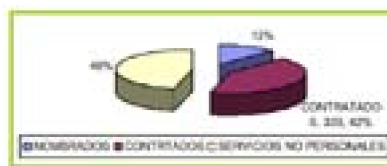
Tabla 2.1: CUADRO DE PERSONAL DEL PRONAA – DICIEMBRE 2003

N	DEPENDENCIA	FUNCIONAMIENTO		S.N.P.	TOTAL	%
		INETER.	FIJO			
1	SEDE CENTRAL	49	119	40	208	25.40
2	PROYECTO PYSPAN	0	11	57	68	8.71
3	ANDAHUAYLAS	0	5	7	12	1.60
4	APURIMAC	1	6	14	21	2.58
5	AREQUIPA	3	6	11	20	2.45
6	AYACUCHO	1	5	6	12	1.47
7	BAGUA	1	8	6	15	1.84
8	CAJAMARCA	5	3	4	12	1.47
9	CALLAO	10	46	66	122	14.85
10	CHICLAYO	3	6	17	26	3.19
11	CHIMBOTE	2	5	6	13	1.60
12	CUSCO	2	7	10	19	2.33
13	HUANCAVELICA	2	6	5	13	1.60
14	HUANCAYO	1	5	10	16	1.96
15	HUANUCO	1	7	7	15	1.84
16	HUARAZ	3	7	12	22	2.70
17	ICA	3	6	8	17	1.96
18	IMACITA	0	7	4	11	1.35
19	IQUITOS	1	8	9	18	2.21
20	MADRE DE DIOS	1	5	3	9	1.10
21	MOQUEGUA	0	5	7	12	1.60
22	MOYOBAMBA	1	5	8	14	1.72
23	PASCO	1	5	6	12	1.47
24	PIURA	2	4	7	13	1.60
25	PUCALLPA	1	6	4	11	1.23
26	PUNO	1	4	6	11	1.35
27	PUQUIO	1	8	8	17	2.09
28	TACNA	1	5	7	13	1.60
29	TARAPOTO	1	8	7	16	1.96
30	TRUJILLO	1	6	7	14	1.72
31	TUMBES	1	5	6	12	1.47
	TOTAL	100	339	375	814	100

RESUMEN

SEDE CENTRAL	49	119	40	208	25.40
GERENCIAS	51	220	335	606	74.60
TOTAL	100	339	375	814	100

Fuente: PRONAA



Gráfica 2.2: NÚMERO DE TRABAJADORES POR MODALIDAD LABORAL

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2.2: ALMACENES PRONAA Y CAPACIDAD A NIVEL NACIONAL

ORDEN	GERENCIA LOCAL	DEPARTAMENTO	ÁREA (m2)	CAPACIDAD (TM)
1	ANDAHUAYLAS	APURIMAC	592	700
2	APURIMAC	APURIMAC	667	860
3	AREQUIPA	AREQUIPA	3425	4500
4	AYACUCHO	AYACUCHO	942	1620
5	BAGUA / IMACITA	AMAZONAS	2846	3038
6	CAJAMARCA	CAJAMARCA	1310	1800
7	CALLAO	LIMA	11954	16100
8	CUSCO	CUSCO	2646	3700
9	CHICLAYO	LAMBAYEQUE	6373	8920
10	CHIMBOTE	ANCASH	1321	1850
11	HUANCAVELICA	HUANCAVELICA	1395	1835
12	HUANCAYO	JUNIN	2544	3505
13	HUANUCO	HUANUCO	2473	3270
14	HUARAZ	ANCASH	1923	2100
15	ICA	ICA	2575	3210
16	IQUITOS	LORETO	2755	2730
17	MADRE DE DIOS	MADRE DE DIOS	829	750
18	MOQUEGUA	MOQUEGUA	939	900
19	MOYOBAMBA	SAN MARTIN	1318	1600
20	PASCO	PASCO	1126	500
21	PIURA	PIURA	2061	2940
22	PUCALLPA	UCAYALI	1500	1500
23	PUNO	PUNO	1915	3000
24	PUQUIO	AYACUCHO	810	815
25	TACNA	TACNA	527	730
26	TARAPOTO	SAN MARTIN	2086	2050
27	TRUJILLO	LA LIBERTAD	6933	5120
28	TUMBES	TUMBES	1180	1420
CAPACIDAD TOTAL DE ALMACENES PRONAA (T.M): 81,093				

Fuente: PRONAA

CAPÍTULO II: PRONAA

2.1. PRESUPUESTO INSTITUCIONAL

Para el logro de los objetivos propuestos, PRONAA cuenta en el 2003, con un marco presupuestal de **S/. 512,142,000** (el cual incluye los recursos transferidos para el Programa de Prevención Fenómeno El Niño S/: 7'141,000), los que han sido programados racionalmente en cada uno de los programas alimentarios y nutricionales, priorizando a la población en extrema pobreza y aquellos programas y proyectos con fines nutricionales que atienden a niños/as menores de 05 años de edad. Además de los aportes de la cooperación internacional que asciende a **S/. 18'080,250** y los saldos de stock de alimentos al 31 de diciembre del 2002 que asciende a **S/. 37'486,365**, lo que hace un total de Presupuesto Institucional para el año 2003 de **S/. 567'708,615** por toda fuente de financiamiento.

Sin embargo, el presupuesto propuesto para el PRONAA por el Ministerio de Economía y Finanzas y aprobado por el Consejo de Ministros asciende a **S/. 505'001,000**, desagregado por partidas genéricas según tabla 2.1.

SECTOR 30 - LINDER	
PRECIO 341 - PRECIV	(En millones de Soles)
CATEGORIA	PRESUPUESTO APROBADO (recursos ordinarios)
GRUPO-GENÉRICO	
1 GASTOS CORRIENTES	483,882,500
Personal y Obligaciones Sociales	1,071,000
Obligaciones Previsionales	802,200
Bienes y Servicios	20,011,000
Otros Gastos Corrientes	460,000,000
2 GASTOS DE CAPITAL	21,118,500
Inversiones	21,118,500
Otros Gastos de Capital	
TOTAL PLIEGO	500,000,000

Tabla 2.1: Formulación del Presupuesto 2003

Fuente: PRONAA



Gráfica 2.1: PRESUPUESTO PRONAA 2003

Fuente : Propia

2.2. OBJETIVOS INSTITUCIONALES

Las estrategias de gestión que serán implementadas durante el año 2003, son las siguientes:

- Priorizar la atención de los niños/as de los grupos de edad de 06 meses a 3 años y de 4 a 5 años de edad, por considerarse que son éstas las principales etapas del crecimiento y desarrollo del ser humano.
- Fortalecer la atención a los niños/as en edad escolar de 6 a 14 años, con el fin de mantener en ellos un adecuado nivel nutricional que les permita una mayor atención en la clase y un mejor rendimiento escolar.
- Refocalizar progresivamente a la población beneficiaria para superar el problema de filtración y de superposición.
- Rediseñar y optimizar los procesos claves de la institución para mejorar la eficiencia y eficacia de los programas alimentarios y nutricionales bajo su gestión.
- Promover la participación y vigilancia ciudadana de la gestión institucional.
- Desarrollar acciones de seguimiento y evaluación de actividades.
- Promover la compra de alimentos locales, con el propósito de identificar raciones alimentarias acordes con recursos potenciales y respetando patrones de consumo local.

- Descentralización articulado a los procesos de fusión y de reorganización.
- Rediseñar los programas alimentarios y nutricionales.

Los objetivos institucionales se detallan en la Tabla 2.2, de la siguiente pagina.

Consultar el formato impreso

2.3 METAS FÍSICAS Y FINANCIERAS DE LOS PROGRAMAS ALIMENTARIOS Y NUTRICIONALES

Para el año 2003, los programas alimentarios y nutricionales se han clasificado de acuerdo a la estructura funcional programática, clasificándose en **04** sub-programas denominados: Asistencia al Niño y al Adolescente, Promoción y Asistencia Social, Emergencia (Prevención Fenómeno El Niño 2002-2003) y Promoción y Asistencia Social y Comunitaria (Proyectos de Inversión).

El financiamiento de estos sub-programas se respalda en el Presupuesto Institucional de PRONAA para el año 2003, recursos de la Cooperación Internacional y los Saldos de Stock de Alimentos al 31 de Diciembre del 2002.

Las metas por línea de acción se describen a continuación.

2.3.1 Sub-Programa: Asistencia al Niño y al Adolescente

Este sub-programa tiene como propósito mejorar o mantener los niveles nutricionales de los grupos de mayor vulnerabilidad, es decir, niños/as menores de 6 años y escolares de educación primaria, localizados en zonas de extrema pobreza y de pobreza a nivel nacional. Este sub-programa incluye 03 componentes: Programa de Alimentación Infantil, Programa de Alimentación Escolar y el Programa de Niños y Adolescentes.

En el año 2003, se ha estimado atender a **3'409,325** personas con **99,709.51** TM de alimentos valorizados en **S/. 317'391,167.79** por toda fuente de financiamiento (recursos ordinarios y el Programa Mundial de Alimentos-PMA de las Naciones Unidas). Ver Cuadro N° 1. Estas metas han sido determinadas considerando las raciones alimentarias, disponibilidad de alimentos, días de atención, implementación de centros de atención de los programas, proyectos y/o actividades, que acompañados de otros factores como, la ubicación geográfica, hábitos de consumo y cultura, inciden directamente sobre el logro de las metas previstas en los programas.

Cuadro No. 1: Programación de Metas Físicas y Financieras – PTI 2003 Sub-Programa: Asistencia al Niño y al Adolescente. Consolidación Nacional

Programas	No. Benef.	TM	S./
Alimentación Infantil	594.800	24.476	92.146.888
Alimentación Escolar	2.787.027	73.970	222.015.918
Niños y Adolescentes	27.498	1.263	3.288.361
Total	3.409.325	39.710	317.391.167

Fuente: PRONAA

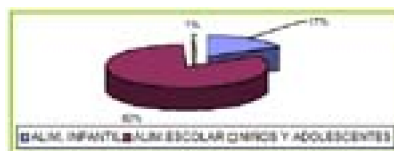


Gráfico 2.1: NÚMERO DE BENEFICIARIOS DE SUBPROGRAMA ASISTENCIA AL NIÑO

Fuente: Propia

Este sub-programa esta compuesto por el Programa de Alimentación Infantil, Programa de Alimentación Escolar y el Programa de Niños y Adolescentes. Estos programas se ejecutan a través de proyectos, actividades y convenios que detallamos a continuación:

Alimentación Infantil

El Programa de Alimentación Infantil – PAI tiene por finalidad mejorar el estado nutricional y prevenir daños en la población infantil de las zonas de extrema pobreza; así como, busca reducir las prevalencias de déficit de los principales micronutrientes, tales como, hierro, yodo y Vitamina A. Con dicho propósito se ha diseñado un programa que considera la entrega de raciones que mejoren los niveles de ingesta diaria de calorías y proteínas.

Asimismo, como acción complementaria al apoyo alimentario se buscará mejorar la capacitación de la población en temas relacionados a alimentación infantil, nutrición, salud básica, higiene, manipulación de alimentos, etc. De igual modo, se equipará e implementará a los comedores infantiles y desarrollará otras acciones de carácter nutricional que conlleven al desarrollo integral del infante.

El programa prioriza la atención a los niños/as entre 06 meses y menores de 6 años de edad. De esta manera, para el año 2003 estima atender a **594,800** niños/as, con **134'736,889** raciones de alimentos que representan **24,476.29** TM de alimentos valorizados en S/. 92'146,888, el cual es financiado en su totalidad con recursos ordinarios del Tesoro Público.

Entre las actividades del Programa, tenemos:

a. Comedores Infantiles

Busca contribuir a mejorar el estado nutricional de la población infantil menor de 6 años, mediante la asistencia alimentaria y actividades de motivación y capacitación de madres, profesores, animadores o promotores. Comprende una atención integral, distribuyendo una ración de 237 grs. de alimentos (Desayuno y Almuerzo), durante 312

días al año, esperándose cubrir el 60% de los requerimientos en calorías del niño, el 104% de proteínas, así como cubrir el 100% de hierro con la finalidad de compensar la baja biodisponibilidad de este micronutriente en la dieta de los niños y niñas.

Durante el año 2003 se espera atender a **144,530 niños/as** a través de los comedores infantiles, con **45'093,360** raciones de alimentos, que hacen un total de **10,867.50 TM** de alimentos valorizados en **S/.26'201,584** financiados en su totalidad por recursos ordinarios de Tesoro Público. Con la ración establecida se espera mejorar los niveles de ingesta diaria de calorías y proteínas de las niñas y niños; reducir el déficit en micronutrientes, tales como hierro, yodo y vitamina A; así como, mejorar los conocimientos de la población en alimentación infantil, nutrición, salud básica, higiene, manipulación de alimentos, estimulación temprana y aprestamiento. Los componentes del programa son los siguientes:

1. Logístico: la distribución de las raciones cocidas se realizan a través de comedores infantiles.

2. Capacitación: programada para impartirse a las madres responsables de los comedores infantiles.

3. Vigilancia Alimentaria Nutricional: comprende la toma de datos antropométricos a los niños y niñas dentro del programa, previa coordinación con el Sector Salud, información que es consolidada en las Gerencias Locales.

4. Equipamiento e Implementación: consiste en implementar los comedores infantiles con cocinas mejoradas, semindustriales y a kerosene; así como con menajes de cocina y comedor y mobiliario.

5. Construcción y/o Mejoramiento de Infraestructura: apoyar con materiales la construcción, mejoramiento de la infraestructura de los comedores infantiles ubicados en comedores populares y locales comunales.

6. Supervisión y Monitoreo: consiste en controlar la recepción de alimentos, uso, calidad de la dieta, higiene en su preparación y consumo de los alimentos distribuidos.

b. Programa de Complementación Alimentaria para Grupos en Mayor Riesgo –PACFO

Busca prevenir la desnutrición y evitar daños irreversibles en el crecimiento y desarrollo intelectual de los infantes comprendidos entre los 6 a 36 meses de edad, residentes en los departamentos de mayor pobreza del país. Comprende la atención integral durante 216 días, mediante raciones nutricionalmente balanceada de 90 gramos, que cubre el 30% de sus requerimientos de calorías y el 30 % de proteínas, además del 100% del requerimiento de hierro.

Para el 2003 se atenderá a un total de **371,517 niños/as** con **80'061,914 raciones** alimentarias, que hacen un total de **7,205.57 TM** de alimentos valorizados en **S/. 51'880,120** financiados con recursos ordinarios de Tesoro Público.

Con la entrega de esta ración se espera mejorar la ingesta diaria de calorías y proteínas de los niños; reducir la prevalencia de déficit de los principales micronutrientes, como el hierro, yodo y vitamina A..

Los componentes del programa son los siguientes:

1. Logístico: la distribución de las raciones crudas se realizan a través de los establecimientos de salud.
2. Capacitación: programada para impartirse a los padres, madres en los establecimientos de salud.
3. Vigilancia Nutricional: comprende la toma de datos antropométricos a los niños/as del programa, previa coordinación con el Sector Salud, información que es consolidada en las Gerencias Locales.
4. Supervisión y Monitoreo: consiste en controlar la calidad de la dieta, higiene en su preparación y consumo de los alimentos distribuidos.

c. Programa de Alimentación y Nutrición a la Familia de Alto Riesgo-PANFAR

Busca mejorar el estado de nutrición de los niños/as menores de 36 meses y de sus madres, identificadas en aquellas familias de zonas de extrema pobreza del país, con riesgo de sufrir desnutrición crónica. Con dicho propósito se han establecido la entrega de una ración familiar en crudo de 674 gramos. Esta ración es equivalente a 2 raciones de comedores infantiles y 01 ración de comedores populares.

La ración cubre el 86% de los requerimientos calóricos del niño/a y el 32 % de las madres, así como el 120% de proteínas en el niño o niña y 50% en la madre. Se ha previsto cubrir el 100% de requerimiento de hierro.

En el 2003, se espera atender a **26,251 familias** (2 niños/as y 01 madre) equivalente a 78,753 personas, con la entrega de **9'581,615 raciones alimentarias** en crudo que demandan **6,403.22 TM** de alimentos por un valor de **S/. 14'065,184** financiados en su totalidad con recursos ordinarios del Tesoro Público.

Los componentes del programa son los siguientes:

1. Logístico: la distribución de las raciones crudas se realizan a través de los establecimientos de salud.
2. Capacitación: programada para impartirse a los padres, madres en los establecimientos de salud.
3. Vigilancia Nutricional: comprende la toma de datos antropométricos a los niños y niñas del programa, previa coordinación con el Sector Salud, información que es consolidada en las Gerencias Locales.
4. Supervisión y Monitoreo: consiste en controlar la calidad de la dieta, higiene en su preparación y consumo de los alimentos distribuidos.

Alimentación Escolar

El Programa de Alimentación Escolar-PAE, se desarrolla a nivel nacional de manera simultánea al año escolar, es considerado de gran importancia dentro de los lineamientos de política del actual Gobierno y del Sector. Tiene como objetivo, contribuir a mejorar el rendimiento escolar a través de la complementación alimentaria con énfasis en micronutrientes.

Para el año 2003, el Programa espera atender a **2'787,027 niños/as** en edad escolar con **364'871,172 raciones alimentarias** que representan un total de **73,969.73 TM** de alimentos, valorizados en **S/. 222'015,918**; de los cuales el Programa Mundial de Alimentos-PMA de las Naciones Unidas aporta la cantidad de **S/. 11'783,230** (5.31%) y el Tesoro Público S/. **210'232,686** (94.69%) del total de los recursos.

Cabe recalcar que este Programa se distribuye bajo dos modalidades en desayunos y almuerzos. Para los desayunos se adquiere leche fresca o enriquecido lácteo y un componente sólido, que le permite proporcionar niveles considerables de calorías y proteínas a los niños/as. En el caso de los almuerzos se entregará alimentos con los contenidos mínimos requeridos de proteínas y calorías. Su ejecución se realiza en coordinación con el Sector Educación, que permite la utilización de la infraestructura educativa a nivel nacional y propicia la participación de las Asociaciones de Padres de Familia (APAFAs) no sólo en la distribución de alimentos sino en acciones complementarias relacionadas a la implementación básica de los Comedores Escolares, Capacitación a los docentes y padres de familia, en el seguimiento y supervisión de las actividades. El Programa tiene como sus principales proyectos y actividades los siguientes:

a. Proyecto de Desayunos Escolares

Tiene como objetivo contribuir a mejorar el nivel nutricional de la población en edad escolar, prioritariamente en zonas con alta tasa de desnutrición infantil y situación de extrema pobreza, lo que conlleva a mejorar su capacidad de aprendizaje y asistencia a la escuela. Los beneficiarios serán atendidos por un espacio de 138 días con raciones diarias tipo desayuno, que cubren en promedio el 26% de sus requerimientos calórico y el 45% del requerimiento proteico. Estas raciones son de cuatro tipos; la primera de 340gr. (250gr. de leche UHT y 90gr. de pan enriquecido), la ración B de 340gr. (90gr. de leche fresca y 250gr. de pan enriquecido); la ración C de 140gr. (50gr. de mezcla fortificada y 90gr. de pan enriquecido) y la ración D de 140gr. (50gr. de mezcla fortificada y 90gr. de galleta).

El Proyecto además busca incentivar la práctica de buenos hábitos y costumbres alimentarias, así como de higiene en los niños y sus familias; promover la utilización de alimentos de producción nacional, apoyando prioritariamente a los productores locales; promover la participación activa de la comunidad educativa, docentes, padres de familia, alumnos y autoridades locales en el mejoramiento de la alimentación del niño en edad escolar.

En el 2003 se atenderá a **1'691,128 niños/as en edad escolar** con una distribución de **233'375,664 raciones** alimentarias que representan **43,610.83 TM** de alimentos por un valor de **S/. 150'123,400**, financiados con recursos ordinarios de Tesoro Público.

La estrategia de atención para los niños/as es a través de los Comité de Alimentación Escolar-CAEs conformado en cada Centro Educativo seleccionado y esta administrado por el Director, Profesores y Padres de Familia. Los CAEs serán implementados con menaje de cocina, cocinas mejoradas y cocinas semiindustriales a través del Proyecto Apoyo Alimentario

b. Proyecto de Comedores Escolares

El Proyecto, busca complementar la alimentación de la población en edad escolar, prioritariamente en zonas con alta tasa de desnutrición infantil y situación de extrema pobreza, en la perspectiva de mejorar su capacidad de aprendizaje y asistencia a la escuela. Se ha programado la entrega de raciones tipo almuerzo de 190 gramos durante 138 días; la ración cubre en promedio el 35% del requerimiento calórico del escolar y el 83% de sus necesidades de proteínas. El proyecto se ejecuta con el apoyo de los comités de alimentación escolar (CAES) de cada centro educativo, similar al del proyecto de desayunos escolares.

Para el año 2003 se atenderá a **542,313 niños/as** en edad escolar con la entrega de **74'839,194 raciones alimentarias** que representa **14,219.45 TM** de alimentos por un valor de **S/. 27'622,301**, financiados con recursos ordinarios de Tesoro Público.

c. Proyecto "Asistencia Alimentaria a niños Pre-escolares y de Educación Primaria en Áreas Rurales"- PER 4808

Busca mejorar el nivel nutricional de la población en edad pre-escolar y escolar, prioritariamente en zonas con alta tasa de desnutrición y situación de extrema pobreza, lo que llevará a mejorar su capacidad de aprendizaje y asistencia a la escuela.

Se ha programado la entrega de raciones de desayuno de 120 gramos durante 158 días; la ración cubre el 31% de requerimiento calórico y el 42% del requerimiento proteico de cada niño y niña. La estrategia de atención es similar al Proyecto Desayunos Escolares

El Proyecto atenderá en el presente año a **143,033 niños/as** con **22'599,214 raciones de alimentos**, que representan **2,711.91 TM** de alimentos adquiridos con recursos del Programa Mundial de Alimentos-PMA de las Naciones Unidas, éste aporte esta valorizado en **S/. 11'783,232**.

d. Programa de Centros Educativos Iniciales

El programa se orienta a mejorar el estado nutricional y prevenir retrasos en el crecimiento de la población infantil localizados en los distritos de extrema pobreza a nivel nacional. Comprende la atención integral de los niños y niñas en edad preescolar mediante la entrega de una ración refrigerio-almuerzo de 237 gramos durante 138 días; la ración cubre el 60% de lo requerimientos calóricos y el 100% de proteínas. Se ha previsto cubrir el 100% del requerimiento de hierro.

Para el año 2003, se atenderá a **410, 553 niños/as** con la entrega de **56'656,314 raciones alimentarias** que representa **13,427.55 TM** de alimentos, valorizados en **S/. 32'486,985**.

· Niños y Adolescentes

En el marco de este Programa se incluye los convenios con la Fundación por los Niños del Perú, Programa de Educación Básica Laboral-PEBAL y los proyectos Hogares y Albergues y PROMARN, los que detallamos a continuación:

a. Fundación por los Niños del Perú

El convenio consiste en reforzar el nivel alimentario de los niños/as atendidos en

cunas y aldeas de la Fundación, mediante la entrega de una ración de 100 gramos, durante 234 días. La ración cubre el 52% de los requerimientos calóricos y el 93% de proteínas.

El año 2003 se ha programado la atención de **2,833 niños/as** con la entrega de **662,922 raciones alimentarias** que representa **66.3 TM** de alimentos valorizados en **S/. 108,271**.

b. Hogares y Albergues

Este proyecto busca brindar atención alimentaria a los niños/as y adolescentes alojados en hogares y albergues, y en otras instituciones de bien social. Los beneficiarios son atendidos durante 312 días con raciones diarias tipo almuerzo de 190 gramos que cubren el 35% los requerimientos calóricos y el 83% del proteico.

Para el 2003, se atenderá a **19,450 personas** con **6'068,400 raciones** alimentarias, que representan un total de **1,153 TM** de alimentos valorizados en **S/. 2'239,778**.

c. Programa de Educación Básica Laboral-PEBAL

El convenio consiste en brindar apoyo alimentario a los niños/as que participan en el Programa de Educación Básica Laboral-PEBAL, con la entrega de alimentos en crudo para su preparación en los comedores de PEBAL y su posterior consumo por los niños/as.

Se ha programado una ración de 190 gramos durante 198 días de atención; la ración cubre el 30% de calorías y el 62% de sus requerimientos de proteínas. En el presente año se atenderá a **1,175 niños/as** de Lima Metropolitana con **232,650 raciones** alimentarias que representa **44.20 TM** de alimentos, valorizados en **S/. 85,868**.

d. Programa de alimentación y nutrición dirigido al menor en estado de abandono y riesgo nutricional-PROMARN

El proyecto consiste en mejorar la dieta alimentaria (tipo almuerzo) del menor de 6 a 14 años de edad, entre niños/as y adolescentes que estudian y trabajan y se encuentran en situación de abandono, riesgo moral y de salud. Se entregará un subsidio económico equivalente a una ración de 190 gramos durante 312 días que cubre el 35% de los requerimientos calóricos y el 69% de proteínas. El subsidio será entregado en cada hogar, albergue o centro de rehabilitación social de menores para su preparación y consumo.

El presente año se ha programado atender a **4,040 beneficiarios** con la entrega de subsidios equivalente a 1'260,480 raciones a un costo total de **S/. 794,444**.

2.3.2 Sub-Programa: Promoción y Asistencia Social

El propósito es brindar atención alimentaria complementaria a la población en pobreza extrema y en pobreza. Este sub-programa incorpora componentes como: Programa a Comedores, Grupos en Riesgo, Obras Comunales y Emergencia. Este sub-programa será financiado con recursos ordinarios y la cooperación internacional (Programa Mundial de Alimentos-PMA de las Naciones Unidas).

A través de este Sub-Programa se atenderá a **1'209,219** personas con la entrega de **55,306.28 TM.** de alimentos valorizados en **S/. 108'736,508.65** (Ver cuadro No. 2).

Cuadro N°2: Programación de Metas Físicas y Financieras – PTI 2003. Sub-Programa: Promoción y Asistencia Social. Consolidado Nacional

PROGRAMAS	N° de Benef.	TM	S/.
Programa Comedores	969,389	43,933	87,720,673
- Atención a Comedores	969,389	43,933	78,220,673
- Subsidios 1/	136,620	-	9,500,000
Grupos en Riesgo 2/	86,196	5,768	10,218,736
Obras Comunales	146,621	5,363	10,361,588
Emergencias	7,013	243	435,511
TOTALES	1,209,219	55,306	108,736,509

Fuente: PRONAA



Gráfico 2.2: NÚMERO DE BENEFICIARIOS DE SUBPROGRAMA PROMOCIÓN Y ASISTENCIA SOCIAL

Fuente: Propia

Esta sub-programa esta compuesto por el Programa de Comedores, Grupos en Riesgo, Obras Comunales y Emergencias. Estos programas se ejecutan a través de proyectos, actividades y convenios tal como detallamos a continuación:

- Programa de Comedores

a. Atención a Comedores

El Programa busca mejorar las condiciones de acceso a la alimentación de personas de bajos recursos, constituyéndose los comedores en agentes de cambio, con carácter comunitario, desempeño dinámico y desarrollo organizacional. Bajo este marco el Programa de Comedores desarrolla actividades complementarias a la distribución de alimentos, como: capacitación a socias en nutrición, salud básica, higiene y manipulación de alimentos e implementación y equipamiento de comedores.

Tiene como objetivo, abastecer oportunamente con alimentos a los comedores populares a nivel nacional mediante la entrega de una ración de 200 gramos durante 240 días. La ración cubre en promedio el 31% de los requerimientos de calorías y el 54% de proteínas de una persona.

Para el año 2003, la programación de beneficiarios será de la siguiente manera: el I trimestre: **969,389 beneficiarios**, II trimestre: **941,784 beneficiarios**, III trimestre: **893,685 personas**, mientras el IV trimestre: **842,079 personas**. El total de raciones a

entregarse asciende a **216'755,780** que representa **43,932.79 TM** de alimentos valorizados en **S/. 78'220,673**.

Es necesario mencionar que en el mes de enero del 2003 se atenderá con una ración alimentaria equivalentes a 230 gramos y de febrero a diciembre se con raciones de 200 gramos de conformidad a la Directiva General N° 001-2003-GT-PRONAA "Raciones Referenciales para los Programas Alimentarios y Nutricionales", aprobada mediante Resolución Jefatural N° 068-2003-PRONAA/J.

b. Subsidios a Comedores

Mediante esta actividad se busca complementar la dieta alimentaria de la población pobre de los comedores populares de Lima Metropolitana a través de un subsidio pecuniario equivalente a S/. 0.25 por ración alimentaria.

Para el año 2003 se ha programado la atención de **136,620 personas** por 240 días, por un costo de **S/. 9'500,000**. En este caso, los beneficiarios son considerados en el componente Atención a Comedores.

Grupos en Riesgo

a. Convenios

Tiene como objetivo, contribuir a reforzar la atención alimentaria a la población adulta en riesgo moral y de salud. Se diferencia de Actas de Compromiso, porque el volumen de alimentos por centro supera las 6 TM de alimentos. En este rubro se incluyen los convenios con las siguientes instituciones:

- Convenio CONADIS
- Convenio Beneficencia del Callao
- Convenio Hogar de Cristo
- Convenio Hermanas de los Ancianos Desamparados
- Convenio Vicaria de la Caridad
- Convenio Policía Nacional del Perú

Para el año 2003 se ha programado una ración de 200 gramos durante 250 días; el aporte nutricional cubre el 31% de los requerimientos de calorías y el 54% de proteínas. Se estima una atención de **14,970 personas** con la entrega de **3'742,500 raciones alimentarias** que representa **748.5 TM** de alimentos valorizados en **S/.1'318,286**.

b. Actas de Compromisos

Tiene como objetivo, contribuir con la alimentación de adultos en riesgo moral y de salud, tanto de hogares, albergues y casas refugio, así como la atención a mujeres afectadas por violencia familiar. La atención por centro abarca una cantidad igual o menor a 6 TM. de alimentos.

Para el presente año se ha programado atender con una ración alimentaria de 200 gramos/día durante 300 días. La ración cubre en promedio el 31% de los requerimientos de calorías y el 54% de proteínas. Se estima atender a **13,746 personas** con la entrega de **4'123,800 raciones alimentarias** que representa **821.32 TM** de alimentos valorizados

en **S/. 1'439,067.**

c. Programa de Alimentación y Nutrición para el Paciente Ambulatorio con TBC y su Familia - PANTBC

Este proyecto está orientado a proporcionar recursos alimentarios al paciente ambulatorio con tuberculosis. Se proporciona una ración de 200 gramos de alimentos en crudo, durante 360 días. La ración cubre en promedio el 28% de los requerimientos de calorías y el 38% de proteínas.

Para el año 2003 se ha programado atender a 19,160 pacientes más dos de sus contactos, que en conjunto asciende a **57,480 personas**. Se entregará **20'692,800** raciones que representa **4,197 TM** de alimentos valorizados en **S/. 7'461,382.**

Obras Comunes

En el marco de este componente se ha incluido los proyectos de Obras Comunes, "Promoción del Desarrollo Sustentable de Microcuencas Altoandinas-PER 6240" y Convenio PRONAA-PRONAMACHCS-PMA (frijoles en Puno); estos últimos financiados por el Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas, los que detallamos a continuación:

a. Obras Comunes

Tiene como objetivo estimular el trabajo comunitario no remunerado de los miembros de las familias rurales por su participación en la ejecución de diversas obras y actividades de infraestructura vial, riego, servicios básicos, social, agropecuaria, manejo y conservación de suelos, forestación y reforestación, y construcción de piscigranjas, que los beneficien a la propia comunidad, a través de la entrega de una ración de 2 Kg. de alimentos por jornal realizado.

Para el año 2003 se ha estimado entregar 1'243,980 raciones que beneficiará a **41,466 personas con 2,488 TM** de alimentos valorizados en **S/. 4'500,081**, financiado totalmente con recursos del Tesoro Público.

b. Proyecto "Promoción del Desarrollo Sustentable de Micro cuencas Alto andinas" – PER 6240

El Proyecto busca crear condiciones para que los hogares pobres inviertan en capital humano mediante la educación y la capacitación; posibilitar la adquisición y conservación de bienes por parte de las familias pobres; crear las condiciones para que los hogares cuya seguridad alimentaria depende de recursos naturales degradados puedan contar con medios de subsistencia más sostenibles. Los alimentos servirán como incentivo para la realización de obras de conservación de suelos, producción agrícola, capacitación en el fomento del ahorro y generación de ingresos y asistencia técnica para la formación y desarrollo de microempresas rurales, para lo cual las mujeres y los varones que participen en estas actividades reciban raciones alimentarias familiares en compensación por el tiempo dedicado a las mismas.

Para el año 2003 se espera atender a **105,155 personas** y generar 1'500,000 jornales de trabajo mediante la distribución de **2,874.58 TM** de alimentos adquiridos con fondos de la monetización de alimentos donados el Programa Mundial de Alimentos-PMA

de las Naciones Unidas. El aporte de ésta fuente cooperante asciende a **S/. 5'861,507**.

c. Convenio PRONAA-PRONAMACHCS-PMA

El propósito del Convenio es brindar apoyo alimentario a la rehabilitación de la infraestructura productiva y social dañada por los fenómenos naturales ocurridos en el departamento de Puno.

El año 2003 se ha programado la atención de **7,013 beneficiarios** y la generación de 72,533 jornales mediante la distribución de **243 TM** de alimentos, valorizados en **S/. 435,511**.

PRONAMACHCS brindará asistencia técnica a las organizaciones de base del departamento en actividades de conservación de suelos, rehabilitación de andenes, terrazas de formación lenta, zanjas de infiltración, defensas ribereñas, mejoramiento de pastos, rehabilitación de caminos, pequeños sistemas de riego, plantación forestal, entre otros.

2.3.3 Sub-Programa: Emergencia (Prevención Fenómeno El Niño 2002-2003)

Este sub-programa en el Presupuesto Inicial de Apertura del año 2003 no fue programado recursos. Sin embargo, con fecha 01 de febrero del 2003 el Ministerio de Economía y Finanzas transfiere al PRONAA la cantidad de **S/. 6'841,000** para atender con alimentos en el marco del Plan de Contingencia para el Fenómeno El Niño 2002-2003 (Decreto Supremo N° 011-2003-EF). Posteriormente, mediante Decreto Supremo N° 028-2003-EF de fecha 6 de marzo del 2003, el Ministerio de Economía y Finanzas autoriza la transferencia al PRONAA de **S/. 300,000** para ejecutar inversión en el departamento de Puno, lo que hace un total de presupuesto por Emergencia por la cantidad de **S/. 7'141,000**. Ver Cuadro N° 3

Cuadro N° 3: Programación de Metas Físicas y Financieras – PTI 2003. Sub.Programa: Emergencia (Fenómeno El Niño 2002-2003). Consolidado nacional

Rubros	U.M.	Cantidad	Soles (S/.)
- Acciones de Emergencia	Acción	11	727,000
- Apoyo a la Emergencia	Beneficiario	257,193	
	TM	3,066.58	6,114,000
Total Prevención Fenómeno El Niños			6,841,000
- Rehabilitación	Unidad	1	300,000
Total Emergencia Zona Sur			300,000
TOTALES			7,141,000

Fuente: PRONAA

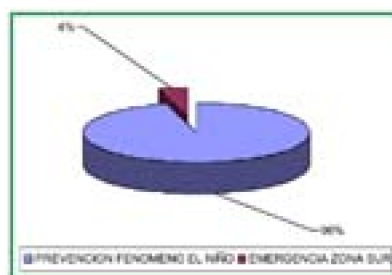


Gráfico 2.3: MONTOS POR EMERGENCIAS EN SOLES

Fuente: Propia

Este sub-programa tiene como finalidad brindar asistencia alimentaria a la población damnificada como consecuencia de algún fenómeno o daño natural. Para el año 2003 se cuenta con recursos de transferencia por parte del Ministerio de Economía y Finanzas-MEF por **S/. 6'841,000** para atender con alimentos en el marco del Plan de Contingencia para el Fenómeno El Niño 2002-2003. En el presente año se ha programado la atención de 257,193 beneficiarios mediante la distribución de **3,077.58 TM** de alimentos, valorizados en **S/. 6'841,000**.

Así como se ha dispuesto la transferencia de **S/. 300,000** para ejecutar actividades de rehabilitación en el departamento de Puno, con la finalidad de atender a **16,308 personas**.

El apoyo alimentario se realizará a través de dos modalidades: con la entrega de una bolsa de alimentos en crudo por cada familia damnificada con la finalidad de aliviar sus necesidades alimentarias hasta que supere la emergencia o por intermedio de un comedor de emergencia bajo la modalidad de olla común, donde las personas damnificadas reciben diariamente una ración preparada de alimentos.

2.3.4. Sub-Programa: Promoción y Asistencia Social y Comunitaria (Proyectos de Inversión)

Constituyen acciones complementarias a las realizadas por los programas alimentarios y nutricionales, tienen como finalidad incrementar el impacto de los respectivos programas en la población beneficiaria a través de actividades de capacitación, implementación, equipamiento, mejoramiento y construcción de almacenes y comedores, entre otros.

Para el año 2003, se ha programado la asignación presupuestal a S/. 21'418,500, el cual será distribuido en los Proyectos de Apoyo Alimentario y Promoción Social, financiados por recursos ordinarios del Tesoro Público. Ver Cuadro N° 4.

Cuadro No. 4: Sub- Programa: Promoción y Asistencia Social. Consolidado Nacional

Proyectos de Inversión	Monto (S/.)
Apoyo alimentario	10'180,425
Promoción Social	10'938,075
TOTAL	21'118,500

Fuente : PRONAA



Gráfico 2.4: MONTOS POR PROMOCIÓN Y ASISTENCIA SOCIAL

Fuente : Propia

Proyectos de Inversión

Los proyectos de inversión constituyen actividades orientadas a complementar los programas alimentarios, a fin de mejorar los niveles de atención.

Para el 2003 se ha previsto la ejecución de Proyectos de Inversión por un monto de S/. **21'118,500**, denominados Proyecto de Apoyo Alimentario y Proyecto de Promoción Social; sus componentes y actividades se detallan a continuación:

a. Proyecto de Apoyo Alimentario

A través de este proyecto se pretende implementar y equipar los comedores populares, infantiles y escolares, mediante la adquisición de cocinas, módulos de cocina, menaje, mobiliario, ollas, cucharones, mandiles, carteles, etc.; así como, el mejoramiento y rehabilitación de la infraestructura de los comedores, lo que permitirá mejorar y ampliar la atención alimentaria en forma directa a la población objetivo.

Además, el proyecto implementará y brindará equipamiento, mejoramiento, rehabilitación y a los almacenes, a fin de mejorar el almacenamiento y conservación de los alimentos en condiciones sanitarias y de salubridad. El monto de la inversión del proyecto para el 2003 asciende a S/. **10'180,425**. Entre los objetivos del proyecto, tenemos:

- Mejorar la infraestructura, mejoramiento y rehabilitación de los almacenes y comedores.
- Mejorar las condiciones básicas, sanitarias y de salubridad para el almacenamiento de alimentos.
- Mejorar la atención, distribución y asistencia alimentaria.
- Implementar y equipar los almacenes y comedores:
- Dotar y/o renovar los utensilios o módulos básicos a los comedores, mejorando así la atención que brindan a sus comensales.

f. Mejorar la capacidad operativa de los comedores, procurando mejorar sus ingresos que permitan su autosostenibilidad.

g. Mejorar la capacidad instalada de los comedores populares mediante la implementación de cocinas semi-industriales y mejoradas.

i. Gestión Administrativa

Este componente está orientado a la supervisión, logística y asistencia técnica para la ejecución de las diferentes actividades, obras y/o acciones del proyecto. Para el año 2003 se ha dispuesto un presupuesto de S/. 4'956,043.

ii. Implementación y/o Equipamiento de Almacenes y Comedores

Este componente permitirá proporcionar de bienes y equipos a los diferentes almacenes y comedores de las diferentes Gerencias Locales del PRONAA con la finalidad de garantizar y facilitar sus objetivos previstos. Esta acción alcanza una inversión de S/. 2'386,969, que permitirá un mejor manejo, almacenamiento y distribución de los alimentos.

Los comedores serán dotados, en calidad de cesión en uso de bienes y equipos tales como: jarros, baldes, ollas, cucharones, mandiles, tocas, carteles, cocinas, sartén N° 36, menajes de cocina (espumaderas, bidones, portaraciones, jarras medidoras, etc.), tocas, mobiliario (mesas y bancas) y otros módulos de cocina.

iii. Infraestructura y/o Mejoramiento de Almacenes y Comedores

Este componente está orientado a rehabilitar y mejorar la infraestructura de almacenes y comedores, el cual permitirá dotar de un mejor servicio y atención a la población que hace uso de los comedores. El costo del componente asciende a S/. 2'126,952.

iv. Capacitación de Recursos Humanos

Este componente permite capacitar al personal especialista en las diversas Gerencias Locales. Tiene como propósito mantener actualizado al personal a fin que se asume la responsabilidad de conducir el Programa a nivel nacional. Para el año 2003 se ha previsto un presupuesto ascendente a S/. 530,461.

v. Prevención y Control de Deficiencia de Micronutrientes

Este componente tiene como propósito mejorar el consumo de micro nutrientes (hierro y Vitamina A), principalmente en niños menores de 05 años y mujeres en edad fértil de 12 a 45 años, principalmente en las zonas con altos índices de desnutrición. Para el 2003 se ha previsto un presupuesto S/. 180,000.

b. Proyecto de Promoción Social

El Proyecto está orientado a desarrollar actividades de Desarrollo Integral de la Mujer, Capacitación Técnica Integral, Monitoreo y Evaluación de Planes, Programas, dirigidos a organizaciones de base. En el 2003 se ha previsto un presupuesto de **S/. 10'938,075**. Los objetivos planteados se detallan a continuación:

a. Promover y propiciar en forma integral la capacitación técnica de los grupos organizados, tales como comedores populares, comedores escolares e infantiles.

b. Elaborar estudios de evaluación de impacto y línea de base de los programas de asistencia y apoyo alimentario.

c. Evaluar los planes y programas asegurando el soporte necesario de las actividades de apoyo y asistencia alimentaria.

i. Gestión Administrativa

Está orientado a la supervisión, logística y asistencia técnica de las diferentes etapas del proyecto, destinándose para el presente año un total de S/. 6'627,291 a fin de cumplir con lo establecido en el proyecto.

ii. Capacitación Técnica e Integral

Comprende el desarrollo de actividades de capacitación en gestión y organización de comedores, en alimentación y nutrición, hábitos de consumo, higiene, salud y manipulación de alimentos almacenados, a fin de mejorar los servicios de alimentación que prestan los comedores infantiles, escolares y populares a nivel nacional, así como propiciar niveles de autogestión en los comedores. Se destinará un monto de S/. 3'058,384 para este componente.

iii. Monitoreo y Evaluación de Programas y Proyectos

Está relacionado con la ejecución de los programas regulares (que forman parte del Plan de Trabajo Institucional), además de los proyectos de medición de impacto, especialmente de los programas de alimentación infantil, escolar y programa de comedores, tiene un costo de S/. 300,000.

iv. Elaboración de Estudios

Se ha previsto la realización de dos estudios de evaluación de impacto en los programas de alimentación infantil y escolar, respectivamente por un valor de S/. 500,000

v. Apoyo al Desarrollo Integral de la Mujer

Está relacionada con el desarrollo de eventos culturales y celebraciones masivas como el Día de la Madre, Día Internacional de la Mujer, Día de la Alimentación, etc., promoviendo de esta manera el fortalecimiento de las organizaciones de base. Se ha dispuesto un monto de S/.452,400 para este componente.

El consolidado global por número de beneficiarios, toneladas métricas distribuidas y el monto de inversión global por programas y proyectos esta resumido en el **Apéndice 2**.

CAPÍTULO III: Marco teórico

El objetivo de este capítulo es incorporar los conceptos teóricos de la Investigación de Operaciones, a fin de enmarcar la técnica de programación lineal en el contexto general de las técnicas de optimización.

3.1 LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

Es la ciencia de la administración (que también se conoce como investigación de operaciones), donde los administradores utilizan las matemáticas y las computadoras para tomar decisiones racionales en la resolución de problemas. Aunque algunos problemas son lo bastante simples como para que un administrador pueda aplicar su experiencia personal para resolverlos, en el complejo mundo actual muchos problemas no pueden resolverse de esta manera. La evaluación de cada alternativa es demasiado difícil o tardada debido a la cantidad y complejidad de la información que debe ser procesada o porque el número de soluciones alternativas es tan vasto que un administrador simplemente no puede evaluarlas todas para seleccionar una apropiada.

En resumen podemos indicar que la Administración o Investigación de Operaciones es el uso de las matemáticas y las computadoras para ayudar a tomar decisiones racionales frente a problemas de administración complejos.

3.2 APLICACIONES DE LA INVESTIGACIÓN OPERATIVA

3.2.1 Tipos de problemas

1. Problemas determinísticos, en los que toda la información necesaria para obtener una solución se conoce con certeza.

Son problemas en el que toda la información necesaria para obtener una solución se conoce con certeza.

2. Problemas estocásticos, en los que parte de la información necesaria no se conoce con certeza, sino más bien se comporta de una manera probabilística. Un problema se vuelve estocástico si su objetivo es maximizar con una probabilidad de ganar al menos 8%. Esto es así porque el objetivo ahora depende del comportamiento probabilístico de los costos.

Son problemas en el que parte de la información no se conoce con certeza.

3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

El uso de métodos cuantitativos para solucionar problemas, generalmente implica a mucha gente de toda la organización. Los individuos de un equipo de proyectos proporcionan información de sus áreas respectivas respecto a diversos aspectos del problema. El proceso de aplicar métodos cuantitativos requiere una sucesión sistemática de pasos ilustrados en la figura 3.1. Cada uno de estos pasos se describe en detalle más adelante.



Figura 3.1 La metodología de la investigación de operaciones

3.3.1 Definición del problema

El primer paso es identificar, comprender y describir, en términos precisos, el problema que la organización enfrenta. Se conoce el objetivo global, como son las limitaciones (en términos de pautas de inversión) que deben considerarse para llegar a la decisión.

En otras situaciones, el problema puede no estar bien definido y puede requerir bastantes discusiones y consenso entre los miembros del equipo de proyectos. Por ejemplo, puede haber varios objetivos que entren en conflicto. Tal vez usted desee maximizar la satisfacción del cliente y, sin embargo, también minimizar los costos totales. Es improbable que pueda lograr ambas metas. Se tendrán que tomar decisiones corporativas respecto a un objetivo global.

3.3.2. Desarrollo de un modelo matemático y recolección de datos

Después de que el problema está claramente definido y comprendido, el siguiente paso es expresar el problema en una forma matemática, esto es, formular un modelo matemático. Una vez construido el modelo, existen muchas técnicas matemáticas disponibles para obtener la mejor solución; a pesar del vasto número de alternativas y/o de la complejidad implicada.

3.3.2.1 Modelo

Modelo es la representación de un sistema de acuerdo a los objetivos del estudio del sistema. Es decir, para cierto objetivo de estudio ciertas partes del sistema son relevantes; y si cambia el objetivo de estudio, las partes relevantes del sistema probablemente serán otros. Esto implica que según el objetivo del estudio, un sistema puede estar representado por diferentes modelos.

En esencia, un modelo es una imagen de un sistema; y en función de las interrogantes planteadas, un sistema puede tener diversos modelos.

Consideremos el caso concreto de un pensamiento que deseamos comunicar a nuestros amigos. Para esto utilizamos un conjunto de palabras. En este caso el sistema es el pensamiento mismo y una forma de modelarlo es usar un conjunto de palabras. Otra forma de modelar este sistema sería utilizar un conjunto de figuras.

Es por todos conocido que un conjunto de palabras (modelo) no necesariamente expresa lo que deseamos expresar (sistema:pensamiento).

Observamos aquí la diferencia fundamental entre los conceptos de sistema y modelo en el sentido de que el modelo es una presentación que trata de comportarse de una manera aproximada al sistema dado.

El ejemplo anterior muestra de una manera obvia que el concepto de modelo, en su sentido amplio, ha sido usado desde la antigüedad.

Sin embargo, nuestro interés en relación al concepto de modelo radica en su uso en sistemas de ciencia e ingeniería.

3.3.2.2. Modelos de optimización de uso frecuente en ingeniería

a.) **PERT-CPM.**-Muy usado en programación de proyectos.

b) **Programación Lineal.**- Tiene aplicaciones en problemas relacionados con optimización de mezclas, mantenimiento de inventarios, programación de proyectos, manufacturación de productos, etc.

c) **Programación dinámica.**- Usado en programación en etapas múltiples.

d) **Colas de Espera.**- Se usa cuando hay que considerar la optimización del tiempo de espera para obtener un bien o un servicio.

e) **Modelo de Transporte.**- Se usa cuando un bien es producido en cierto conjunto de lugares, y los consumidores están en otro conjunto de lugares.

f) **Modelos de Simulación.**- Son usados cuando se tiene dificultad para establecer relaciones analíticas aceptables, desde el punto de vista computacional, o cuando el problema es inherentemente estocástico (probabilística).

Para el caso nuestro utilizaremos ***el modelo de transporte*** ya que se ajusta a las variables y complejidad de caso PRONAA. El algoritmo simplex resultaría ineficiente por la cantidad de variables que debe procesar, aproximadamente 500 variables.

El modelo matemático busca:

a) Maximizar: costos de transporte o fletes (dato) por variable de decisión.

b) Condicionado por: la oferta y demanda de cada fuente y destino respectivamente.

Obsérvese, que la función objetivo maximizar y las limitaciones están expresadas en términos de las variables de decisión y otra información conocida. Esta “otra información conocida” se denomina datos.

A diferencia de las variables de decisión, cuyos valores se pueden controlar, los valores de los datos no se pueden controlar. Por esta razón, los datos son a menudo llamados parámetros incontrolables.

Para un problema en general se deben establecer todos los datos, pero en la mayoría de los problemas del mundo real, esto no es así. Sólo algunos datos pueden identificarse durante la definición del problema. La necesidad de datos adicionales sólo puede descubrirse al progresar la formulación del problema. Una vez identificados los elementos de los datos, se deben determinar sus valores específicos. En algunos casos, tal vez se necesiten estimaciones, al no disponerse fácilmente de los valores exactos. Más aún, la obtención de estos valores puede algunas veces tomar más tiempo que desarrollar el modelo. Recuerde que la calidad de la solución que llegue a obtener es tan buena como la exactitud de los datos.

3.3.3. Resolución del modelo matemático

Una vez formulado un modelo matemático del problema, el siguiente paso es resolver el modelo, es decir, obtener valores numéricos para la variable de decisión. Estas técnicas pertenecen a una de dos categorías:

1. Métodos óptimos, que producen los mejores valores para las variables de decisión, es decir, aquellos valores que satisfacen simultáneamente todas las limitaciones y proporcionan el mejor valor para la función objetiva.

2. Métodos heurísticos, que producen valores para las variables que satisfacen todas las limitaciones. Aunque no necesariamente óptimos, estos valores proporcionan un valor aceptable para la función objetiva.

En contraste con los métodos óptimos, los métodos heurísticos son computacionalmente más eficientes y, por tanto, se usan cuando la obtención de soluciones óptimas lleva demasiado tiempo o es imposible porque el modelo es demasiado complejo.

3.3.4. Validación, instrumentación y control de la solución

Después de resolver el modelo matemático, es extremadamente importante validar la solución, es decir, revisar la solución cuidadosamente para ver que los valores tienen sentido y que las decisiones resultantes puedan llevarse a cabo. Algunas de las razones para hacer esto son

1. El modelo matemático puede no haber captado todas las limitaciones del problema real.

2. Ciertos aspectos del problema pueden haberse pasado por alto, omitido deliberadamente o simplificado.

3. Los datos pueden haberse estimado o registrado incorrectamente, tal vez al introducirlos a la computadora.

En general, si la solución no puede llevarse a cabo, hay que modificar el modelo para reflejar más exactamente las limitaciones del problema real (y obtener una nueva solución) o tiene que usar su experiencia y juicio para modificar la solución proporcionada por el modelo.

Los resultados y su posterior instrumentación deben supervisarse cuidadosamente, no sólo para asegurar que la solución trabaja según lo planeado, sino también porque el problema, los datos o ambos pueden cambiar con el tiempo.

3.3.5. Modificación del modelo

Si durante el paso de validación se encuentra que la solución no puede llevarse a cabo, se pueden identificar las limitaciones que fueron omitidas durante la formulación del problema original o puede uno darse cuenta de que algunas de las limitaciones originales eran incorrectas y necesitan modificarse. En estos casos, debe regresarse a la etapa de formulación del problema y hacer cuidadosamente las modificaciones apropiadas para

reflejar con más exactitud el problema real.

Este proceso de modificación de un modelo obtenido la nueva solución y validación, puede tener que repetirse varias veces antes de encontrar una solución aceptable y factible.

3.4. USOS Y VENTAJAS DE LOS MODELOS DE INVESTIGACIÓN DE OPERACIONES

En general, los modelos matemáticos ayudan a los administradores a tomar dos tipos de decisiones: estratégicas y operacionales.

Las decisiones estratégicas, generalmente decisiones de una sola vez, tienen un efecto sobre intervalos de tiempo relativamente largos.

Como los modelos que se construyen para llegar a decisiones estratégicas generalmente se usan únicamente para hacer una determinación a largo plazo, no debe preocuparse demasiado por la cantidad de esfuerzo computacional requerido para obtener la solución. Es muy probable que las decisiones estratégicas tengan un impacto importante en la organización, así que debe dedicar la mayor parte de sus esfuerzos a asegurar que el modelo sea válido, que incluya todos los aspectos importantes del problema y que los datos sean lo más exactos posibles.

Las decisiones operacionales, por el contrario, afectan procesos en curso sobre periodos más cortos. Considere las siguientes decisiones operacionales que tal vez tenga que tomar regularmente:

Para el caso de PRONAA, la decisión a tomar sería:

¿Cuál es el plan de embarque más efectivo en costos para distribuir productos desde las fuentes principales hasta los almacenes secundarios?

A diferencia de los modelos para planeación estratégica, los modelos para decisiones operacionales se usan repetidamente. Por tanto, vale la pena gastar tiempo y esfuerzo extras en identificar y desarrollar procedimientos de solución más eficientes, ya que hacerlo puede redituar ahorros significativos en costos computacionales con el tiempo.

Sin importar si se requiere de una decisión estratégica u operacional, los modelos matemáticos proporcionan los siguientes beneficios a los administradores:

1. Un método de determinación de la mejor manera de lograr un objetivo, como asignar recursos escasos.
2. Una forma de evaluar el impacto de un cambio propuesto aun nuevo sistema sin el costo y tiempo de llevarlo a cabo primero.
3. Un procedimiento para lograr un objetivo que beneficie a la organización global al incluir en el modelo consideraciones correspondientes a muchas otras partes de la

organización.

3.5 EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE

Dentro de la programación lineal existe una cierta clase de problema en los cuales se debe determinar un esquema óptimo del transporte que se origina en los lugares de oferta donde la existencia de cierta mercancía es conocida, y llega a los lugares de donde se conoce la cantidad requerida.

Este tipo de problema comenzó a estudiarse en 1939 por L.V. KANTAROVICH, despertándose poco interés en ese tiempo pero conforme se fue necesitando su solución resaltó el hecho de que poseía propiedades matemáticas, que permitirán ampliaciones notables en su proceso de cálculo. La solución de estos problemas son útiles en la agricultura la que necesita de esquemas de transportación para poder colocar en forma óptima su cosecha en el mercado de consumo, y en la industria, la cual necesita el abastecimiento de materias primas para su transformación y posteriormente colocar sus productos manufacturados en el mercado.

El matemático ruso L.V. Kantorovich, discutió en 1942 una cantidad de aplicaciones relativas a la asignación de tareas a máquinas, estudió también el problema del transporte capacitado.

La forma estándar la planteó Frank L. Hitchcock en 1941, desde su artículo *“The Distribution Of A Product From Several Sources To Numerous Localities”*.

En 1947, Koopmans investigó la potencialidad de los programas lineales, en su escrito: *“Optimum Utilization Of The Transportation System”*. El problema clásico del transporte también es conocido como el transporte de Koopmans – Hitchcock.

Si el método simplex fuera usado para encontrar la solución de este problema, el procedimiento de cálculo sería muy ineficiente por tal motivo es deseable un algoritmo especial para este tipo de problemas.

Esta importante extensión de la programación lineal, con origen económico y físico, es formulada mediante nodos y arcos.

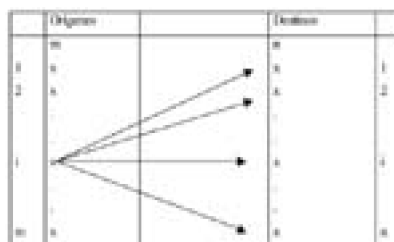
El clásico problema del transporte se caracteriza por:

- Una cantidad fija en cada nodo de origen, denominada oferta.
- Una cantidad fija en cada nodo de destino, denominada demanda.
- El total de la oferta es igual al total de la demanda.
- El costo de envío desde un origen a un destino, es proporcional a la cantidad enviada, siendo el costo total, la suma de las contribuciones unitarias.

3.5.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA DE TRANSPORTE

el problema de transporte clásico consiste en distribuir cualquier producto desde un grupo de centros de producción llamados orígenes a un grupo de centros de recepción, llamados destinos de manera que conocidos la cantidad de que se dispone en cada origen la cantidad demandada en cada destino y el costo de transportar una unidad de productos de cada origen a cada destino; se satisfaga la demanda con el costo total mínimo.

Consideremos el caso general de m orígenes y n destinos. Esquemáticamente se tiene:



En forma tabular, el planteamiento del problema es el siguiente:

	Destinos				
	1	2	...	n	
Orígenes	a_{11}	a_{12}	...	a_{1n}	a_1
	a_{21}	a_{22}	...	a_{2n}	a_2
	...	...	...	...	...
	a_{m1}	a_{m2}	...	a_{mn}	a_m
	b_1	b_2	...	b_n	

Existen m orígenes y se supone que en cada origen hay a_i unidades disponibles o almacenadas de determinado producto, siendo $i = 1, 2, \dots, m$. Existen también n destinos; y cada uno requiere de b_j unidades de este producto siendo $j = 1, 2, \dots, n$. Los a_i se llaman exigencias por fila, las b_j exigencias por columna. Todas las exigencias por fila y columna son positivas puesto que los valores nulos o negativos no tendrían significado físico.

Además se tiene el costo de transporte de una unidad del producto desde el origen i hasta el destino j que está representado por c_{ij} .

Supondremos inicialmente que la cantidad disponible en los centros de producción igual a la cantidad requerida en los centros de consumo, esto es:

$$\sum_{i=1}^n a_i = \sum_{j=1}^n b_j$$

(Posteriormente veremos cómo solucionar el problema cuando esta condición no se satisface).

Una solución o programa de transporte queda definido por un conjunto de $m \times n$ número x_{ij} donde:

x_{ij} = número de unidades a enviar del origen i al destino j .

Escribiendo como una matriz solución.

X =	X₁₁	X₁₂	...	X_{1n}
	X ₂₁	X ₂₂	...	X _{2n}
	...	...	...	...
	X _{m1}	X _{m2}	...	X _{mn}

Dado que no hay envíos negativos, supondremos siempre que:

$x_{ij} \geq 0$ para i, j .

La cantidad total enviada por cada origen puede escribirse como:

$$\left. \begin{array}{l} x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1n} = a_1 \\ x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2n} = a_2 \\ \vdots \\ x_{m1} + x_{m2} + \dots + x_{mn} = a_m \end{array} \right\} \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i; i = 1, 2, \dots, m$$

La cantidad total recibida por cada destino puede, a su vez describirse como:

$$\left. \begin{array}{l} x_{11} + x_{21} + \dots + x_{m1} = b_1 \\ x_{12} + x_{22} + \dots + x_{m2} = b_2 \\ \vdots \\ x_{1n} + x_{2n} + \dots + x_{mn} = b_n \end{array} \right\} \sum_{i=1}^m x_{ij} = b_j; j = 1, 2, \dots, n$$

De esta manera, la formulación analítica del problema del transporte es la siguiente.

$$\text{Min } z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij}$$

Sujeto a las condiciones siguientes:

$$\begin{aligned} \sum_{j=1}^n x_{ij} &= a_i; i = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{i=1}^m x_{ij} &= b_j; j = 1, 2, \dots, n \\ x_{ij} &\geq 0 (i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n) \end{aligned}$$

Observe que los coeficientes de las variables de las restricciones todos son unidades y ceros esto da lugar a una matriz especial y comparando justo con un problema de Programación Lineal común es muy diferente. Justamente esta característica especial será aprovechada para obtener la solución de una manera más rápida.

No es necesario incluir dentro de estas condiciones el requisito que x_{ij} sea entera ya que si a_i , b_j son enteros, necesariamente x_{ij} resultará entero.

3.5.2 MÉTODOS PARA DETERMINAR UNA SOLUCIÓN FACTIBLE BÁSICA INICIAL

En los métodos que se describen a continuación varía el tiempo para determinar la solución de menos a más. Sin embargo, el tiempo utilizado al obtener una buena solución inicial está bien empleado ya que permite reducir considerablemente el número total de iteraciones requeridas para alcanzar una solución óptima.

Los métodos son los siguientes:

Método de la esquina noroeste (N-O)

1. Método de la matriz mínima.
2. Método de Vogel.
3. Método de Russell.
4. Método simplex

El modelo de transporte, es un problema típico de programación lineal; y es resuelto aprovechando su estructura matemática, mediante dos fases: solución inicial y algoritmos de solución óptima. Entre los esquemas de solución mínima o inicial figuran los métodos mencionados líneas arriba.

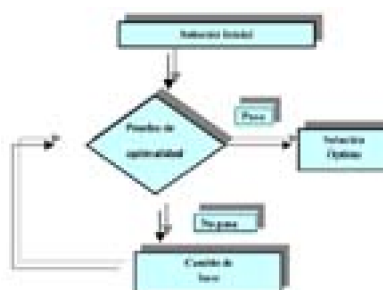


Figura 3.3

En la figura 3.3, se presentan los pasos para aplicar la solución simplex al problema del transporte.

3.5.3 MÉTODO SIMPLEX EN TRANSPORTE

El proceso de optimización, aprendido en el método simplex para la programación lineal, se reduce a los siguientes pasos:

1. Solución inicial.
2. Si los costos reducidos cumplen con el óptimo entonces la BFS es óptima.
3. En el caso de no cumplir el óptimo, efectuar un cambio de base y efectuar la prueba.

El algoritmo simplex en transporte puede ser apreciado en dos fases:

1. Solución inicial.
2. Solución óptima.

Existiendo para cada uno de ellos existe un gran conjunto de algoritmos, para el caso de nuestro proyecto, el algoritmo o modelo a utilizar es el transporte, con el soporte computacional de LINGO 8.0.

3.5.4 PROBLEMAS DE TRANSPORTE EQUIVALENTES

3.5.4.1 Problemas de transporte desbalanceado

Es cuando la oferta total y la demanda total son desiguales:

$$\sum_{i=1}^m a_i \neq \sum_{j=1}^n b_j$$

Se ha supuesto inicialmente que la suma de las disponibilidades era exactamente igual a la suma de las demandas.

En la realidad las disponibilidades pueden ser mayores o menores que la demanda total. En estos casos el método es el mismo pero es necesario un artificio especial que nos permite resolver el problema con esas condiciones.

Esta situación puede presentarse de dos maneras distintas:

a) Disponibilidad total mayor que demanda total

Es decir:

$$\sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j = d > 0$$

En este caso crease un destino artificial (n+1); hágase $b_{n+1} = d$ y agréguese una columna de ceros en la matriz de costos. La solución final indica cómo debe distribuirse el excedente disponible entre los orígenes.

Ejemplo 1

Sea el siguiente problema de transporte

	D ₁	D ₂	D ₃	a _i
O ₁	1	4	3	180
O ₂	3	2	5	120
O ₃	2	2	2	150
	170	90	100	

Se tiene que la disponibilidad es mayor que la demanda en un valor de 90 unidades; aplicando el procedimiento establecido se tiene.

Crear un destino artificial n+1; esto es 3+1=4 y hacer b₄=90 y se agrega una columna de ceros en la matriz de costo tal como se indica a continuación.

	D ₁	D ₂	D ₃		a _i
O ₁	1	4	3	0	180
O ₂	3	2	5	0	120
O ₃	2	2	2	0	150
	170	90	100	90	

En estas condiciones el problema se resuelve normalmente.

b) Disponibilidad total menor que demanda total

Es decir:

$$\sum_{j=1}^m b_j - \sum_{i=1}^m a_i = d > 0$$

en este caso crease una origen artificial (m+1) hágase a_{m+1} = d y agréguese una fila de ceros en la matriz de costo.

La solución final indica como debe distribuirse el déficit entre los destinos.

Ejemplo 2

Se tiene el siguiente problema de transporte:

1	2	8	6	140
4	4	3	5	160
2	9	7	8	200
100	250	100	150	600 y 500

Se tiene que la disponibilidad es menor que la demanda en un valor de 100 unidades; aplicando el procedimiento establecido se tiene:

Crear un origen artificial m+1; esto es 3 + 1 = 4 y hacer a₄ = 100 y se agrega una columna de ceros en la matriz de costo tal como se indica a continuación.

1	2	8	6	140
4	4	3	5	160
2	9	7	8	200
0	0	0	0	100
100	250	100	150	600 y 500

En estas condiciones el problema se resuelve normalmente.

c) **Rutas prohibidas**

En muchas circunstancias no es posible usar ciertas rutas en un problema de transporte. Hay numerosas razones que hacen ciertas rutas prohibidas tales como: camino en construcción peso límite en puentes, inundaciones imprevistos y reglamento de tráfico local.

Si se prohíben los envíos de un origen i a un destino j , hágase $c_{ij} = M$; siendo M un valor infinitamente grande.

Esto garantiza que $x_{ij} = 0$ en la solución final.

CAPÍTULO IV. MODELO DE OPTIMIZACIÓN DEL TRANSPORTE EN PRONAA

En este capítulo, se modela el problema del transporte para el caso PRONAA, el cual se define en el ¿Cómo optimizar el traslado de 161,608 toneladas de alimentos anuales, desde 28 fuentes de abastecimiento a 28 almacenes de destino, a nivel nacional.

Dada la cantidad de variables (784 variables), la complejidad de su problemática así como los requerimientos de su optimización (traslado y asignación al menor costo) se ha decidido aplicar el modelo lineal de transporte óptimo, con el soporte computacional del Software LINGO 8.0 y las hojas de cálculo de Excel de WINDOWS.

Para poder determinar una solución óptima, debemos seguir con el procedimiento técnico de la investigación operativa el cual además de definir el problema en el mundo real, acopiaremos la información objetiva real y verdadera. Por tal motivo se ha obtenido una fuente de datos absolutamente real y actualizada de la institución PRONAA, el cual incluye las fuentes de origen de los productos, los lugares de destino de los productos y también el costo de los fletes que esta Institución, paga por cada TM. De alimentos; con esta data real se espera lograr la mayor y mejor utilidad del modelo y su aplicación.

Para una mejor comprensión del modelo, en el presente capítulo se elabora un test inicial, con datos arbitrarios y simples; para validar el modelo.

Este resultado inicial del test, se puede comprobar manualmente a fin de observar la lógica y consistencia de los resultados, de este test inicial. Según data PRONAA, esta cuenta con 28 fuentes almacenes que a su vez pueden hacer de destinos, dependiendo del producto que se traslade; Por tal motivo y según el análisis ABC, de los volúmenes de alimentos que se traslada durante un año. Se ha considerado realizar la prueba de optimización para el producto arroz, el cual representa un 50% del volumen total que esta institución traslada a nivel nacional.

El modelo a utilizar con el software LINGO 8.0, es aplicable para cualquier alimento, para ello solo se necesita saber el volumen a trasladar, las fuentes, destinos y costo de fletes entre todos estos lugares.

Además de ello la facilidad de trabajar con hoja de datos en EXCEL, optimiza aun mas el desarrollo de la aplicación ya que estas hojas se pueden trabajar con mayor facilidad, sin modificar en absoluto los algoritmos y sintaxis del modelo incorporado en la pagina de LINGO.

4.1. ESTRUCTURA GENERAL DE UN MODELO COMPUTACIONAL

El proceso de modelación computacional (LINGO 8.0) corresponde a:

1. Determinación de las necesidades del modelo
2. Desarrollo del modelo.
3. Implementación del modelo

Estos pasos no son secuenciales, existiendo saltos entre ellos. Algunas cuestiones antes de decidir a modelar son:

- a) ¿Son los valores recuperados desde el modelo, mayores que los costos de desarrollar e implementar el modelo?
- b) ¿Es el tiempo oportuno para realizar esta modelación, y que recomendaciones previas son necesarias?
- c) ¿No es tan fácil experimentar en el sistema real, que se hace necesario de la construcción de un modelo?

4.1.1. DETALLE Y MANTENIMIENTO DE UN MODELO COMPUTACIONAL

Cuando el modelo es intentado para ejecutarse en un tiempo o si este es usado con una regularidad; existe alguna influencia en el desarrollo del modelo. Si el modelo es usado con cierta regularidad, se deberá tener en cuenta detalles, como:

"El mundo real cambia rápidamente (precios, abastecedores, demandas, etc.). El

modelo deberá de actualizárselo más pronto posible”.

4.1.2. VERIFICACIÓN Y VALIDACIÓN DE UN MODELO COMPUTACIONAL

El término verificación es usualmente aplicado a los procesos de verificación del modelo, que al ser implementado está actualmente haciendo lo que se piensa. De hecho la verificación es chequear el modelo, encontrando algunos errores que son del tipo no intencional.

Validación es el proceso de demostrar que todas las aproximaciones a la realidad, fueron intencionalmente incorporadas en el modelo; y son tolerables a la calidad del resultado del modelo. La verificación es concerniente con “la solución correcta de las ecuaciones”. Varios propósitos se recomiendan para la verificación de un modelo:

- a) Chequear los resultados del modelo, en casos especiales de solución.
- b) Chequear los resultados del modelo, en casos extremos conocidos.
- c) Chequear los resultados del modelo, en pequeños ejemplos que pueden ser resueltos con solución manual.
- d) Chequear los resultados del modelo, ante cambios de los parámetros de entrada (precio, demanda, oferta)
- e) Chequear que el modelo maneje casos inválido, con la finalidad de darle robustez.

Muchos de los métodos usados para la verificación, la calidad del software de computadora, se aplican a por igual a la verificación de grandes modelos. Por ejemplo un concepto útil es prueba de calidad de software, es su amplio panorama de test. Un buen test para el software, deberá cubrir todas las secciones del código del programa. Similarmente un buen test de software deberá servir para todas las facilidades del modelo.

4.1.3. APROPIADO NIVEL DE DETALLE Y VALIDACIÓN DEL MODELO COMPUTACIONAL

La validación empieza con la comprensión del modelo real con la modelación real. Un problema es que las personas analistas que se encuentran conversando con los “autorizados o informados” acerca del proceso a ser modelado”, no siempre son los más informados. Una buena regla práctica es siempre chequear los hechos, con una segunda fuente.

Si un detalle no es importante, entonces saldrá del modelo, porque el modelo no será fácil de modelar, ni tampoco de usar.

El arte de la modelación, esto es: identificación o aproximación que pueden ser hechos sin sacrificar la acuracidad del modelo. Las simplificaciones y aproximaciones pueden ser categorizadas como sigue:

1. Funcional

Usar una función lineal para aproximar relaciones no lineales.

2. Agregación

2.1. Agregación temporal, todos los eventos ocurren durante un cierto día (semana, mes, etc.) son tratados como que ocurrieran al fin del día.

2.2. Agregación cruzada, todos los clientes que poseen un cierto código para una región; son tratados como un gran cliente. En una firma de productos de consumo, todos los detergentes son tratados como un simple producto.

2.3. Estadística, reemplace una variable aleatoria por su valor esperado. Por ejemplo que las ventas futuras que son una variable aleatoria, deberán ser planeadas como un simple valor de pronóstico.

2.4. Descomposición, si el sistema es complejo, la descomposición es útil para simplificar la estructura. Bajo estos propósitos, una secuencia de modelos son resueltos, cada uno en detalles, para su completa solución.

Un conjunto de consejos para aplicar las técnicas de agregación en la optimización de problemas, se puede resumir en:

- 1) Obtener los datos de entradas detallados
- 2) Resolver el modelo apropiado
- 3) Validar la solución del modelo aproximado, con el mundo real.

4.1.4. COMPARACIÓN DEL MODELO COMPUTACIONAL CON EL MUNDO REAL

Como parte del proceso de validación, se compara la salida del modelo con la ocurrencia del mundo real. Cuando existen discrepancias, existen dos posibilidades:

- a) Las personas en el mundo real, no tienen conductas óptimas en su proceso; y existe la posibilidad de efectuar ahorros usando el modelo.
- b) El modelo tiene algunas fallas de concepción.

4.2. MODELO COMPUTACIONAL DE ASIGNACIÓN DE PRODUCTOS

El modelo matemático de TRANSPORTE, del software LINGO 8.0 involucra puntos de oferta o proveedores y puntos de destino o demanda para los cuales existe un costo de transporte entre cada uno de estos puntos. El objetivo del modelo es optimizar el costo total de transporte involucrado, en todo el proceso de asignación, según los siguientes pasos:

4.2.1. Separación de datos y estructura del sistema

Existen dos razones para separar los datos de la estructura del modelo:

- Permitir el fácil ajuste y rápido de los cambios del mundo real.
- Las personas responsables de la toma de decisiones, ante los cambios día a día en los datos, no necesitan estar familiarizados con los detalles de las técnicas de la estructura del modelo.

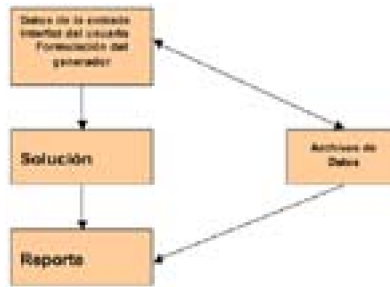


Figura 4.1

En el caso de un modelo que será utilizado regularmente (operaciones mensuales); el modelo del sistema tendrá la estructura que se muestra en la figura 4.1.

El suceso de las hojas de cálculo como EXCEL, es una parte importante que se incorpora con todas sus componentes por su relativa facilidad en el manejo de datos.

4.2.2. Formulación del generador del Modelo

Sea un conjunto de fuentes y un conjunto de destinos; el problema de distribución de alimentos, se visualiza en la figura 4.2

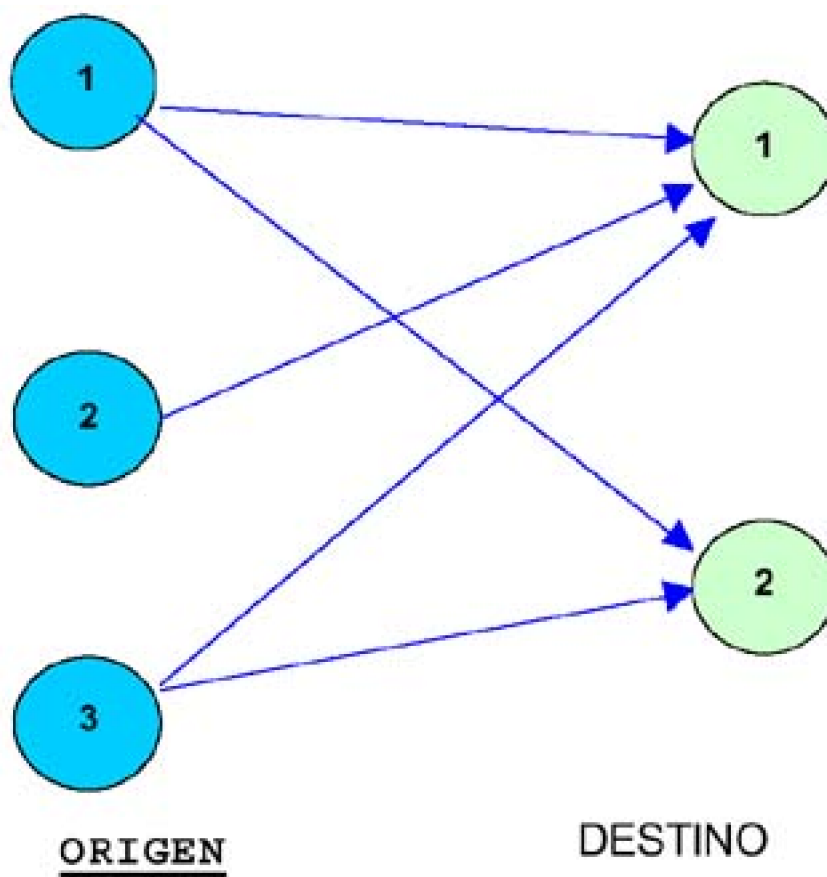


Figura 4.2

Sea:

X_{ij} = La cantidad asignada de i a j

a_i = La oferta en el nodo i (símbolo i)

b_j = La oferta en el nodo j (símbolo j)

C_{ij} = Costo del flete de i a j

El modelo resulta:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij} X_{ij}$$

S.a.

$$\sum_{j=1}^m X_{ij} \leq a_i, \quad \forall i$$

$$\sum_{i=1}^n X_{ij} = b_j, \quad \forall j$$

$$X_{ij} \geq 0 \quad \forall (i,j)$$

4.2.3 Prueba del modelo de TRANSPORTE en LINGO 8.0

Para validar el modelo en el software LINGO 8.0, se ha formulado el programa PRONAATEST, que se presenta en la figura 4.3, el cual tiene todas las virtudes del modelo PRONAA final en LINGO 8.0.

a) Ingreso de datos de prueba en EXCEL, para LINGO.

En esta etapa se ingresa los datos en las hojas de cálculo, por filas y columnas, para que estas sean rangueadas por bloques y asignar estos valores (filas o columnas) a la respectiva variable (origen, destino, oferta, demanda y costos de flete).

La celda del COSTOTOTAL, solo se designa para que allí se presente el resultado.

Los colores indican los rangos de cada celda o bloque, al cual se le esta asignando un nombre (origen, destino etc.)

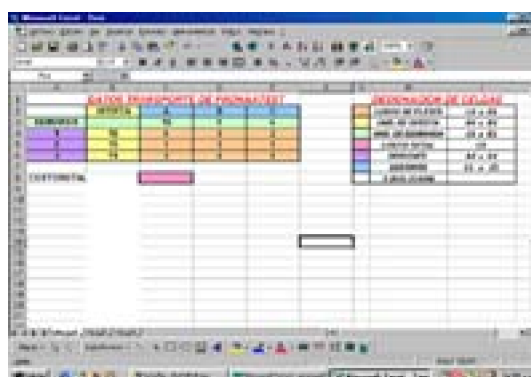


Figura 4.3.

En la siguiente Tabla 4.1, se aplica nombres a las siguientes celdas, según lo ingresado en EXCEL de la Figura 4.3, los colores y las celdas indican como se ha designado a cada celda o bloque, los cuales serán llamados por LINGO 8.0.

Tabla 4.1

NOMBRE DEL RANGO	CELDAS EN EXCEL
Costo fletes (de C4 a E6)	C4:E6
Costo Total	C8:C8
Demanda (de C3 a E3)	C3:E3
Destinos	C2:E2
Ofertas	B4:B6
Orígenes	A4:A6
X (variables por hallar)	C16:E18

La Figura 4.4, es la ventana en EXCEL, donde o a través de la cual, se asigna o aplica los nombres de los rangos y sus respectivas variables.



Figura 4.4

b) Formulación de modelo de TRANSPORTE, en LINGO

Se observa, en la formulación LINGO de la Figura 4.5, que en la décima línea, esta formulación solicita los datos, la misma que es recuperada de la DATA que se había ingresado en EXCEL y a la que se nombro como DATOS.XLS.

De la misma manera, en esta formulación, en las ultimas cuatro líneas, se han planteado las inserciones desde LINGO a EXCEL, a fin de que las respuestas se ubiquen en un formato igual al que se ingresaron los datos de prueba.

Figura 4.5

```
! MODELO DE TRANSPORTE (DE PRUEBA);
!
PRONAATEST
;
SETS:
ORIGEN : OFERTA;
DESTINO : DEMANDA;
RED(ORIGEN, DESTINO):X, COSTO;
ENDSETS
! OFERTA;
! DEMANDA;
DATA:
ORIGEN =@OLE('C:\PRONAATEST\DATOS.XLS');
DESTINO=@OLE('C:\PRONAATEST\DATOS.XLS');
COSTO =@OLE('C:\PRONAATEST\DATOS.XLS');
OFERTA =@OLE('C:\PRONAATEST\DATOS.XLS');
DEMANDA=@OLE('C:\PRONAATEST\DATOS.XLS');
ENDDATA
MIN=COSTOTOTAL;
COSTOTOTAL=@SUM(RED:X*COSTO);
! RESTRICCION DEL ORIGEN;
@FOR(ORIGEN(I):
@SUM(RED(I,J):X(I,J))<=OFERTA(I);
);
! RESTRICCION DEL DESTINO;
@FOR(DEMANDA(J):
@SUM(RED(I,J):X(I,J))=DEMANDA(J);
);
DATA:
@OLE('C:\PRONAA\DATOS.XLS')=COSTOTOTAL;
@OLE('C:\PRONAA\DATOS.XLS')=X;
ENDDATA
```

c) Corrida y presentación de resultados de modelo de prueba PRONAATEST.

Como se menciona en la parte a), respecto a los datos y su ingreso, esta tabla, se

presenta en la misma pantalla, con la otra matriz donde aparecerán las respectivas respuestas, figura 4.6.

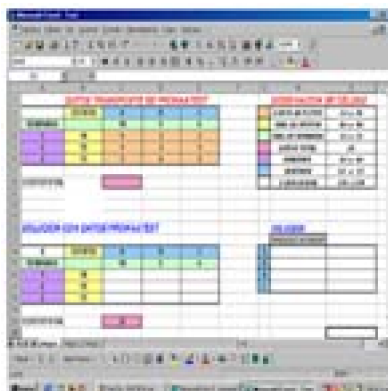


Figura 4.6

Una vez ejecutado o corrido el modelo, se obtienen las respuestas, que aparecen en la figura 4.7.

Se puede observar que se mantiene el formato de los datos de ingreso y en el que se encuentra llena la celda de COSTOTOTAL por su valor de 37, Igualmente las celdas de asignación que estaban en blanco, están llenas con las respectivas X (cantidades) que se deben trasladar entre cada uno de los orígenes y destinos(10, 4, 1, 6).

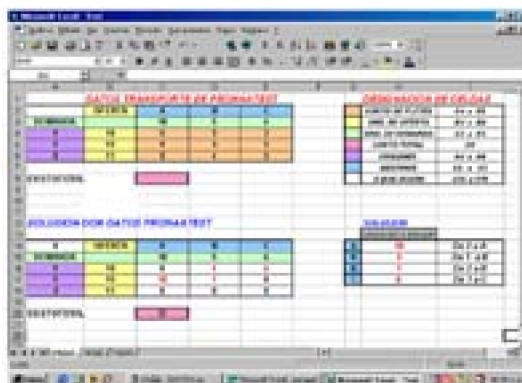


Figura 4.7

La solución obtenida, en forma de red, se muestra en la Figura 4.8. Donde el costo total mínimo es el valor de 37; este valor corresponde a la minimización de la función objetivo Z, la cual es minimizar el costo total de transportar 21 unidades, de los orígenes 1,2 y 3 hasta los destinos A, B y C.

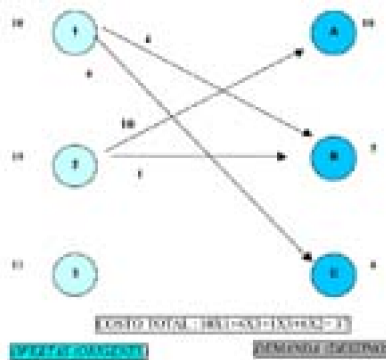


Figura 4.8

4.2.4. Solución del modelo PRONAA, con DATA real

Para resolver el problema de optimización de los productos que distribuye PRONAA a los beneficiarios a nivel nacional, se ha considerado analizar el producto arroz.

El análisis de volúmenes ABC, que se muestra en la tabla 4.8; Nos indica que el producto arroz es el más representativo, pero cabe indicar que el modelo planteado, actuará en la misma forma para cualquier producto.

1. Análisis de Volúmenes ABC

Como se observa en la tabla 4.8, de la pagina 100, el análisis determina que el producto arroz, es el producto mas representativo de la Institución PRONAA, dado que este y otro producto (leche) representa un 51.3% del volumen total que PRONAA, traslada entre sus almacenes.

2. Volúmenes y Fuentes de Origen PRONAA

Los lugares de oferta de arroz, que son 16 lugares y su respectivas ofertas en TM, se presenta en la tabla 4.3., de la pagina 101

3. Volúmenes y Destinos de Demanda PRONAA

Los puntos de destinos del arroz, que son 28 (Bagua e Imacita son una) y sus respectivas demandas en TM, aparecen en la tabla 4.4, de la pagina 101.

1.- ANÁLISIS DE VOLUMENES Y COSTOS ABC

#	PROVEEDOR	CANTIDAD Kg/1000 personas	VALOR UNIT. S/	VALOR TOTAL S/	%
1	ALIMENTOS PRONAA	40,000	4.00	1,600.00	100%
2	ALIMENTOS PRONAA	4,744	4.00	189.76	11.87%
3	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
4	ALIMENTOS PRONAA	4,000	4.00	160.00	10.00%
5	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
6	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
7	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
8	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
9	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
10	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
11	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
12	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
13	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
14	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
15	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
16	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
17	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
18	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
19	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
20	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
21	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
22	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
23	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
24	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
25	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
26	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
27	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
28	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
29	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
30	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
31	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
32	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
33	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
34	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
35	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
36	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
37	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
38	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
39	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
40	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
41	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
42	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
43	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
44	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
45	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
46	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
47	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
48	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
49	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
50	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
51	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
52	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
53	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
54	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
55	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
56	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
57	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
58	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
59	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
60	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
61	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
62	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
63	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
64	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
65	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
66	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
67	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
68	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
69	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
70	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
71	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
72	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
73	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
74	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
75	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
76	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
77	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
78	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
79	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
80	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
81	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
82	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
83	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
84	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
85	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
86	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
87	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
88	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
89	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
90	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
91	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
92	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
93	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
94	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
95	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
96	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
97	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
98	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
99	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%
100	ALIMENTOS PRONAA	3,000	4.00	120.00	7.50%

Tabla 4.2: Compra de alimentos 2003

2.- VOLUMENES Y FUENTES DE ORIGEN PRONAA (16 fuentes) (Tabla 4.3)

OFERTA	TM TOTALES	REQUERIMIENTO CIUDAD	REQUERIMIENTO OTRAS CIUDADES
AREQUIPA	5,116	778	4338
BAGUA	2,726	1,426	1300
CHICLAYO	4,810	0	4810
CHIMBOTE	1,054	0	1054
HUANCAYO	977	0	977
HUANUCO	1,903	1,288	615
IMACITA	137	137	0
IQUITOS	649	649	0
MADRE DE DIOS	220	209	11
MOYOBAMBA	6,559	0	6559
PIURA	10,022	0	10022
PUCALLPA	699	699	0
TARAPOTO	10,803	3,669	7034
TRUJILLO	10,728	4,126	6602
TUMBES	2,427	1,727	700
CUSCO	20	20	0
TOTAL OFERTA TM :	58,850		

Fuente : PRONAA

3.- VOLUMENES Y DESTINOS DE DEMANDA PRONAA (28 destinos): (Tabla 4.4)

DEMANDA	TM TOTALES
ANDAHUAYLAS	496
APURIMAC	532
AREQUIPA	778
AYACUCHO	1563
CUSCO	719
HUANCAVELICA	1292
MOQUEGUA	252
PUNO	982
PUQUIO	572
TACNA	205
BAGUA	1426
IMACITA (*)	137
CAJAMARCA	1242
CALLAO	25024
CHICLAYO	2409
ICA	548
PIURA	3177
CHIMBOTE	762
HUANCAYO	1869
HUARAZ	388
HUANUCO	1288
PASCO	465
IQUITOS	649
M. DE DIOS	209
MOYOBAMBA	1645
PUCALLPA	699
TARAPOTO	3669
TRUJILLO	4126
TUMBES	1727
DEMANDA TOTAL TM:	58,850

Fuente : PRONAA

4. Costo de Fletes entre orígenes y destinos PRONAA

Los datos referentes a los fletes por TM transportada entre los 16 orígenes y los 28 destinos, se presentan en la tabla 4.5. Se considera un flete de cero, para demandas a la misma ciudad de origen.

Tabla 4.5

ORIGEN	DESTINO	FLETES (S/.)
AREQUIPA	Arequipa	0
	Andahuaylas	366
	Apurimac	326
	Ayacucho	273
	Cusco	184
	Huancavelica	328
	Moquegua	119
	Puno	253
	Puquio	300
	Tacna	216
BAGUA	Bagua	0
	Callao	372
CUSCO	Cusco	0
CHICLAYO	Cajamarca	100
	Callao	120
	Chiclayo	0
	Huancayo	190
	Ica	170
	Piura	80
CHIMBOTE	Chimbote	0
	Callao	35
	Huaraz	71
	Ica	125
HUANCAYO	Huancayo	0
HUANUCO	Huanuco	0
	Huancayo	140
	Pasco	53
IMACITA	Imacita	0
IQUITOS	Iquitos	0
MADRE DE DIOS	Madre de dios	0
	Moyobamba	188
MOYABAMBA	Moyobamba	0
	Andahuaylas	543
	Pasco	384
	Huaraz	452
	Ayacucho	512
	Callao	438
PIURA	Piura	0
	Chiclayo	44
	Callao	127
	Huancavelica	274
PUCALLPA	Pucallpa	0
TARAPOTO	Tarapoto	0

ORIGEN	DESTINO	FLETES (S/.)
	Ayacucho	457
	Callao	357
	Huancavelica	477
	Huaraz	397
	Puquio	467
TRUJILLO	Callao	116
	Cajamarca	145
	Chiclayo	57
	Chimbote	56
	Ica	165
	Trujillo	0
TUMBES	Callao	160
	Tumbes	0

5. Matriz de datos reales PRONAA, en hoja Excel

La matriz PRONAA en Excel, se muestra, apéndice 3 A.

6. Formulación de modelo con DATA real

En esta parte se formula el modelo con la data obtenida de PRONAA según la secuencia del modelo test ya probado, en la parte 4.

A) Ingreso de datos en EXCEL

Se muestra en apéndice 3 A.

B) Ingreso de formulación de LINGO 8.0

Se muestra en la figura 4.9

! MODELO DE TRANSPORTE (PRONAA);

!

PRONAA

;

SETS:

ORIGEN : OFERTA;

DESTINO : DEMANDA;

RED(ORIGEN,DESTINO):X,COSTO;

ENDSETS

! OFERTA;

! DEMANDA;

DATA:

ORIGEN =@OLE('C:\PRONAATEST\ARROZ.XLS');

```

DESTINO=@OLE('C:\PRONAATEST\ARROZ.XLS');
COSTO =@OLE('C:\PRONAATEST\ARROZ.XLS');
OFERTA =@OLE('C:\PRONAATEST\ARROZ.XLS');
DEMANDA=@OLE('C:\PRONAATEST\ARROZ.XLS');
ENDDATA
MIN=COSTOTOTAL;
COSTOTOTAL=@SUM(RED:X*COSTO);
! RESTRICCION DEL ORIGEN;
@FOR(ORIGEN(I):
@SUM(RED(I,J):X(I,J))<=OFERTA(I);
);
! RESTRICCION DEL DESTINO;
@FOR(DEMANDA(J):
@SUM(RED(I,J):X(I,J))=DEMANDA(J);
);
DATA:
@OLE('C:\PRONAATEST\ARROZ.XLS')=COSTOTOTAL;
@OLE('C:\PRONAATEST\ARROZ.XLS')=X;
ENDDATA

```

Figura 4.9

C) Corrida y presentación de la Solución PRONAA

La presentación en EXCEL, de la solución se adjunta en el apéndice 3 B.

El reporte o corrida completa del modelo PRONAA en programa LINGO, se presenta en el apéndice 4.

En la Tabla 4.6, de la pagina siguiente (105), se presenta un resumen de la solución en LINGO, en Esta tabla, se considera las cantidades asignadas a cada destino según la oferta y demanda real de PRONAA y según los costos de flete por cada destino.

El reporte de la solución obtenida con el programa LINGO, modelo de TRANSPORTE con interfaz EXCEL, ha determinado un costo total de S/8,568,544. nuevos soles.

Tabla 4.6. RESUMEN : TABLA SOLUCION DEL MODELO

ORIGEN	DESTINO	TM ASIGNADAS SEGÚN MODELO	TOTAL TM. OFERTADAS POR FUENTE
Arequipa	Arequipa	778	
	Andahuaylas		
	Apurímac	532	
	Ayacucho	1096	
	Cusco	699	
	Huancavelica		
	Moquegua	252	
	Puno	982	
	Puquio	572	
	Tacna	205	5116
Bagua	Bagua	1426	
	Callao	1300	2726
Cusco	Cusco	20	
Chiclayo	Chiclayo	2409	
	Callao	882	
	Cajamarca	1242	
	Huancayo	277	
	Ica		
	Piura		4810
Chimbote	Chimbote		
	Callao	1054	
	Huaraz		
	Ica		1054
Huancayo	Huancayo	977	977
Huanuco	Huanuco	1903	3191
	Huancayo		
	Pasco		
Imacita	Imacita	137	137
Iquitos	Iquitos	649	649
Madre de dios	Madre de dios		
	Moyabamba	11	220
Moyobamba	Moyabamba	1634	
	Andahuaylas	496	
	Ayacucho	467	
	Huaraz	388	
	Pasco	465	
	Callao	3109	6559
Piura	Piura	3177	
	Chiclayo		
	Callao	6845	
	Huancavelica		10022
Pucallpa	Pucallpa	699	699

ORIGEN	DESTINO	TM ASIGNADAS SEGÚN MODELO	TOTAL TM. OFERTADAS POR FUENTE
Tarapoto	Tarapoto	3669	
	Ayacucho		
	Callao	5842	
	Huancavelica	1292	
	Huaraz		
	Puquio		10803
Trujillo	Trujillo	4126	10728
	Cajamarca		
	Chiclayo		
	Chimbote	762	
	Ica	548	
	Callao	5292	
Tumbes	Tumbes	1727	
	Callao	700	2427
TOTAL ASIGNADO		58850	

4.2.5 Análisis Económico de solución obtenida por modelo.

En el presente acápite se realiza un análisis económico de la solución obtenida por el modelo creado y la solución obtenida por PRONAA, durante el año 2003.

4.2.5.1 costo total de alimentos PRONAA 2003

El costo total por la compra de 161,608 TM de alimentos en general fue de S/, 257, 353,791.11, según apéndice 6.

Tabla 4.7

AÑO 2003	T.M	COSTO DE ALIMENTOS
ALIMENTOS	161,608	257,353,791
TOTALES	161,608	257,353,791

Fuente: PRONAA

4.2.5.2. costo total de arroz PRONAA 2003

El costo total por la compra, solo de arroz durante el año 2003, fue de S/.77,437,215.28 nuevos soles, según apéndice 5.

Tabla 4.8

AÑO 2003	T.M.	COSTO DE ARROZ
ARROZ	58,850	77,437,215
TOTALES	58,850	77,437,215

Fuente: PRONAA

4.5.2.3 costo total de transporte de arroz, PRONAA 2003

El costo total por transporte de arroz durante el año 2003, fue de S/.8,908.5 nuevos soles, según tabla comparativa 4.10, lo cual representa el 11.5% del valor total de arroz (S/.77,437,215).

Tabla 4.9

RUBRO	COSTO	%
ARROZ	68,528.270	88%
TRANSPORTE	8,908.945	12%
TOTALES	77,437.215	100%

Fuente: PRONAA

Tabla 4.10 .A.- análisis costo de transporte PRONAA versus modelo

			TM	TM	COSTO	COSTO
ORIGEN	DESTINO	FLETES	PRONAA	MODELO	PRONAA	MODELO
AREQUIPA	AREQUIPA	0	778	778	-	-
	ANDAHUAYLAS	366	371		135,786	-
	APURIMAC	326	532	532	173,432	173,432
	AYACUCHO	273	517	1096	141,141	299,208
	CUSCO	184	699	699	128,616	128,616
	HUANCAVELICA	328	429		140,712	-
	MOQUEGUA	119	252	252	29,988	29,988
	PUNO	253	790	982	199,870	248,446
	PUNO A	300	192		57,600	-
	PUQUIO	300	351	572	105,300	171,600
	TACNA	216	205	205	44,280	44,280
BAGUA	BAGUA	0	1426	1426	-	-
	CALLAO	372	1300	1300	483,600	483,600
CUSCO	CUSCO	0	20	20	-	-
CHICLAYO	CHICLAYO	0	687	2409	-	-
	CALLAO	120	2105	882	252,600	105,840
	CAJAMARCA	100	650	1242	65,000	124,200
	HUANCAYO	190	742	277	140,980	52,630
	ICA	170	150		25,500	-
	PIURA	80	476		38,080	-
			TM	TM	COSTO	COSTO
ORIGEN	DESTINO	FLETES	PRONAA	MODELO	PRONAA	MODELO
CHIMBOTE	CHIMBOTE	0	693		-	-
	CALLAO	35	79	1054	2,765	36,890
	HUARAZ	71	271		19,241	-
	ICA	125	11		1,375	-
HUANCAYO	HUANCAYO	0	977	977	-	-
HUANUCO	HUANUCO	0	1288	1903	-	-
	HUANCAYO	140	150		21,000	-
	PASCO	53	465		24,645	-
IMACITA	IMACITA	0	137	137	-	-
IQUITOS	IQUITOS	0	649	649	-	-
MADRE DE DIOS	MADRE DE DIOS	0	192		-	-
	MADRE DIOS	0	17	209	-	-
	MOYOBAMBA	188	11	11	2,068	2,068
MOYOBAMBA	MOYOBAMBA	0	1634	1634	-	-
	ANDAHUAYLAS	543	125	496	67,875	269,328
	AYACUCHO	512	214	467	109,568	239,104
	HUARAZ	390		388	-	151,320
	PASCO	280		465	-	130,200
	CALLAO	438	4586	3109	2,008,668	1,361,742

			TM	TM	COSTO	COSTO
PIURA	PIURA	0	2701	3177	-	-
	CHICLAYO	44	811		35,684	-
	CALLAO	127	6233	6845	791,591	869,315
	HUANCAVELICA	274	277		75,898	-
PUCALLPA	PUCALLPA	0	699	699	-	-
TARAPOTO	TARAPOTO	0	3669	3669	-	-
	AYACUCHO	457	832		380,224	-
	CALLAO	357	5378	5842	1,919,946	2,085,594
	HUANCAVELICA	477	586	1292	279,522	616,284
	HUARAZ	397	117		46,449	-
	PUQUIO	467	221		103,207	-
TRUJILLO	TRUJILLO	0	4126	4126	-	-
	CAJAMARCA	145	592		85,840	-
	CHICLAYO	57	911		51,927	-
	CHIMBOTE	56	69	762	3,864	42,672
	ICA	165	391	548	64,515	90,420
	CALLAO	116	4643	5292	538,588	613,872
TUMBES	TUMBES	0	1727	1727		
	CALLAO	160	700	700	112.000	112.000
			58850	58850	8,908,945	8,568,544
COSTO TOTAL				8,908,945	8,568,544	
SALDO POSITIVO (S/.)					340,401	

Fuente: Propia

Como se observa los costos de TRANSPORTE, al utilizar el modelo es relativamente menor a la decisión que tomó PRONAA, la diferencia a favor del modelo es de S/.340,401 nuevos soles, lo cual a su vez significa un ahorro de 4% de lo gastado regularmente en transporte, Tabla 4.10, por PRONAA (S/. 8,908,945).

4.5.2.4. RESUMEN DE COSTOS Y PORCENTAJE DE AHORRO

Tabla 4.11

RUBROS	T.M.	%	COSTO PRONAA	%	COSTO MODELO	AHORRO	%
OTROS ALIMENTOS	102,758	64%	179,916,576	70%			
ARROZ	58,850	36%	68,528,270	27%			
TRANSPORTE			8,908,945	3%	8,568,544	340,401	4%
TOTALES	161,608	100%	257,353,791	100%			

Fuente: Propia

A través de un análisis de inferencia, también podemos indicar que, sí del costo total de alimentos (S/.257,353,791), el costo de transporte es un 12%, según tabla 4.9, de arroz, entonces se ahorraría un 4% de un 12% del costo total de transporte de todos los alimentos. Lo cual representaría un ahorro total de un 1% del valor total de alimentos, que se van a trasladar entre sus almacenes en el ámbito nacional, durante el año 2003.

A la misma vez, este análisis, indica que en lo que se refiere a transporte propiamente dicho, el ahorro sería del orden del **4% del costo total del transporte, que es 12%, $(257,353,791 \times .12) \times .04 = 1,235,298$** . Como se observa este 4% representa un valor monetario de S/. 1, 235,298

Un millón doscientos treinta y cinco mil doscientos noventa y ocho nuevos soles anuales.

4.2.6 Análisis técnico del proceso en la solución del problema PRONAA.

Como se sabe no existe una regla, útil en todos los casos, que indique cómo se debe proceder para resolver un problema real mediante la investigación operativa. Sin embargo, el modelo de transporte con un herramienta de soporte computacional como LINGO 8.0, ha demostrado ser un software sumamente eficiente, poderoso y utilísimo, por tal motivo para la implementación del modelo de estudio, Además de cumplir con la estructura y requerimientos computacionales como, el uso del Software LINGO 8.0, el proyecto se ha ceñido igualmente, a los procedimientos y estructura de la Investigación Operativa y la implementación de un modelo, según se detalla a continuación:

a) Definición del Sistema del Mundo Real.-

Se identifico el problema real , a partir de la convivencia con el mismo y la dificultad de resolverlo óptimamente, el proyectista trabajo durante 5 años en esta institución , por lo que el problema es real y sumamente complejo.

b) Definición del Sistema a ser modelado

Esto consiste en abstraer del Sistema Real, la parte relevante del estudio. Como se ha indicado el problema es trasladar un gran volumen de alimentos entre 28 almacenes entre si.

c) Definición del Problema.-

En esta parte se define el objetivo deseado.

El objetivo deseado es optimizar el transporte de alimentos entre 28 ciudades entre si, al menor costo posible, atendiendo a la misma vez los requerimientos óptimos de cada ciudad y según la oferta disponible.

Este ha sido la mayor responsabilidad del proyectista , que definió las funciones de utilidad basados en los criterios de decisión. Enseguida se decidió utilizar y aplicar un modelo existente. De otro modo, se hubiera tenido que desarrollar un modelo nuevo.

e) Solución del Modelo

Se utilizó como soporte computacional, en la Optimización, el software LINGO 8.0, el cual debe contar, entre otros modelos, con el MODELO DE TRANSPORTE.

f) Validación de Resultados

Según se observa del análisis técnico, entre los resultados obtenidos por el modelo y los obtenidos por PRONAA, se comprueba la gran semejanza de los resultados lo cual, nos indica que el modelo refleja la realidad de la Institución y aun la mejora u optimiza.

g) Validación del Modelo

El modelo obtenido refleja el comportamiento real de la Institución PRONAA, en las operaciones de TRANSPORTE entre sus 28 almacenes a nivel nacional.

h) Presentación de Resultados

Esto es sumamente importante. Se ha presentado los resultados útiles e importantes para el decidor; y esto se ha presentado en formato, estilo, dimensiones y lenguaje de uso, práctico para la Institución PRONAA.

Podría ocurrir que muchos modelos muy bien hechos nunca sean usados por estar mal presentados.

i) Implementación del Modelo

En esta fase se requiere el aporte de personal de soporte, tales como Programadores. Al inicio es posible participar directamente, y luego gradualmente disminuir la participación.

j) Documentación del Modelo

Se incorpora literatura al final de presente trabajo y obviamente, los procedimientos a través del presente Proyecto.

k) Toma de Decisiones usando el Modelo

Esta es una fase de aplicación del modelo. Para llegar hasta aquí, el modelo habrá tenido que vencer una serie de pruebas. que se podrán ir incorporando a medida de las circunstancias, como pueden ser cambios de origen, destinos, fletes.

4.3 ANALISIS PRACTICO EN LA SOLUCION DE UN MODELO.

En la practica, resolver un problema de operaciones, puede iniciarse con ciertas interrogantes sencillas, que permitirán visualizar la complejidad o dificultad de la modelación matemática, de un problema.

Cuando el problema está definido, la formulación del modelo es una parte crucial. No se trata solamente de formular un modelo adecuado en términos de que sea apropiado para el problema, pues existen otras consideraciones:

a) ¿Cómo va a resolver el modelo? ¿Qué requerimientos computacionales requiere?

b) ¿Cuánto costará resolver el modelo?

El proyecto responde a estas interrogantes y cuantifica , los costos en la parte de conclusiones y recomendaciones.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En la actualidad toda empresa ó institución requiere tomar decisiones sumamente importantes, urgentes y a la vez muy complejas, decisiones donde se interrelacionan una serie de condiciones y restricciones que reflejan lo que sucede en la vida real, ya sean de carácter administrativo u operativo; Para tomar estas decisiones se requiere de hechos, cifras y datos históricos.

Por tal motivo, en el presente capítulo y a partir de lo elaborado en los capítulos anteriores del proyecto, en donde se recogió datos, cifras y datos históricos del PRONAA; para su consecuente y respectivo análisis y procesamiento computacional. Este ultimo proceso, a su vez ha determinado una solución optima para esta Institución.

En tal sentido y de acuerdo a lo investigado y procesado, en este capítulo presentamos las conclusiones y recomendaciones que deberían considerarse e implementarse en la Institución PRONAA; Institución pública que en sus decisiones operativas y de gestión, deben siempre considerar la optimización de sus recursos económicos e incremento de su productividad.

Por ello el presente trabajo, denominado "Optimización de Transporte en el Programa Alimentario PRONAA", consideró que esta aplicación de optimización, a través de la Investigación de Operaciones y su modelo de Transporte; sería de relevante importancia para la distribución óptima de los alimentos, en el ámbito nacional entre los diferentes almacenes de esta Institución.

CONCLUSIONES

Las conclusiones que obtienen del presente trabajo, se resumen en tres aspectos:

Conclusiones de carácter computacional

El uso de una herramienta computacional es muy importante a la hora de optimizar un sistema de soporte a la decisión. Como este trabajo es un soporte a la decisión corporativa del PRONAA y a la gestión de operaciones en la distribución óptima de los alimentos a diferentes lugares del Perú; es importante y necesario contar con una herramienta que enfatice en la generación de la estructura del problema y a la misma vez aísle los datos; de tal manera que el usuario final solo se dedicaría a introducir los cambios en la oferta y la demanda. Como se ha expuesto el uso combinado del software LINGO de LINDO SYSTEMS, para el motor de inferencias de las funciones de la matriz generadora; y las facilidades que permite EXCEL de MICROSOFT WINDOWS, con las facilidades de @OLE, permiten la separación de las instrucciones LINGO, generador de matrices con las tablas de datos de EXCEL, donde se encuentran datos de los lugares de destino y sus demanda; orígenes y sus ofertas y fletes según origen y destino destino. Este binomio, permitió una gran interfaz a fin de que el usuario no requiera conocer el programa LINGO, pero si el EXCEL para cambiar los datos solamente. Como se vio en el Capítulo tres.

Conclusiones de la Implementación

El uso de LINGO Versión 8.0, de LINDO SYSTEMS, en condiciones normales permite sólo un manejo de 300 variables. En nuestro modelo, para el producto arroz, se necesitaba trabajar con 448 variables, que son los costos de 16 orígenes a 28 destinos, según data PRONAA. Otra versión LINGO 8.0 llamado SOLVER SUITE de 500 variables tiene un costo de \$495; y el modelo LINGO PROFESSIONAL, para decisiones de negocios y de gobierno, de 2000 variables, cuesta alrededor de \$4900.

Dada esta limitación para correr nuestro programa, fue necesario introducir un artificio lógico, a fin de reducir el numero de variables y adaptarlo a la versión de 300 variables con que contábamos; El tal sentido se redujo los elementos triviales o variables de costo cero, como la distribución de un origen a un destino, que era el mismo origen; es decir un origen que se distribuía a si mismo; esta variable la eliminábamos ya que no tenía un costo de transporte; esto reducía el numero de variables de la matriz.

Este análisis permitió reducir variables de oferta de 16 a 10, e igualmente el volumen a distribuir; que como el caso de Arequipa que necesita para sí mismo 778 TM y para los destinos externos a este departamento 5516 TM.

Esta artificio lógico nos permitió reducir el numero de variables a solo 280 (10x28), con lo cual, pudimos utilizar la versión estándar y no sacrificar costos adicionales.

Conclusiones de carácter económico

Como se observa en el Capítulo V, tabla 5.4, el esquema tradicional del transporte de

alimentos en PRONAA, y la propuesta del siguiente trabajo, nos indica que existe un beneficio económico importante para la Institución.

Según el análisis de la tabla mencionada, para el caso de solo producto arroz los costos actuales son de S/.8, 908,945; en cambio los costos óptimos del modelo, según reporte LINGO, adjunto a este proyecto entregan la cantidad de S/.8, 568,544; obteniéndose un ahorro de S/.340,401. Que representa un ahorro del 4% del costo usual de transporte, por año en el PRONAA.

Este monto es sólo el ahorro en la distribución del alimento más representativo del PRONAA. Para el cálculo óptimo de la larga lista de alimentos que distribuye PRONAA, se hace evidente la importancia del uso de esta herramienta de soporte a la decisión corporativa. Si bien el resultado que obtiene PRONAA, no esta lejos de la realidad, en cuanto a costos, esto se debe a que no existen variaciones en los parámetros de entrada; pero a su vez esta similitud, confirma objetivamente; que el modelo refleja la realidad operativa de las actividades en PRONAA.

Un segundo factor relevante de carácter económico, es que esta acción repetitiva para toda la lista de alimentos, se puede obtener, simplemente realizando un clic, al relacionar LINGO con EXCEL.

Esta vinculación optima y aplicativo es precisamente el resultado de este importante y novedoso proyecto.

RECOMENDACIONES

La recomendación más importante es implementar el presente modelo de transporte en PRONAA, dado los resultados obtenidos.

Adicionalmente, adquirir una versión LINGO 8.0, PROFESSIONAL, para el cual se invierte alrededor de \$496; pero que esta, permite manejar y trabajar con 500 variables como límite máximo, esta versión nos permitiría gestionar una mayor cantidad de orígenes y destinos, con lo cual mejoraría ostensiblemente, otros procesos de distribución que esta Institución realiza a nivel de los beneficiarios.

El ahorro de mas de s/ 300,000 en un solo alimento y de un aproximado de S/. 1,200,200 en todos los alimentos al año, permite tener una idea global, de toda la utilidad en costos y tiempo que puede ahorrarse en la gestión en el transporte de alimentos en el PRONAA, a través de presente proyecto.

Otro beneficio adicional que fortalece la idea de implementarlo en PRONAA, es que el uso de EXCEL de MICROSOFT WINDOWS el cual no tiene un costo adicional para esa Institución.

Por todo lo mencionado, se recomienda implementar el modelo del proyecto, por todos los beneficios, características de su aplicación, funcionabilidad, uso, utilidad y el bajísimo costo de su implementación.

Adicionalmente considero que, la productividad, es decir el uso eficaz y eficiente de

los recursos, no es una necesidad para las instituciones del Estado, sino es su obligación ya que utilizan los pocos recursos que nosotros, todos los peruanos aportamos con sacrificio y responsabilidad. En tal sentido se hace obligatorio que las instituciones del Estado consideren y tomen en cuenta; todas aquellas propuestas, derivadas del uso de herramientas y técnicas modernas en la Toma de decisiones, tales como la Investigación de Operaciones y los sistemas o software inteligentes; los cuales permiten esquemas óptimos de solución.

El proyecto, ha demostrado como se puede optimizar un problema, pero sé que hay muchos otros más, que requieren de su análisis y solución; a fin de optimizar toda la gestión gubernamental, lograr incrementar su productividad y por ende el desarrollo de nuestro país.

BIBLIOGRAFIA:

- G. F. y Eppen Gould, Investigación de Operaciones en la Ciencia de la Administración, Editorial Mc GrawHill.
- H. Taha, Investigación de Operaciones, Editorial Prentice Hall.
- K. Mathur y D. Solow, Investigación de Operaciones, Editorial Prentice Hall.
- E. Raffo Lecca, Investigación de Operaciones, Editorial Raffo-Lecca editores.
- L. Schrage, Optimization Modeling with LINGO, LIDO SYSTEMS INC.
- W. Winston, Investigación de Operaciones, Editorial Grupo Iberoamericano S.A.

ANEXOS

APÉNDICE 1

Hojas de Cálculo y LINGO

LINGO es el software que se ha utilizado como software de optimización para el problema del transporte de bienes en PRONAA.

LINGO es muy útil para la modelación de grandes problemas. Los más diversos métodos para modelación de cualquier problemática, utilizan modelos en hojas de cálculo o spreadsheet.

Las principales ventajas que posee un modelo al utilizar spreadsheet, son:

- Excelentes reportes formateados, debido a las facilidades disponibles.
- Gran audiencia de personas que utilizan spreadsheet.
- Excelente interfase con procesadores de textos.

Las principales ventajas de hacer un modelo en LINGO son:

- Flexibilidad en diversos casos.

- Escalabilidad, permitiendo el fácil cambio del tamaño de un conjunto; sin tener que editar o copiar nuevamente las fórmulas.
- Excelente auditoria y visibilidad de las fórmulas de un modelo en LINGO.
- Facilidad en la representación de múltiples dimensiones.

Tomando los mejores beneficios, tanto en LINGO como de los spreadsheet, se puede desde LINGO automáticamente recuperar e insertar datos para la spreadsheet, bases de datos y archivos comunes. Bajo ambiente de Microsoft Windows, se utilizan las interfaces de OLE (Object Linking and Embedding) y ODBC (Open Database Connectivity). Usando las capacidades de OLE, se conecta la hoja de cálculo EXCEL al modelo de LINGO, requiriendo dos pasos:

a) En la hoja de cálculo, cada área que suple o recibe datos desde LINGO, el modelo deberá estar asociada a un nombre de rango. Esto es hecho, teniendo iluminada el área de interés con el mouse y entonces usar el comando **Insert/Name/Define**.

Los nombres de rango, son los mismos nombres que están referenciados en el modelo LINGO.

a) En el modelo LINGO, cada atributo (el vector), será recuperado, y deberá aparecer en la sección LINGO DATA, en la forma:

ORIGEN = @OLE ('C:\PRONAA\DATOS.XLS'),

Cada atributo que será enviado al spreadsheet, deberá aparecer la sección LINGO DATA, en una sentencia de la forma:

@OLE ('C:\PRONAA\DATOS.XLS') = COSTO TOTAL

Para incrustar un modelo LINGO en un spreadsheet EXCEL, seleccionar el comando de EXCEL **Insert/Object**. Una lista de objetos incrustados será presentada. Seleccionar el documento LINGO desde esta lista. Un completo modelo de LINGO, se incrusta en el spreadsheet que se muestra a continuación.

Así como @OLE() es utilizado para conectar un modelo LINGO a un spreadsheet, de igual manera @ODBC(), es utilizado para conectar un modelo LINGO a una base de datos. La sentencia @TEXT(), esta disponible para conectar un simple archivo texto. Así la sentencia envía los valores de X a un archivo denominado "pronaa.out" con:

DATA

@TEXT('PRONAA.OUT') = X;

ENDDATA

APÉNDICE 2

PLAN DE TRABAJO INSTITUCIONAL –AÑO 2003 PROGRAMACION DE METAS FÍSICAS Y FINANCIERAS SEGÚN PROGRAMAS Y TRIMESTRES.

APÉNDICE 3 A

INGRESO DE DATOS Y MATRIZ DE DATOS: OFERTA Y DEMANDA
(CONSULTAR EL FORMATO IMPRESO)

APÉNDICE 3B

MATRIZ DE RESULTADOS
(CONSULTAR EL FORMATO IMPRESO)
APÉNDICE 4
Corrida de LINGO
(CONSULTAR EL FORMATO IMPRESO)

ANEXO 5

COMPRAS DE ARROZ PRONAA 2003
(CONSULTAR EL FORMATO IMPRESO)

ANEXO 6

COMPRAS TOTALES DE ALIMENTOS 2003
(CONSULTAR EL FORMATO IMPRESO)