

5167

ENFOQUE DE LA PROGRAMACION POR OBJETIVOS PARA EL
DESARROLLO DE UN MODELO EN EL SERVICIO DE ASEO
DE LAS EMPRESAS PUBLICAS

LEONEL PARRA PINILLA

Trabajo de Grado presentado
como requisito parcial para
optar al título de Magister
en Informática.

Director: GABRIEL HIGUERA GUIO

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER Centro de Documentación y Bibliografía BIBLIOTECA		No. Clasificación XI
No. Adquisición	Fecha recibida 11 MAR 1993	5167
No. Inventario 75685	Precio	Dpto. Solicitante

BUCARAMANGA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE CIENCIAS FISICOMECAICAS
POSTGRADO EN INFORMATICA

1993

BIBLIOTECA UIS

Nota de Aceptación

.....
.....
.....

.....
Presidente del Jurado

.....
Jurado

.....
Jurado

Bucaramanga, Febrero de 1993

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

- A Los Profesores del Postgrado en Informática, por su enseñanza durante el periodo académico.
- Al Ingeniero GABRIEL HIGUERA GUIDO, por su orientación en la ejecución del proyecto.
- A Los Ingenieros ENRIQUE SARMIENTO Y GERMAN GAVILAN, integrantes del jurado calificador.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
1.1. ANTECEDENTES	2
1.2. JUSTIFICACION DEL PROYECTO	4
1.3. OBJETIVOS DEL PROYECTO	6
Objetivos generales	6
Objetivos específicos	7
1.4. ALCANCES DEL PROYECTO	7
1.5. ORIENTACION SOBRE EL CONTENIDO DEL PROYECTO	8
2. AMBIENTE DE DESARROLLO DEL PROYECTO	10
2.1. AMBIENTE COMPUTACIONAL REQUERIDO PARA PROCESAMIENTO	10
2.2. FORMA DE PROCESAMIENTO	11
2.3. AMBIENTE EMPRESARIAL DEL PROYECTO	12
2.3.1. Qué son las empresas públicas?	12
2.3.2. Administración de las empresas	14
3. FUNDAMENTACION TEORICA DEL PROYECTO	17
3.1. FUNDAMENTOS SOBRE PLANEACION	17
3.1.1. Principios de la planificación	18
3.1.2. Tipos de planes	22
3.2. ADMINISTRACION PUBLICA	25

3.3. FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACION POR OBJETIVOS	28
3.3.1. La programación por objetivos	29
3.3.1.1. Reseña histórica	31
3.3.1.2. Areas de aplicación	35
3.3.2. Planteamiento de elementos de la prog por obj.	40
3.3.3. Análisis de sensibilidad	43
3.4. INTRODUCCION A LA TEORIA DE MODELOS	45
3.4.1. Concepción de un modelo	47
3.4.2. Clasificación de los modelos	51
3.4.3. Retroalimentación entre el modelo y el modelador	54
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE SERVICIO DE ASEO	56
4.1. ANALISIS DEL PROBLEMA	58
4.1.1. Numero de habitantes	58
4.1.2. Cantidad de basura producida por la población	60
4.1.3. Barrido de calles	65
Barrido manual	
Barrido mecanizado	
4.1.4. Disposición final ó tratamiento de basuras	72
4.2. DEFINICION DEL PROBLEMA	73
4.3. EL MODELO DE PROG POR OBJET EN EL SERVICIO DE ASEO	75
Variables de decisión	
Variables de desviación	
Planteamiento de objetivos	
Determinación función objetivo	
4.3.1. Formulación del modelo general de prog por obj	77

4.3.2. Formulación del modelo de servicio de aseo	79
Prioridades	
Función objetivo	
Objetivos	
4.4. COMO SOLUCIONAR EL MODELO DE PROG POR OBJETIVOS	96
4.4.1. Limitaciones de la programación por objetivos	97
4.4.2. Solucion grafica de la prog por objetivos	99
4.4.3. El método simplex de la prog por objetivos	100
4.4.4. Códigos de computador para prog por objetivos	103
4.4.5 Sensibilidad	113
5. CARACTERISTICAS PAQUETE DE COMPUTADOR PARA SOLUCION	115
5.1. DESCRIPCION DE MODULOS	116
5.1.1. Módulo tutorial	
5.1.2. Módulo manual	
5.1.3. Módulo aplicación	
Solución	
Sensibilidad	
5.1.4. Mantenimiento	
5.2. EJECUCION DEL PAQUETE	126
5.3. EJEMPLO DE UN MODELO Y SU ARCHIVO DE DATOS	138
6. RESULTADOS DEL MODELO	140
6.1. ARCHIVO DE DATOS DE ENTRADA DEL MODELO	140
6.2. RESULTADOS DEL MODELO DEL SERVICIO DE ASEO	158
6.3. ANALISIS DE RESULTADOS	163
7. CONCLUSIONES	175
BIBLIOGRAFIA	183
ANEXOS	184

LISTA DE TABLAS

	Página
TABLA 1. Resumen del recuento de viviendas del área metropolitana según estrato, actualizado en el período 1.989-1.990.	62
TABLA 2. Cantidad de basura producida por habitante al día, en Bucaramanga.	63
TABLA 3. Parámetros de barrido manual de calles.	67
TABLA 4. Muestra de datos barrido mecanizado B/manga.	68
TABLA 5. Longitud principales avenidas de B/manga.	70
TABLA 6. Longitud sectores especiales barrido mecánico	71
TABLA 7. Datos disposición final de basuras.	92
TABLA 8. Costos de recolección, barrido, tratamiento y administración Dpto de aseo de B/manga.	95
TABLA 9. Tablero inicial para el simplex modificado de J.P Ignizio	107
TABLA 10. Tabla visual de contenido paquete OBJETIVO	115

LISTA DE ANEXOS

	Página
ANEXO 1. Estadísticas municipales de Colombia 1990.	186
ANEXO 2. Distribución de personas y viviendas por estrato socio-económico.	188
ANEXO 3. Cantidad de basura por estrato.	190
ANEXO 4. Parámetros en la recolección de basuras de B/manga	196
ANEXO 5. Parámetros en el barrido de calles de B/manga	212
ANEXO 6. Parámetros actividad tratamiento de basuras.	222
ANEXO 7. Costos del Dpto de aseo de B/manga.	223
ANEXO 8. Ejemplo algoritmo Simplex modificado-Dual simplex.	228

1. INTRODUCCION

La actividad humana está destinada a satisfacer necesidades particulares y de la sociedad, las cuales se derivan de la exigencia del medio, cada vez más reducido y con limitaciones de recursos. A través del tiempo la sociedad, ha establecido divisiones territoriales, y las ha dotado de dirección administrativa y económica, para manejar los intereses generales de la comunidad.

Dentro de la división territorial, existen en nuestro país los municipios, entidades encargadas de administrar los servicios públicos del estado. Para ciertas categorías de municipios, el gobierno ha creado empresas públicas, cuyo fin inmediato es el de satisfacer regionalmente las necesidades de servicios públicos.

Estas empresas cuentan con normas específicas, dictadas como leyes, ordenanzas o acuerdos, necesarios en el cumplimiento de sus funciones.

Para ofrecer los servicios, es necesaria la planificación y utilización de recursos humanos, financieros, materiales y de gestión, elementos que no están fácilmente al alcance de la administración, presentándose por tanto un desfase entre la demanda de usuarios y la oferta de soluciones de servicios.

1.1. Antecedentes

De acuerdo al tema del proyecto de grado, se han desarrollado estudios que cubren áreas tanto de la programación por objetivos como actividades de servicio prestadas por las empresas públicas.

En el postgrado en informática se desarrollaron dos proyectos aplicados al sector salud y al sector productivo, uno titulado Diseño e implementación de un procedimiento para la planificación de recursos de una institución hospitalaria, utilizando la programación por objetivos, cuyo contenido desarrolló un modelo para la asignación de recursos en el hospital Gonzalez Valencia y el otro Optimización de sistemas de refinación por programación por objetivos, para buscar establecer la correlación entre las variables que intervienen en los esquemas operacionales en una refinería, disminuyendo desperdicio de productos, generar productos con especificaciones adecuadas y bajar los costos de

operación; además estudios relacionados con las actividades del sector público tales como: Funcionamiento y organización de un departamento de servicios para las empresas públicas de Bucaramanga, cuyos objetivos consideran el diseño de un modelo apropiado de departamento de servicios para satisfacer la demanda de los servicios ocasionados en la organización general de las empresas públicas, y la creación de una metodología adecuada que incluya una estructuración administrativa de las empresas.

Otro estudio es el Análisis de optimización de recursos en el taller de mantenimiento de las empresas públicas de Bucaramanga, cuyos objetivos pretenden establecer métodos de trabajo que reduzcan al mínimo el tiempo fuera de servicio de los vehículos de las empresas y establecer un programa de mantenimiento preventivo. Existe además un proyecto relacionado con el mantenimiento y aseo de la planta física de la UIS, el cual establece una serie de procedimientos que determinan las actividades a desarrollar en oficinas, jardines, edificios y vías de la universidad.

Estos proyectos entre otros, ofrecen en su contenido temas relacionados sirviendo como una fuente de información y se constituyen como estudios precedentes a este proyecto.

1.2. Justificación

El mantenimiento y conservación de limpieza dentro de las ciudades es una de las actividades que dan mayor o menor imagen en la administración pública.

No existe un miembro en una sociedad que acepte el desorden y desaseo del sitio donde reside.

Toda comunidad por pequeña que sea, necesita conservar el mejor ambiente de salubridad dentro de su hogar y fuera de él; el aseo tiene influencia en el bienestar de la comunidad, y es una de las mayores fuentes de conflictos entre la comunidad y la administración de cualquier población.

La atención a esta actividad se cumple a través de entidades públicas en la mayoría de las regiones del país, existiendo algunas localidades donde son atendidas por entidades particulares o privadas.

Toda administración clasifica el aseo como prioridad de su gestión y hace todo tipo de esfuerzos económicos y administrativos para mejorar la recolección y disposición de basuras con el propósito de ofrecer a los residentes y visitantes una localidad libre de basuras y en el mejor estado de presentación.

Con este estudio se establecen algunos parámetros que influyen directamente en el servicio, buscando fijar elementos que cuantificados a través de ecuaciones, faciliten a cualquier institución una fuente de partida para el desarrollo de objetivos destinados a mejorar la actividad del servicio de aseo en una localidad.

El modelo del proyecto considera las actividades de barrido, recolección y disposición final de basuras como constituyentes del servicio de aseo.

Las consideraciones establecidas en el proyecto parten de información suministrada por funcionarios que atienden el servicio de aseo; aunque el proyecto no ha sido ordenado por las empresas públicas de Bucaramanga, la información suministrada por funcionarios del servicio, sirve como marco básico de referencia para la construcción del modelo.

Dada entonces la importancia que tiene el aseo para la comunidad, es necesario entonces hacer un esfuerzo para crear un modelo que permita mostrar cuanto es posible satisfacer objetivos para la adecuada prestación del servicio de aseo.

1.3. Objetivos del proyecto

Objetivos generales:

Estudiar y aplicar la teoría de la Programación por objetivos, en problemas que involucren objetivos, prioridades y restricciones.

Establecer criterios que permitan relacionar de manera cuantificada, las actividades que involucren el servicio de aseo.

Determinar los recursos que intervienen en la prestación del servicio de aseo.

Proponer un ordenamiento en el cumplimiento de objetivos para la satisfacción del servicio.

Bosquejar un modelo de programación por objetivos que permita reducir al mínimo las desviaciones que puedan presentarse en el cumplimiento de las metas establecidas.

Determinar las variables y los parámetros que inciden en la actividad generada por el servicio.

Establecer condiciones y restricciones de operarios y de vehículos que permitan relacionar las actividades de

barrido, recolección y disposición final de basuras.

Pretender que mediante el análisis y aplicación de los parámetros resultantes del modelo, se logre establecer un marco de referencia para la toma de decisiones relacionadas con el servicio.

Objetivos específicos:

Elaborar un modelo matemático que relacione las actividades del servicio de aseo bajo la concepción de la programación por objetivos.

Diseñar e implementar un programa de computador utilizando la programación por objetivos para solucionar un modelo de servicio de aseo.

Implementar un módulo de programación que permita introducir cambios, para establecer la sensibilidad del modelo.

1.4. Alcances del proyecto

El estudio pretende cubrir con el establecimiento de ecuaciones de restricción de objetivos y el planteamiento de una función objetivo, la cuantificación de las actividades propias del servicio de aseo.

Su alcance cubre las actividades de barrido, recolección y disposición final, a través de la determinación de un modelo.

Se pretende además, la elaboración de un modelo general de programación por objetivos y el respectivo programa de computador, que proporcione resultados que permitan analizar variables que determinen la eficiencia en un servicio comunitario de gran interés social para la salubridad de los centros urbanos.

En el proyecto se plantea un modelo que permita mostrar cuánto es posible satisfacer objetivos trazados por la administración.

1.5. Orientación sobre el contenido del proyecto

En el capítulo 2, se describen los conceptos relacionados con el ambiente empresarial y computacional del proyecto así como conceptos sobre Empresas Públicas y su administración. En el 3, se describe la fundamentación teórica sobre planeación, administración pública y programación por objetivos; el capítulo 4, describe el planteamiento, análisis, y definición del problema; el capítulo 5 establece las características del paquete de computador elaborado para la solución del modelo; el 6 los resultados y su análisis terminando en el capítulo 7

con las conclusiones; se incluyen anexos que soportan las fuentes de información y la bibliografía que permitirá a futuros lectores, ampliar la consulta en el tema.

2. AMBIENTE DE DESARROLLO DEL PROYECTO

El proyecto se desarrolló dentro del marco de investigación sobre Programación por objetivos del postgrado en Informática de la UIS; su configuración partió de la definición del área del proyecto al inicio del programa del postgrado, y del entendimiento de esta teoría a través de los seminarios especiales dirigidos dentro del período académico.

El modelo objeto de este proyecto puede aplicarse dentro aquellas entidades dedicadas al servicio de aseo, y que por dedicación cumplan las actividades de barrido, recolección y disposición de basuras.

A continuación se describen los elementos necesarios que conformarían el ambiente de desarrollo del proyecto.

2.1. AMBIENTE COMPUTACIONAL REQUERIDO PARA EL PROCESAMIENTO

Utilizando lenguajes de programación, se ha escrito un

BIBLIOTECA UIS

paquete de programas, para la implementación de la programación por objetivos, y cuya función consiste en conseguir la solución de modelos matemáticos que utilicen esta herramienta.

El paquete fue diseñado para microcomputadores, tipo IBM pc/xt/at, Texas Instruments, WANG y compatibles, bajo el sistema operativo D.O.S versión 3.3 o superiores.

Se implementó en el computador utilizando herramientas de generación de programas fuente en ambiente de bases de datos y archivos (Clipper, Pascal) y generación de tutorial de la aplicación (Story Board).

La documentación se soportó mediante un procesador de texto para el manejo de ecuaciones y símbolos especiales (WP 5.1), encadenamiento de manual electrónico (Readme) y generadores de diagramas y figuras (Flow II+).

Para efectos de velocidad en el procesamiento de la solución se considera favorable que el procesador utilizado para la ejecución, sea del tipo 80286/80386.

2.2. FORMA DE PROCESAMIENTO

El paquete fue concebido para utilizarlo en forma interactiva, sin embargo la programación se desarrolló

para que el usuario trabaje partiendo de la creación externa del archivo de entrada de datos del modelo como archivo no documento, y posteriormente lograr la solución a través de la interacción del computador con ayuda de pantallas hasta su terminación; además el usuario puede hacer selección de opciones que le ilustran sobre el manejo del paquete inclusive observar el contenido total del proyecto a manera de tutorial.

2.3. AMBIENTE EMPRESARIAL DEL PROYECTO

El ambiente donde se ubica el proyecto obedece a la razón del servicio de aseo, actividad que es desarrollada en un alto porcentaje por entidades del estado.

Dentro de la actividad que desarrolla las empresas públicas municipales, se encuentra ubicado el universo de este estudio, definido como sector servicios.

2.3.1. Qué son las Empresas Públicas?

Las empresas públicas municipales, en concordancia con las atribuciones legales que le confieren las leyes de la República, han sido creadas como establecimientos públicos encargados de la dirección, administración, y prestación de los servicios municipales de acueducto, alcantarillado, teléfonos, plazas de mercado, matadero,

plaza de ferias, planta de pavimentos, central de transportes, y otros servicios del estado, con el fin de satisfacer las necesidades de la sociedad.

Las empresas, están organizadas como una persona jurídica de derecho público, con autonomía de patrimonio y rentas propias, y encargadas de la prestación de servicios públicos; su patrimonio está constituido por todos los bienes que pertenecen al municipio, afectados a los servicios citados anteriormente.

Deben prestar a la nación, al departamento para las oficinas o dependencias establecidas dentro del municipio, con preferencia sobre cualquier otra persona o entidad, los servicios públicos que administra, estén destinados ellos directamente a esas entidades, o a la satisfacción de necesidades de interés general.

En ningún caso podrá suspender los servicios, ni privar de los mismos a las oficinas o dependencias de la nación, de la gobernación o del municipio.

El establecimiento puede con sujeción a las disposiciones legales y a las normas estatutarias, ejecutar todo acto y celebrar con cualquier clase de persona, todo contrato de los comprendidos dentro de su actividad propia, con la sola restricción de que no le es permitido enajenar a

título, ni todas ni una sola de las empresas a él incorporadas, ni darlas todas a una sola de ellas en arrendamiento o en administración fiduciaria o en concesión, a menos que sea con autorización expresa de las autoridades municipales, obrando éstas dentro de la órbita de sus atribuciones y de acuerdo con las disposiciones y leyes vigentes.

Las empresas públicas de un municipio, pueden prestar los servicios que administre a otros municipios, por medio de contratos con ese objeto; también, con personas públicas y privadas pueden celebrar toda clase de contratos sobre prestación, intercambio o interconexión de servicios.

Al producirse la terminación o supresión de las empresas, los servicios públicos que administre volverán a quedar a cargo del municipio que los ha creado, y las empresas y en general su patrimonio, se reincorporarán al del mismo municipio¹.

2.3.2. Administración de las empresas

El establecimiento empresas públicas, es competente para manejar, sostener, administrar, desarrollar y mejorar las

¹CONCEJO MUNICIPAL, Acuerdo Nro. 051 de Noviembre 21 de 1.972, Municipio de Bucaramanga.

propiedades y bienes de su dominio, construyendo en ellas directamente o por medio de contratos con otras personas, las obras necesarias a sus fines.

El establecimiento, obrará por medio de sus órganos: la junta directiva y el gerente general.

La junta directiva, dirigirá de conformidad con los estatutos, dictando las normas de administración y velando porque tanto las disposiciones constitucionales como legales, las estatutarias y las que ella expida, tengan cumplido efecto.

La junta, está compuesta por nueve miembros, por un periodo que será el mismo que la ley fije para los concejales, a excepción de los representantes de la administración municipal, quienes serán de libre remoción y nombramiento del alcalde.

El gerente general, es la autoridad superior de la administración de las empresas, dentro de las normas legales estatutarias y las que fije la junta directiva; es el representante legal del establecimiento, y funcionario de libre nombramiento y remoción.

Dentro de la estructura orgánica de las empresas públicas municipales, existe un departamento de aseo, encargado de

la atención de las basuras en la localidad, dependencia que posee los recursos humanos, vehiculares y de presupuesto necesarios para el cumplimiento de dicha actividad.

Los párrafos anteriores conforman un bosquejo del ambiente de trabajo donde el proyecto puede desarrollarse.

3. FUNDAMENTACION TEORICA DEL PROYECTO

El capítulo describe el marco teórico que permite conocer los elementos de administración necesarios en el manejo de los servicios públicos, así como la definición de los conceptos de programación por objetivos, cuál es su campo de acción y plantear porque se utiliza en el proyecto.

3.1. FUNDAMENTOS SOBRE PLANEACIÓN

La organización de la función pública, tanto en Colombia como en otros países, obedece a la noción de sistemas; este término sistemas, abarca la idea del conjunto de variables interrelacionadas entre sí, que persiguen una finalidad determinada.

La creciente expansión del conocimiento ha presionado la búsqueda de un puesto de observación, donde se considera como un todo, el vasto campo de la actividad humana. Intuirlo y configurar sus primeras manifestaciones correspondió a científicos, quienes armados de este instrumento de investigación se han lanzado por los

campos más diversos del conocimiento, sin excluir los procesos de gestión en las organizaciones de servicios públicos.

La aplicación del concepto de sistemas, reclama para sí aportes hechos a los esfuerzos por realizar, agilizar y adaptar la administración, a los cambios del ambiente en nuestro medio. ¹

➤ Función de planeación.

Dentro del proceso administrativo, la función de planeación es básica para el desarrollo de las otras funciones de organización, dirección y control.

➤ Concepto de planeación.

▷ "Planificar es decidir por anticipado qué hacer, cómo hacerlo y quién lo hace. La planificación llena el vacío entre dónde estamos y a dónde queremos ir. Hace posible que ocurran cosas que de otra manera no ocurrirían. Aunque el exacto futuro rara vez puede ser predecido, los factores fuera de control pueden interferir con los mejores planes. ↓

¹ ESAP, Enfoque de sistemas aplicado a la Administración Pública, Documento de trabajo, Unidad Informática, Universidad Javeriana, Bogotá, 1.986

Sin planificación, los acontecimientos son dejados al azar. La planificación es un proceso intelectual, es la determinación consciente de líneas de acción, y el logro de que las decisiones estén basadas en propósitos, hechos determinados y en estimaciones adecuadas." ²

El establecer por adelantado las acciones futuras se llama planear. Desde las más sencillas de nuestras actividades (una compra), hasta la más compleja (gobernar un país), requieren de una planeación. De ahí que dentro del proceso administrativo sea la planeación la base para el desarrollo de las demás funciones.

3.1.1. Principios de la planificación

La naturaleza esencial de la planificación, puede ser entendida mediante cuatro principios básicos: Contribución a los objetivos, primacía de la planificación, penetración de la planificación, y eficacia de los planes.

* Contribución a los objetivos

Todo plan y sus derivados deben contribuir de una forma positiva al cumplimiento de los objetivos de la

² DE MARTINEZ, Julia Rosa. Teoría General de la Administración, Escuela Superior de Administración Pública, Bogotá, 1.986

organización.

- Este principio tiene su origen en la naturaleza de las empresas organizadas, la cual existe para el cumplimiento del propósito mediante una cooperación deliberada. Por ejemplo, si la empresa tiene como objetivo prestar un servicio a la comunidad, valga decir transporte, cada una de las unidades organizadas de la empresa llevará a cabo planes, así la unidad de suministros adquirirá los vehículos automotores necesarios para la prestación de dicho servicio, la unidad de operación trazará los programas y rutas de cada automotor, y la unidad de mantenimiento velará por la reparación y conservación de los vehículos automotores. Este principio se acondiciona perfectamente dentro de la planeación de la recolección de basuras en el servicio de aseo público municipal.

*** Primacía de la planificación.**

La planificación es única, puesto que establece los objetivos necesarios para el esfuerzo de todo un grupo. Además los planes deben ser hechos para cumplir estos objetivos antes que el ejecutivo conozca qué tipo de relaciones organizativas y calificaciones personales se necesitan, junto con qué sentido los subordinados van a ser dirigidos y que tipo de control se va a aplicar.

La planificación y el control son inseparables, en la administración. La acción no planificada no puede ser controlada; es decir, sin planificación no puede darse un control eficaz. ~~S/~~ Principio aplicable a la gestión administrativa de las empresas públicas municipales. ←

* Penetración de la planificación.

La planificación es función de todo ejecutivo; por ejemplo, ~~S/~~ un ejecutivo a causa de su delegación de autoridad o de su posición en la organización, puede llevar a cabo mas planeamientos en una planificación que en otra, o la planificación de uno, puede ser básica y aplicable a una mayor parte de la empresa que la del otro. Sin embargo, todos los ejecutivos, desde los gerentes generales hasta los capataces planifican. El capataz de una cuadrilla de obreros de obras públicas o de una fabrica, planifica en un área limitada bajo órdenes y procedimientos bastante estrictos; este principio se acomoda en el radio de acción de los barrenderos, del servicio de barrido.

* Eficiencia de los planes.

Un plan es eficiente si, una vez puesto en marcha, consigue la obtención de los objetivos con el mínimo de consecuencias imprevistas y con positivas ganancias

mayores que los costos. Un plan puede contribuir a la obtención de los objetivos pero a un costo demasiado elevado e innecesariamente alto.

3.1.2. Tipos de planes

La identificación de los planes, ilustra la amplitud de la planificación y pueden ser: objetivos, políticas, procedimientos, reglas, presupuestos, programas y estrategias; cada uno de estos planes serían: *

- Objetivos.

Los objetivos o las metas son fines hacia los cuales la actividad está encaminada. Representan no solamente el punto final de la planificación, sino como ya se ha indicado, el fin al que se encamina la organización, el desarrollo del personal, la dirección y el control. Por ejemplo: Una empresa tiene como objetivo ganar prestigio en el mercado. Lo hará a través de la consecución de personal altamente calificado, buena calidad de sus productos, buena atención a sus clientes, precios adecuados y oferta suficiente.

- Políticas

* DE MARTINEZ, Julia Rosa. Teoría General de la Administración, Escuela Superior de Administración Pública, Bogotá, 1.986

Pueden ser consideradas también como planes. Las políticas son afirmaciones generales o declaraciones que canalizan a los subordinados en el proceso de adopción de decisiones. Por ejemplo: Si una empresa tiene como objetivo incrementar sus ventas, puede lograrlo a través de una política de precios bajos.

- Procedimientos

Los procedimientos son planes, en el sentido de que establecen un método habitual en el manejo de las actividades futuras. Los procedimientos son verdaderas guías para la acción, más bien que guías de pensamientos, y detallan paso por paso la manera exacta en que ciertas actividades deben ser cumplidas. Por ejemplo: Una empresa puede definir un procedimiento para la escogencia de su personal así:

Llenar una solicitud de empleo,

Presentar unas pruebas,

Una entrevista,

Un examen médico y

Firmar un contrato.

- Reglas

Las reglas son planes en el sentido de que son líneas de

acción requeridas, las cuales al igual que otros planes son escogidos entre varias alternativas. Corrientemente son el tipo de plan más simple. Se confunden frecuentemente con las políticas o procedimientos, aunque sean totalmente distintas. Una regla requiere que se tome una acción específica y relacionada con el procedimiento, puesto que es una guía para la acción que no especifica secuencia de tiempo. Una regla puede ser o no, parte de un procedimiento. Por ejemplo: "Prohibido botar basura" es una regla que no tiene relación con ningún procedimiento; en el proceso de selección de personal definido anteriormente, una regla es que todo aspirante diligencie la solicitud de empleo.

- Presupuestos

Un presupuesto es un plan. Un estado de resultados esperados expresados en términos numéricos. Puede ser fijado ya en términos financieros o en términos de horas-hombre, unidades de producto, horas-máquina o cualquier otra medida determinada en términos numéricos. Por ejemplo, un presupuesto puede tener relación con operaciones, como es el caso del presupuesto de gastos.

- Programas

Los programas son un complejo de políticas,

procedimientos, reglas, asignación de funciones, y otros elementos necesarios para llevar a cabo una determinada línea de acción; están generalmente basados en presupuesto de capital y de operación. Los programas pueden ser de tanta importancia como por ejemplo, la construcción de puentes elevados para descongestionar el tránsito.

- Estrategias

Las estrategias pueden ser consideradas como planificación interpretativa o como planes hechos, teniendo en cuenta los del competidor; Así por ejemplo, una empresa X puede vender sus productos a precio de costo para competir con una empresa que tiene absorbido el mercado.

3.2. ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

La administración pública se puede entender como el manejo, por parte del Estado, de una serie de recursos (tributarios o no tributarios), cuya finalidad última es la provisión de bienes sociales que permitan alcanzar mayores grados de bienestar comunitario.

La administración pública en Colombia presenta tres niveles: a) Nivel nacional (ministerios, departamentos administrativos, entidades descentralizadas y las

Corporaciones Regionales de Desarrollo). b) Nivel Departamental (gubernaciones, oficinas de Planeación e institutos descentralizados) y c) Nivel Municipal (alcaldías y oficinas públicas municipales).

Los decretos 1050 y 3130 de 1968, establecieron tres tipos de organismos, dentro del sector descentralizado, conocidos como EMPES, a saber: establecimientos públicos, empresas industriales y comerciales de Estado y empresas de capital mixto.

La autonomía regional se entiende como la capacidad de los departamentos, municipios y entidades descentralizadas, localizadas en las regiones, para orientar con independencia su propio desarrollo apoyada en niveles propios de responsabilidad delegada. *

Un ejercicio de descentralización no necesariamente conduce al logro de la autonomía regional. La primera se puede dar simplemente mediante redistribución de funciones, responsabilidades o incluso recursos financieros. La segunda supone el arraigo de una autoridad y un nivel de compromiso tal que pueda autodirigir su propio desarrollo.

* ESAP, Política y Administración Pública, Subdirección de Postgrado ESAP, Bogotá, 1.986.

Eduardo Wiener, exjefe del DNP señalaba como mecanismo para el logro de la autonomía regional los siguientes:

a) Mantener estabilidad y coherencia en las políticas de descentralización que se adopten.

b) Disponer de unos "índices de capacidad de autonomía". O sea, que el grado de delegación debe estar determinado en forma gradual por la capacidad económica y administrativa de cada región para poder asimilar con éxito tal delegación.

c) Utilizar aportes de capital por parte de la nación como contrapartidas a nuevas captaciones de recursos del nivel regional que eleven el volumen de recursos públicos de inversión.

En consecuencia, el proceso de descentralización, orientado hacia el logro de una mayor autonomía regional, tendrá que apoyarse necesariamente en el mejoramiento de los niveles de administración de las entidades tanto públicas como privadas.

El proceso de descentralización, ha revertido a los municipios, bajo la dirección de la alcaldía, el manejo de los servicios públicos del estado, con autonomía propia, función que se halla bajo la tutela de las

empresas públicas municipales.

Se establece entonces, que la acción de los servicios públicos municipales, no están a la deriva de las personas, sino que existe una completa infraestructura de administración pública, que ofrece a la sociedad con el respaldo de la ley, el beneficio de los servicios básicos de supervivencia y salubridad.

3.3. FUNDAMENTOS DE LA PROGRAMACIÓN POR OBJETIVOS

Con los conceptos sobre administración pública, y las actividades de las empresas municipales, es necesario ofrecer un marco teórico, que permita conocer que es la programación por objetivos; cómo se definen sus conceptos, cuál es su campo de acción, y plantear por qué se utiliza en el proyecto.

El proyecto busca plantear analíticamente, y mediante el desarrollo de un modelo, cómo interactúan los recursos del servicio, para lograr que las desviaciones con respecto al cumplimiento de los objetivos trazados por la organización, sean mínimos.

Se ha escogido la programación por objetivos, como herramienta de trabajo en esta investigación, por ser una técnica apropiada para análisis de decisiones, donde el

administrador esta obligado a alcanzar múltiples objetivos bajo restricciones complejas.

Su enfoque permite la solución instantánea de un sistema de objetivos; es una técnica capaz de manejar problemas de decisión de un solo objetivo, y de múltiples objetivos.

Dadas las características de administración y de operación de las empresas públicas en nuestro medio, es perfectamente viable utilizar la programación por objetivos, como guía de análisis en el cumplimiento de las metas trazadas por la organización.

Este es un estudio de aplicación dentro de la línea de investigación sobre programación por objetivos del Postgrado en Informática, orientado al sector servicios.

3.3.1. La programación por objetivos

La persona que toma decisiones, es una persona que intenta alcanzar un conjunto de objetivos hasta la extensión máxima posible, en un ambiente de intereses conflictivos, información incompleta, recursos y capacidad limitados para actuar en un ambiente tan

complejo. *

La técnica de programación por objetivos, es una herramienta apropiada, poderosa y flexible para análisis de decisiones donde el administrador esta obligado a alcanzar múltiples objetivos bajo restricciones complejas.

Los objetivos organizacionales varían de acuerdo a las características, tipos, filosofía de la administración y condiciones particulares ambientales de la organización.

No existe un objetivo universal único para todas las organizaciones, la maximización de ganancias que se ve como objetivo de las firmas comerciales en la teoría económica clásica, es uno de los objetivos más ampliamente aceptados de la administración.

Las empresas comerciales frecuentemente colocan prioridades más altas en objetivos no económicos que en maximización de ganancias. O frecuentemente buscan la maximización de ganancias mientras persiguen otros objetivos no económicos.

Frecuentemente, los múltiples objetivos de la administración están en conflicto o son alcanzables solo

* HIGUERA, Guío Gabriel. Conferencias Seminario Especial de Profesores, Departamento de Ingeniería Industrial, UIS, 1.982

a expensas de otros objetivos.

Si la administración puede suministrar un ordenamiento de los objetivos en función de sus contribuciones o importancia para la organización, y las restricciones de todos los objetivos son lineales, el problema puede resolverse por la programación por objetivos.

Deben entonces, minimizarse las desviaciones entre los objetivos, y lo que puede alcanzarse dentro de las restricciones dadas.

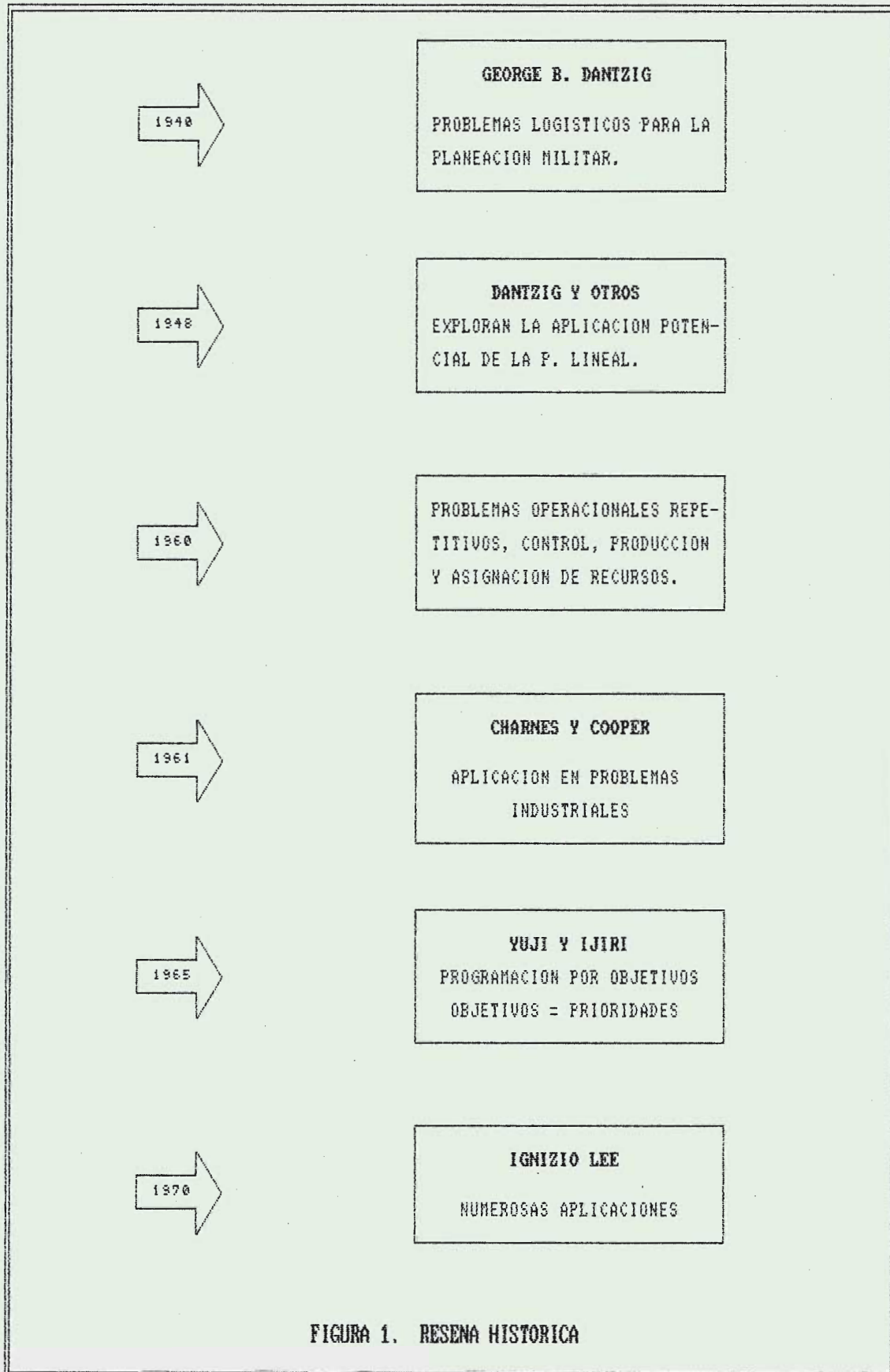
3.3.1.1. Reseña histórica de la programación por objetivos. Los orígenes de las técnicas de programación matemática se remontan a la historia de las teorías de ecuaciones lineales, no lineales y desigualdades. George B. Dantzig es reconocido como padre de la programación lineal. El trabajo de Dantzig estuvo relacionado principalmente con la búsqueda de técnicas para resolver problemas logísticos para planeación militar cuando estuvo empleado por la fuerza aérea de los USA en Washington DC en la década de los 40. Desde 1948 varios estudiosos se han unido a Dantzig para refinar la técnica y explorar la aplicación potencial de la programación lineal.

Debido al desarrollo en paralelo del computador digital,

en la investigación de operaciones, el tomar decisiones adquirió una gran capacidad en velocidad de cómputo, almacenamiento y extracción de información; si no fuera por el computador digital, la investigación de operaciones con sus problemas de cálculos en gran escala, no hubiera crecido al nivel de hoy día. (Figura 1. Reseña histórica).

Hasta 1960, la mayoría de los enfoques formales en la toma de decisiones en la industria, eran aplicados típicamente a casos especiales bien delineados de problemas operacionales repetitivos, tales como los de control de producción y asignación de recursos.

Desde 1960, sin embargo, se han venido aplicando cada vez mas enfoques formales a problemas de planeación menos estructurados.



El equipo de A. Charnes y W. Cooper, ha jugado un papel importante en la introducción y aplicación de la programación lineal a problemas industriales.

Fueron ellos en 1961 quienes visualizaron una manera de resolver problemas de programación lineal no factibles que se originaban en interacciones de restricciones meta-recurso.

En 1965 Yuji Ijiri, estudió las técnicas detalladas de la programación por objetivos basados en los conceptos generales desarrollados por Charnes y Cooper. ⁶

El estudio de Ijiri presentó la definición de factores de prioridad preemptiva para tratar múltiples objetivos del mismo nivel de prioridad. El estudio de Ijiri, estuvo principalmente involucrado con el desarrollo de la técnica y sus posibles aplicaciones a la contabilidad y al control administrativo.

En la década de los 70 Ignizio y Lee, desarrollaron descripciones detalladas y numerosas aplicaciones: Goal Programming and Extension (Lexington, Mass.), 1976; Goal Programming for Decision Analysis (Philadelphia), 1972. ⁷

⁶ MOSKOWITZ, Herbert, Investigación de Operaciones, Purdue University West Lafayette, Indiana, 1.982

⁷ DAVIS, MACKEDOWN, Modelos Cuantitativos para la Administración, University of Georgia, 1.986

3.3.1.2. Areas de aplicación de la programación por objetivos. La programación por objetivos suministra a la administración la oportunidad de analizar la factibilidad de la estructura de objetivos.

La programación por objetivos puede y ha sido aplicada a una gran variedad de problemas gerenciales de producción tanto en el sector público como el privado.

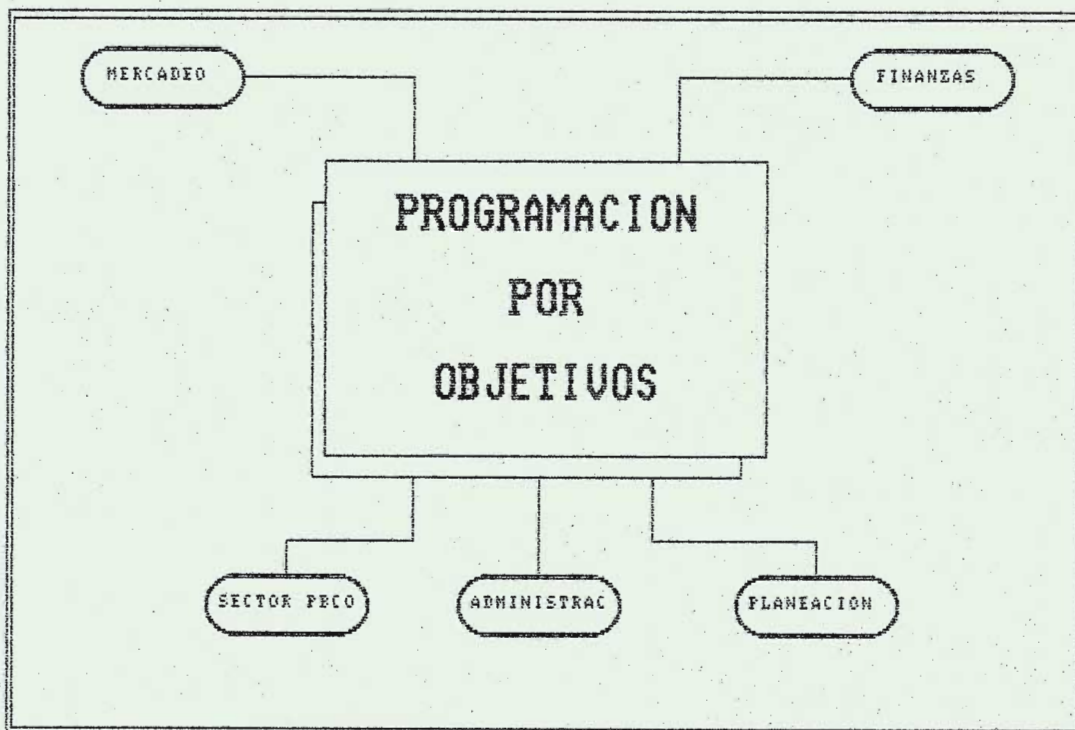


FIGURA 2. CAMPOS DE APLICACION DE LA PROGRAMACION POR OBJETIVOS

En general, el modelo de programación por objetivos, desarrolla tres tipos de análisis:

- Determina los requerimientos necesarios para alcanzar los objetivos.
- Determina el grado de logro de los objetivos con ciertos recursos.
- Suministra la solución óptima bajo diferentes combinaciones de recursos y estructura de objetivos.

Los campos de aplicación de la programación por objetivos son muy variados y se encuentran de manera regular en las áreas de distribución y planeación:

- Mercadeo:

Donde las metas conflictivas podrían ser: maximizar la participación del mercado, minimizar costos de publicidad, planeación y programación de medios de publicidad, selección de mezclas de productos y asignación de recursos de ventas. ²

- Control de inventarios:

Donde es necesario minimizar el número de faltantes y el

² HIGUERA, Guío Gabriel, Conferencias Seminario Especial de Profesores, Departamento de Ingeniería Industrial, UIS, 1.982

costo de almacenaje.

- Producción:

Donde se minimiza el costo de fabricación y el control de calidad y se maximiza la utilidad.

- Finanzas:

Asignación de créditos, planeación financiera, presupuesto de capital.

En el sector público, la programación ha sido aplicada a problemas de planeación académica (asignación de horarios de profesores, planeación de admisiones de una universidad).

En la planeación económica municipal, planeación urbana, rural y en planeación de servicios médicos a la comunidad.

3.3.2. Planteamiento de los elementos de la programación por objetivos

En la programación por objetivos hay dos clases de restricciones:

1. Restricciones de sistemas (llamadas fuertes) que no pueden ser violadas, y

2. Restricciones de objetivos (llamadas restricciones suaves) que pueden ser violadas.

Con la ayuda de un ejemplo se describen estos elementos.

Se va a diseñar un programa educativo, en el cual las variables de decisión son x , y .

x = número de horas de trabajo al mes.

y = número de horas de trabajo al mes en el laboratorio.

Además se tiene una restricción de horas a trabajar.

$x + y = 100$ (total horas trabajadas)

Sin embargo cada hora de clase abarca doce minutos de experiencia en grupos pequeños y diecinueve de resolución de problemas individuales, en tanto que cada hora de laboratorio abarca veintiocho minutos en grupos pequeños y once de resolución de problemas individuales.

Los diseñadores tienen dos objetivos: Los estudiantes deben gastar hasta donde sea posible, a) un cuarto del tiempo máximo del programa trabajando en pequeños grupos

y b) un tercio en la resolución de problemas, estos objetivos se resumen así:

$$\begin{aligned} 100 * 60 &= 6000 \text{ minutos} \\ 12 * x + 28 * y &= 1500 \\ 19 * x + 11 * y &= 2000 \end{aligned}$$

Para implantar este enfoque, la condición de experiencia de grupos se escribe de nuevo como restricción de objetivo:

$$12x + 28y + u_1 - v_1 = 1500$$

En forma similar se escribe como condición de objetivo la relativa a resolución de problemas.

$$19x + 11y + u_2 - v_2 = 2000$$

Donde las variables u_1 , v_1 , u_2 , v_2 son variables de desviación. Por definición se quiere que estas tiendan a cero o sean cero si es posible. Por lo cual la suma total debe ser minimizada.

Resumiendo este modelo se tiene:

$$\text{Min } Z = u_1 + v_1 + u_2 + v_2$$

sujeto a:

$$\begin{aligned} x + y &= 100 \\ 12x + 28y + u_1 - v_1 &= 1500 \\ 19x + 11y + u_2 - v_2 &= 2000 \end{aligned}$$

Así se obtiene un modelo de programación por objetivos, su solución puede ser resuelta por métodos numéricos o gráficos.

Elementos, variables, restricciones y función objetivo

La programación por objetivos, es una forma de solucionar problemas con objetivos múltiples; en ella deben minimizarse las desviaciones entre objetivos y lo que puede alcanzarse dentro de las restricciones dadas.

Para el logro de esto, hay dos partes importantes en su desarrollo: la función objetivo y las restricciones.

La función objetivo contiene las variables de desviación que representan cada objetivo o subobjetivo.

Las variables de desviación se representan en dos dimensiones en la función objetivo, una desviación positiva y otra negativa. Una de estas desviaciones será igual a cero.

La función objetivo se vuelve entonces, la minimización de estas desviaciones, basado en la importancia relativa o prioridades que se les asignen.

Las restricciones constan de un miembro $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$

(variables de decisión) + $u_i - v_i$ que representan las variables de desviación (Deficiencia o exceso).

Un segundo miembro b_i , representa los valores o constantes de la restricción.

Aplicando estos conceptos al modelo antes propuesto se obtiene:

Min $Z = u_1 + v_1 + u_2 + v_2$
sujeto a:

$$\begin{aligned} x_1 + x_2 &= 1000 \\ 12x_1 + 29x_2 + u_1 - v_1 &= 15000 \\ 19x_1 + 11x_2 + u_2 - v_2 &= 20000 \\ x_1, x_2, v_1, v_2, u_1, u_2 &= 0 \end{aligned}$$

Sin embargo en la función objetivo no siempre se encuentran todas las variables de desviación, por lo cual se deben analizar tres tipos de metas:

- BLANCO Hacer $g_i(x_1, x_2, \dots, x_n)$ tan próximo a b_i como sea posible: (b_i = valores lado derecho de las restricciones)

$$g_i(x_1, x_2, \dots, x_n) + u_i - v_i = b_i$$

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n (u_i + v_i)$$

- MINIMIZAR DEFICIENCIAS

$$z_1(x_1, x_2, \dots, x_n) + u_1 - v_1 = b_1$$

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n v_i$$

- MINIMIZAR EXCEDENTES

$$z_1(x_1, x_2, \dots, x_n) + u_1 - v_1 = b_1$$

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^n u_i$$

En general, las restricciones de objetivo son expresadas con mayor frecuencia en la forma adecuada de igualdad, usando las variables de desviación, de exceso y de holgura que se requieran.

La iteración entre el modelo y el que toma las decisiones se manifiesta en la programación por objetivos, cuando el que decide debe asignar prioridades a diversas metas, por lo cual se apela a la intuición y en este sentido, es heurística, en su enfoque a problemas con objetivos múltiples.

Una pregunta que se puede hacer es: cuándo un objetivo es más importante que otro y como se puede definir en la programación por objetivos. La respuesta es fácil, y hay dos formas de hacerlo, la primera asignándoles valores diferentes a las variables de desviación en la función objetivo; la segunda forma es darle una prioridad a las variables de desviación en la función objetivo (P_k , donde k es la prioridad que se tiene).

3.3.3. Análisis de sensibilidad

Consiste en determinar el comportamiento del modelo a cambios en las especificaciones y parámetros del sistema. Esto se hace debido a que los datos de entrada (parámetros) no necesariamente son precisos o estables y suposiciones estructurales del modelo pueden no ser válidas.

El análisis de sensibilidad es parte esencial de esta fase de solución del modelo.

Cuando se están considerando eventos estocásticos, se torna bastante difícil asignar las probabilidades a dichos eventos, ya que el grado de exactitud de esta asignación puede ser incierto, sin embargo muchos modelos trabajan con probabilidades. Bajo estas circunstancias, es útil realizar un análisis de sensibilidad para

determinar como afecta a la decisión que se ha tomado como la óptima.

El análisis de sensibilidad o análisis post-óptimo se refiere a la determinación de los efectos causados sobre la solución óptima, por las variaciones de los parámetros.

No es muy frecuente tener un modelo con un perfecto conocimiento de todos los valores de los parámetros.

En el análisis de sensibilidad se pueden cambiar, por ejemplo, los coeficientes de la función objetivo, los valores del segundo término de las ecuaciones de restricción, o los coeficientes asociados directamente con las restricciones.

El impacto que tienen los cambios en los coeficientes del cuerpo de las restricciones es de menor importancia porque se obtiene de la tecnología del problema. Es muy probable que estos últimos coeficientes sean valores reales y no estimaciones, por esta razón se consideran sólo los cambios en los coeficientes de la función objetivo y en los valores del segundo término.

La programación por objetivos tiene un alto grado de flexibilidad que falta en la programación lineal. Además

el enfoque de obtención de múltiples objetivos de acuerdo a sus prioridades se adapta a la mayoría de problemas que involucran decisiones.

3.4. INTRODUCCIÓN A LA TEORÍA DE MODELOS

La construcción de modelos es un medio que permite a los administradores analizar y estudiar problemas, así como también analizar diferentes alternativas. *

La construcción de modelos no es una idea nueva; el proceso se utiliza todos los días con frecuencia en forma inconsciente, en la solución de problemas básicos.

En todo momento, el hombre está creando y diseñando modelos que no le permiten suficientes manipulaciones, pues la imaginación no puede tener presentes demasiados elementos a la vez.

Los modelos generalmente nacen en la imaginación, pero su diseño y confección se llevan al papel a manera de escala, para el examen de las diferentes alternativas de solución.

* MOSKOWIST, Herbert, Investigación de Operaciones, Purdue University West Lafayette, Indiana, 1982

El administrador también tiene la opción de utilizar un modelo matemático que por lo general resulta un medio más económico para evaluar diferentes alternativas.

Ya sea un modelo simple o complejo, es una representación abstracta de la realidad y esta representación es algo que se edifica o construye por individuos.

Por desgracia no hay reglas fáciles o métodos automáticos para la construcción de modelos. Esta construcción implica arte e imaginación, así como conocimientos técnicos. ¹⁰

Algunas nociones de como realizar un modelo matemático serían: concepción de un modelo, clasificación de los modelos y retroalimentación entre el modelo y el modelador.

¹⁰ Idem.

3.4.1. Concepción de un modelo

Un modelo es el resultado directo del análisis de todas las facetas de un problema, y expresa las interrelaciones entre las variables y las restricciones contenidas en el problema.

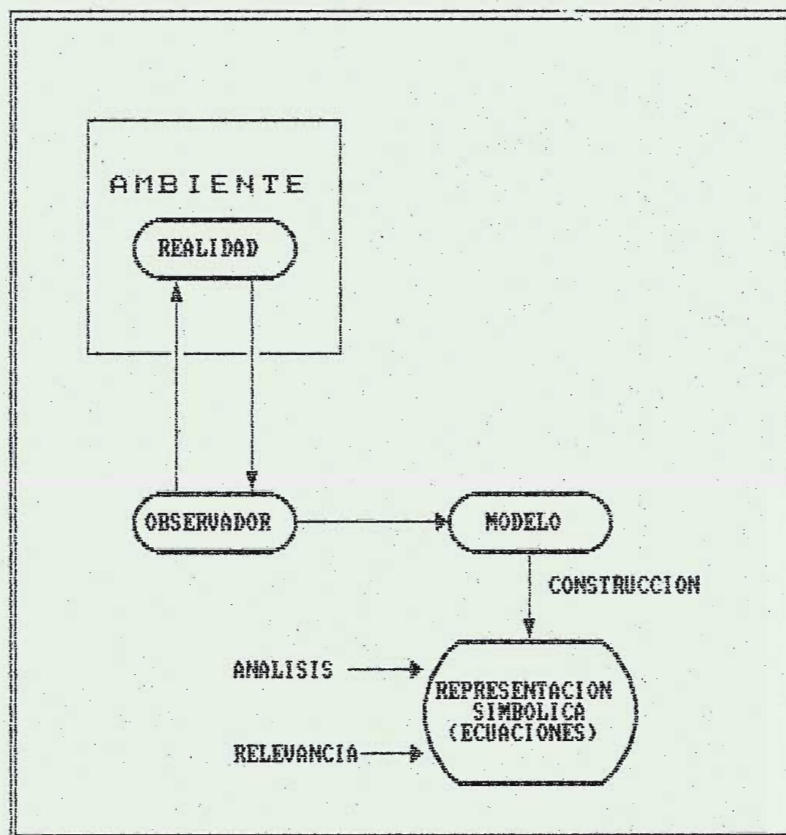


FIGURA 3. CONCEPCION DE UN MODELO

Como guía general, se divide el proceso de construcción de un modelo cuantitativo en tres etapas:

- Se estudia el ambiente.
- Se formula una representación selectiva de la realidad.
- Se formula una representación simbólica del modelo.

En la primera de las etapas se debe definir el ambiente en el cual se desenvuelve el modelo, por lo cual se debe tener una comprensión clara del problema.

La etapa de la formulación, implica un análisis conceptual básico en el que se hacen conjeturas y simplificaciones.

El proceso de formulación requiere que el constructor del problema seleccione o aisle del ambiente aquellos aspectos de la realidad que sean relevantes dentro del ámbito del problema.

Puesto que los problemas que interesan contienen decisiones y objetivos, deben ser explícitamente identificados y definidos.

Hay varias maneras de definir las variables de decisión, siendo posible que la más adecuada no sea evidente en un principio, por lo cual es necesario conservar el

modelo relativamente pequeño para propósitos de cómputo.

De igual manera puede ser problemático tener que satisfacer demasiados objetivos y tener que escoger entre muchos, por lo cual es recomendable tratar de mantener el modelo lo más exacto posible sin que sea tan grande.

Una vez que se ha realizado la formulación lógica se debe elaborar una forma simbólica del modelo. En cierto sentido, formulación y construcción son procesos integrados, siendo la formulación el aspecto lógico conceptual y construcción la representación simbólica efectiva de las relaciones lógicas.

En el ambiente de la determinación de decisiones, con frecuencia se construyen los modelos en el lenguaje simbólico de las matemáticas.

La construcción puede requerir también una buena cantidad de colecciones de datos y programas de cómputo. Sin embargo, la construcción del modelo puede ser menos crítica que la formulación.

La razón es esta: la formulación exige análisis, selección y decisión con respecto a relevancia y objetivos, mientras que la construcción es por lo general un proceso más técnico, implica una traducción al

lenguaje matemático y la adaptación y uso de herramientas conocidas.

Las iteraciones entre la formulación y la construcción por lo común son críticas. Por ejemplo, la formulación de un modelo de planeación de corporaciones puede implicar una decisión que penetre tres, cuatro o cinco años en el futuro.

También puede descubrirse después que el modelo es demasiado complejo de tal forma que no se puede resolver.

¿Suena este proceso de elaboración de modelos como algo demasiado difícil para realizarlo una persona?

Con frecuencia lo es. Pero no por esto se debe abandonar esta área que es la más importante para la solución. ¹¹

¹¹ F.J. GOULD, Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa, University of Chicago, 1.987

3.4.2. Clasificación de los modelos

De acuerdo a los posibles problemas que se pueden presentar, se logra una clasificación de los modelos así:

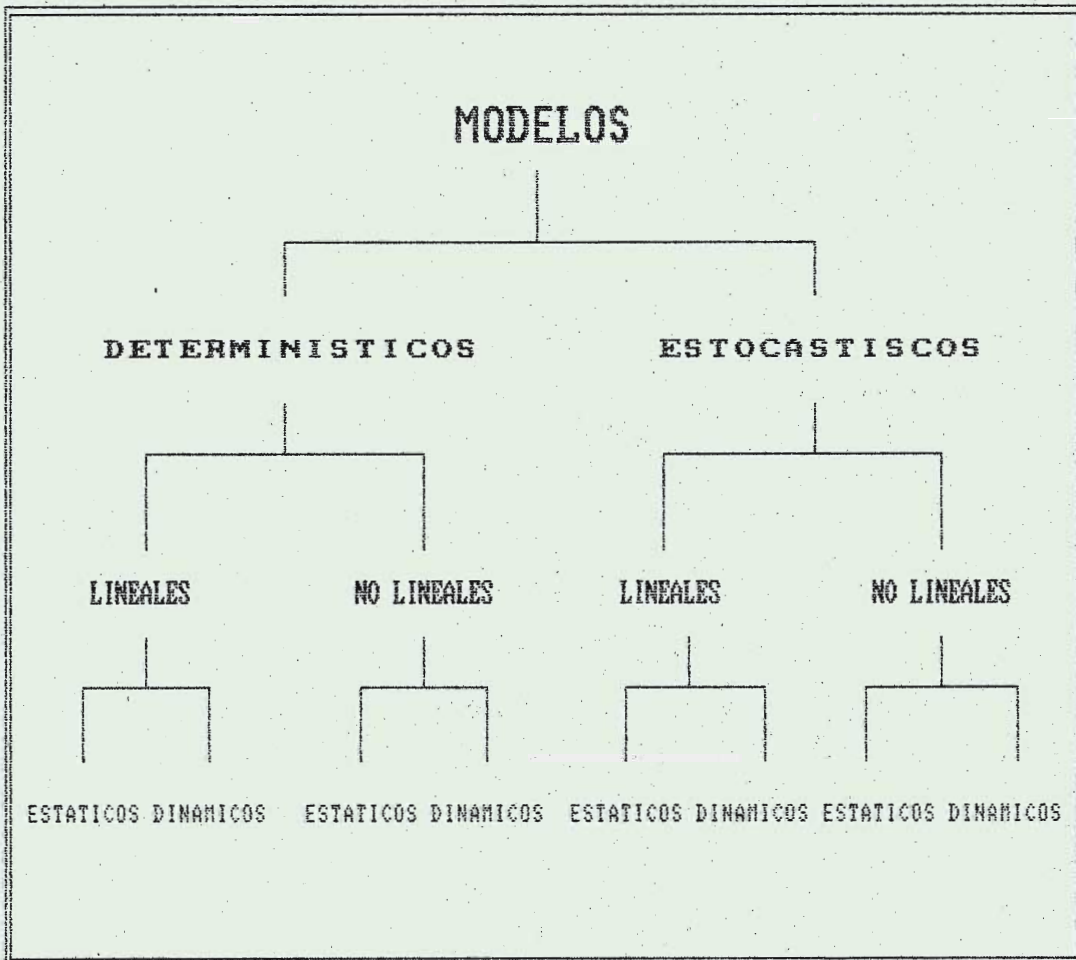


FIGURA 4. CLASIFICACION DE LOS MODELOS

- Modelo determinístico.

Los parámetros del modelo se conocen con certidumbre. Por ejemplo, se sabe el número exacto de las personas que van a jugar cartas.

- Modelo estocástico.

Los parámetros del modelo son inciertos. Cuando no se conoce el número de personas que estarán en el juego de cartas.

- Modelo lineal.

Todas las relaciones funcionales implican que la variable dependiente es proporcional a las variables independientes ($x+y=1$).

- Modelos no lineales.

Usan ecuaciones curvilíneas o no proporcionales ($x=ex$).

- Modelo Estático.

Se define en un punto fijo del tiempo y se supone que las condiciones del modelo no cambian para este periodo específico en el proceso de solución del modelo.

- Modelo Dinámico.

Difiere del estático en que el curso de acción se determina examinando periodos múltiples.

Teniendo en cuenta la clasificación de los modelos, se pueden utilizar tres procesos o métodos de solución, para llegar a la solución óptima, o casi óptima para problemas basados en la ciencia de la administración.

- Algoritmos.
- Métodos heurísticos.
- Simulación.

Un algoritmo es simplemente un conjunto de procedimientos o reglas que cuando se siguen en forma ordenada, proporciona la mejor solución para un modelo determinado.

Ya sea que un algoritmo se desarrolle para un modelo dado o definido, es aplicable sólo para resolver un problema que se ajuste a las características específicas del modelo.

Los métodos heurísticos son utilizados en el planteamiento matemático de un problema tan complejo que una solución analítica es casi imposible, y la evaluación a través de simulación no es práctica debido al tiempo excesivo de procesamiento.

Los métodos heurísticos son procedimientos de búsqueda que intentan pasar de un punto de solución a otro, de manera que se mejore el objetivo del modelo en cada

movimiento sucesivo.

Cuando ya no sea posible encontrar mejoras al objetivo del modelo utilizado, la solución alcanzada se denomina solución aproximada.

La simulación es un proceso de planteamiento de modelos y experimentación que se utiliza para describir y/o analizar un problema específico. Así se analizan los diferentes cursos de acción. ¹²

Como los modelos de simulación no requieren funciones matemáticas de forma cerrada para relacionar las variables, es posible simular sistemas complejos cuyo modelo no puede plantearse en forma matemática.

3.4.3. Retroalimentación entre el modelo y el modelador

Para efectos del control que el diseñador debe ejercer sobre el modelo, es necesario disponer entre otros elementos de: estándares para evaluar el rendimiento deseado u objetivo del modelo; un proceso que recoja información, la ejecute y produzca resultados; y uno o

¹² F.J. GOULD, Investigación de Operaciones en la Ciencia Administrativa, University of Chicago, 1.987

más mecanismos que tomen acción correctiva para generar una decisión que actuará como nuevo elemento de entrada del modelo (Retroalimentación).

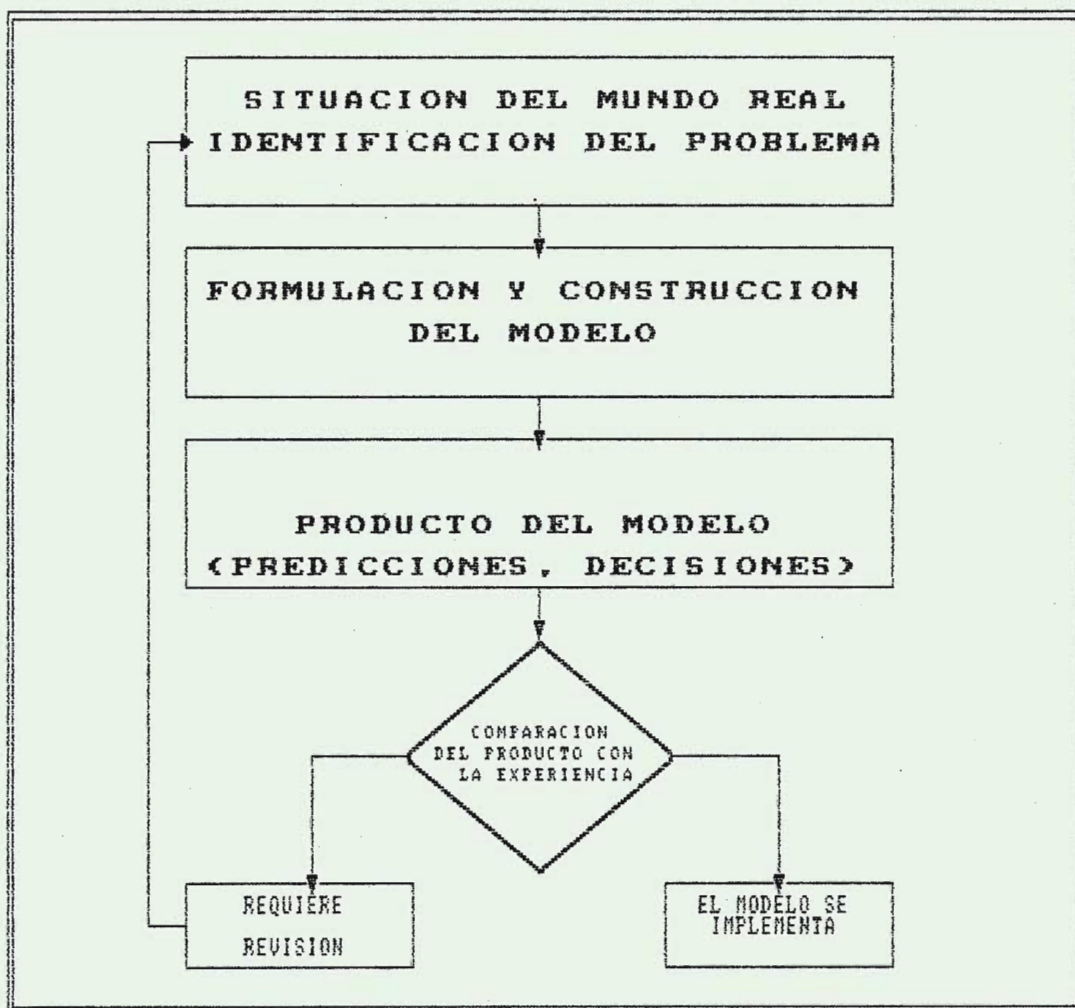


FIGURA 5. RETROALIMENTACION EN UN MODELO

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE SERVICIO DE ASEO

En toda población por pequeña que sea se generan basuras denominadas: Basura doméstica, basura personal, basura industrial y basura ambiental, esta última originada por la naturaleza (hojas, polvo, escombros).

Inicialmente las actividades del hombre afectaron muy poco el ambiente; a medida que el hombre desarrolló ciencia y tecnología necesariamente empezó a transformar la naturaleza creando permanentemente elementos que generan desperdicio; el aumento del nivel de vida, hace que el hombre consuma más productos de variada composición con periodos de utilización, cada vez menores, incrementando los residuos generados en el proceso productivo, y en los productos acabados, los cuales una vez cumplido su periodo de utilización pasan a ser igualmente residuos.

El problema toma mayor magnitud por efectos del crecimiento de la población; y como consecuencia la atención de los servicios públicos se incrementa notablemente.

El hombre tiene la tendencia acentuada de producir mayor cantidad de desechos por razones del consumo de productos desechables. La competencia comercial ha hecho que la vivienda, el vestuario, los alimentos y un conjunto de productos suntuarios tengan cada vez más elementos que se convertirán en desperdicios.

La basura es un problema básico de salud pública, debido a las múltiples enfermedades asociadas con la inadecuada disposición y el deficiente manejo de los desechos.

Las molestias resultantes del manejo inapropiado de basuras aumentan con la aglomeración urbana y la falta de una revisión constante del sistema de recolección que esté operando.

El problema del aseo en las comunidades es de carácter permanente y nace con el día cuando la actividad humana se hace realidad; todos los individuos conocen los inconvenientes de salubridad, de contaminación, de estética e inclusive de administración y costos, sin embargo, en muy pocas personas existe el deseo de mantener un espacio social libre de desechos.

La actividad de las entidades encargadas del mantenimiento adecuado del servicio público de aseo, está orientada a satisfacer la demanda del tratamiento de basuras en la

comunidad.

Con el crecimiento de la población no solo la óptima recolección de basuras y limpieza de las vías es la solución al problema del aseo, sino que los grandes volúmenes de desechos generados, aumentan el problema residual de acumulamiento en los basureros debido a la disminución del espacio físico destinado para este fin; hoy en día la comunidad mundial presta primordial atención a la transformación de desechos en bienes de producción y conservación del medio ambiente.

Es pues el problema de aseo, un invitado a la mesa de decisiones de las autoridades públicas, que aunque haciendo esfuerzos para lograr la disminución de desechos a la vista de la comunidad, no pueden encontrar la solución oportuna al fenómeno por ser éste de carácter permanente.

4.1. ANALISIS DEL PROBLEMA DE SERVICIO DE ASEO

La adecuada prestación del servicio de aseo en una población depende de la cantidad de personas que la habitan; la demanda del servicio varía según la densidad y el nivel socio-económico de la comunidad; de este modo existe la necesidad de analizar las características de la población fundamentalmente en aspectos tales como; número de habitantes, estrato socio-económico y la cantidad de

basura producida.

Para el análisis se han considerado los elementos a partir de la investigación de estudios y documentos de las empresas públicas municipales, estudios realizados por la universidad a través de proyectos de grado, estudios sobre población, e información observada en el campo de las actividades del servicio de aseo.

4.1.1. Número de habitantes

Para determinar el número aproximado de habitantes que residen en una población, se parte de datos históricos establecidos por los censos de población; el crecimiento de la población es calculada por la expresión geométrica.

$P_f = P_o (1 + R)^n$, donde

P_o : Es el número de habitantes censados en un período anterior

R : Es la tasa anual de crecimiento de la población

n : Es el período intercensal en años y

P_f : El censo posterior a P_o y el cual se quiere calcular.

$$\text{Si : } P_f = P_o (1 + R)^n \implies R = \sqrt[n]{\frac{P_f}{P_o}} - 1$$

La aplicación de estas ecuaciones determinan el valor aproximado de los habitantes que residen en la ciudad; este

valor permite aproximar a la cantidad de basura generada puesto que el volumen de desechos está afectado directamente por el número de habitantes que residan en una población.

En los últimos años el DANE, ha utilizado para proyectar la población de los municipios colombianos el método del diferencial de crecimiento el cual consiste en proyectar las proporciones de población de cada municipio, suponiendo que existe una diferencia constante o variable entre las tasas de crecimiento del municipio y el resto del departamento, lo cual implica una evolución de la proporción de población de cada municipio, en forma logística.

En el censo de 1973, la población de Bucaramanga era de 324.873 habitantes y en el de 1985 de 342.770. Según las proyecciones de población municipal, del DANE, (Anexo 1) se puede establecer que la población de 1992 es de 349.182.2 habitantes.

4.1.2. Cantidad de basura producida por la población

Para determinar la cantidad de basura producida por la población se realizan encuestas a las personas residentes en cada vivienda dentro del espacio muestral seleccionado o mediante el análisis de la cantidad de basura

recolectada; se logra entonces establecer la cantidad de basura producida por habitante; si se establece la cantidad por habitante y el número de habitantes de una población, se conoce entonces la cantidad de basura producida por la población, la cual debería ser recolectada totalmente por las empresas si se logra el ideal pleno de eficiencia.

Para las poblaciones de Girón, Florida y Bucaramanga se han hecho estudios en la UIS a través de proyectos de grado con el concurso de funcionarios de las Empresas Públicas Municipales. (Ver bibliografía)

En los estudios se han utilizado tanto las encuestas de hogares con el adecuado soporte estadístico, como el análisis de la cantidad de basura recolectada (Anexo 3).

La población residente en el Area Metropolitana se puede cuantificar por el estrato socio-económico (Anexo 2). El servicio de aseo tiene mayor vigencia en los sectores residenciales comprendidos entre los estratos bajo y medio, estratos que concentran la mayor población.

De acuerdo a la base geográfica del Area Metropolitana, del DANE se obtiene el siguiente resumen:

TABLA 1. Resumen del recuento de viviendas del Area Metropolitana según estrato actualizado en el periodo 1989-1990.

MUNICIPIO	ESTRATO	SECTORES	SERVICIOS	MANZANAS	VIVIENDAS	%
Bucaramanga	Bajo-Bajo			137	3167	4.47
	Bajo			584	11440	16.16
	Medio-Bajo			884	24035	33.94
	Medio			1202	24248	34.24
	Medio-Alto			205	5418	7.66
	Alto			97	2494	3.53
TOTAL BUCA RAMANGA		91	230	3109	70802	100%
Girón	Bajo-Bajo			60	829	7.57
	Bajo			168	2268	20.71
	Medio-Bajo			246	5875	53.64
	Medio			112	1844	16.84
	Medio-Alto			2	91	0.83
	Alto			1	45	0.41
TOTAL GIRON		7	7	589	10952	100%
Florida	Bajo-Bajo			27	211	0.74
	Bajo			288	4356	15.23
	Medio-Bajo			792	18709	65.40
	Medio			111	4037	14.12
	Medio-Alto			38	1230	4.30
	Alto			1	64	0.21
TOTAL FLORIDA		13	16	1257	28607	100%
TOTAL AREA METROPOLITANA		111	253	4955	110361	

Fuente: DANE, Base geográfica del Area Metropolitana de Bucaramanga, 1990.

La mayor concentración de la población se encuentra en los estratos 2-5, estratos que producen la mayor cantidad de basuras; como lógica consecuencia, la mayor dedicación de las rutas de recolección se concentra en dichos estratos. (1 bajo-bajo, 2 bajo, 3 medio-bajo, 4 medio, 5 medio alto, 6 alto).

En la determinación de la cantidad de basura producida intervienen variables tales como: Cantidad de habitantes por vivienda, número de viviendas o predios por ruta de recolección, número de habitantes por ruta, las cuales se evalúan a través de encuestas de población mediante la fijación de planes de muestreo que permiten determinar la cantidad de kilogramos de basura producida al día por habitante.

De los estudios realizados para Bucaramanga y el área metropolitana, se puede calcular la cantidad de basura que se produce por habitante, como un promedio por kilogramos día.

TABLA 2. Cantidad de basura producida por habitante al día, en Bucaramanga (Kilogramos/día).

CLASE DE BASURA	Kgs/día	
	1990	1986
Residencial	234427	157592
Especial	31967	21420
Montones	117427	189910
Total	383821 (1)	368922 (3)
Habitantes	347479 (2)	335831 (4)
Kgs/habitante	1,104588	1,1098535
Kgs promedio/habitante		1,10562

Fuente: (1) Anexo 4
 (2) Anexo 1
 (3) Anexo 4
 (4) Anexo 2

Los desechos que produce la población se clasifican por sectores; existe el sector residencial, el especial (clubes, hospitales, colegios, restaurantes, en general la industria y el comercio) y los montones oficiales (plazas de mercado y mataderos); sin embargo la atención se concentra en el residencial, el cual se constituye como el eje principal del servicio, generándose en él las mayores dificultades y situaciones de conflicto que despiertan en la población la exigencia de una adecuada prestación del servicio de aseo municipal.

En la recolección de basuras intervienen factores determinantes de la calidad del servicio, tales como tipo de vehículo, características de la ruta o recorrido, tamaño del sector del recorrido, distancia al basurero, factores que entre otros reflejarán la frecuencia de recorridos o número de vehículos que deben realizar los recorridos en cada ruta para lograr recoger toda la basura producida en la zona de recolección; es pues la recolección óptima de basuras, uno de los objetivos que persigue las empresas públicas de toda población. En el Anexo 4, se encuentran los parámetros considerados en la actividad de recolección de basuras de Bucaramanga.

4.1.3. Barrido de las calles

La actividad de barrido de calles se hace bajo las modalidades de barrido manual (escobitas) y mecanizado (máquina barredora); la combinación operativa de estas formas debe lograr el aseo de las calles de la población.

Los desechos que se acumulan en las calles tienen su fuente de origen en la circulación de vehículos, circulación peatonal y desechos ambientales (caída de hojas, polvillo, esparcimiento de basuras por aguas lluvias y basuriegos); en general es el resultado del uso de las calles por la movilización de los habitantes residentes y transeúntes de la ciudad.

El factor determinante para el barrido de las calles aunque está ligado a los habitantes, depende del tamaño territorial de la población y del número de cuadras que existan para atender la actividad de barrido; deben ser evaluadas para este servicio variables tales como: Distancia de kilómetros a barrer, número de cuadras en la zona de barrido, número de cuadras barridas-hombre y la clase de operarios y máquinas que intervienen en esta actividad.

Para lograr la óptima satisfacción del barrido de las calles se hace necesario entonces establecer las zonas de barrido en que se divide el servicio manual y el mecanizado, el número de calles y la distancia en kilómetros de cada una de las zonas, la cantidad de kilómetros que pueden barrer los barrenderos y las máquinas en la unidad de tiempo; con estos elementos se obtiene el número ideal tanto de escobitas como de máquinas barredoras necesarias para la satisfacción del servicio (Anexo 5).

- Barrido Manual.

El establecimiento de la información sobre barrido manual de calles se hace, mediante la observación directa de cuadras barridas, y mediciones para establecer la distancia promedio de las cuadras.

Bucaramanga se halla sectorizada en diez zonas para barrido manual, en la cual trabajan dos clases de barrenderos: los de las empresa públicas y los de los grupos precooperativos; los parámetros que afectan el barrido se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 3. Parámetros de barrido manual de calles de Bucaramanga.

Zona	Nombre	Sectores	Nro cuadras	Barrios (límites)
1	Oriental I	13	337	Q seca a calle 45 cra 33 a 48
2	Oriental II	14	365	Cra 33 a Pan azucar calle 45 a 56
3	Centro I	12	354	Q seca a calle 45 cra 15 a 27
4	Centro II	6	171	Calle 31 a 37 cra 14 a 20
5	Sur I	12	326	Zona sur Provenza Calle 60 cra 32
6	Occdntal I	11	312	Q seca a calle 45 cra 7a a 15
7	Centro II	14	277	Cra.15 a 27 entre Q. Seca y calle 45
* 8	Gr 1 Norte	14	339	Zona norte (Modelo Chapinero, Kennedy)
* 9	Gr 2 Occ II	17	476	Cra 15 hacia Occid Calle 2 y Q. Seca.
* 10	Gr 3 Sur II	17	451	Cra.27 sur-occ Cl 45/ 1a Victoria

Fuente: Información empresas públicas sección barrido.
Reorganización administrativa del servicio de
aseo, 1986.

Reorganización del servicio de recolección de
basuras, 1990.

* Barrido a cargo de grupos precooperativos.

- **Barrido Mecanizado.**

El barrido mecanizado se realiza con las máquinas barredoras, y está destinado para las avenidas principales y algunos sectores residenciales especiales de la ciudad, cuya característica común agrupa factores tales como: buen estado de pavimento en las vías, tramos largos de calles para barrido, calles amplias en buenas condiciones, sentido vial de las calles definido y demarcado y sectores residenciales poco congestionados; sin embargo por efectuarse el barrido con máquina barredora, este depende del buen estado de mantenimiento y uso de la barredora.

La variable a considerar es el número de máquinas barredoras que se requieren para barrer los kilómetros de calles destinadas para este servicio; se hace necesario determinar parámetros tales como cantidad de kilómetros que barre la máquina barredora, número de cuadras del sector o número de calles en las avenidas, su distancia en kilómetros, tiempo de dedicación para este servicio, y establecerse los sectores donde se realiza el servicio mecanizado.

Para el barrido mecanizado de la ciudad se consideran los siguientes parámetros:

TABLA 4. Muestra de datos barrido mecanizado de B/manga.

Máquina	Día	Jornada	Metros Barridos		Kmts/Mora
1	Lunes	2	14.740		2.456
		3	19.600		3.266
	Martes	1	7.300		1.216
		3	18.600		3.110
	Miércoles	2	11.660		1.943
		3	19.600		3.266
	Jueves	2	13.440		2.240
		3	18.660		3.110
	Viernes	2	14.740		2.456
		3	19.600		3.266
	Sábado	2	7.300		1.216
		3	18.660		3.110
	Domingo	1	13.440		2.240
		2	11.660		1.943
2	Lunes	2	12.700		2.166
		3	7.340		1.223
	Martes	1	14.920		2.486
		3	14.480		2.413
	Miércoles	2	7.340		1.223
		3	17.660		2.943
	Jueves	2	10.240		1.706
		3	18.000		3.000
	Viernes	2	14.920		2.486
		3	14.480		2.413
	Sábado	2	10.240		1.706
		3	18.000		3.000
	Domingo	1	12.700		2.116
		2	17.660		2.943
TOTAL			399.740	2.380 prom Kts/hr (Kp)	

Jornada: 1 de 6 am a 12 am
 2 de 12 am a 6 pm
 3 de 6 pm a 12 pm

De la tabla anterior se establece que en la ciudad las máquinas barredoras barren en promedio 2,38 kilómetros por hora; el objetivo entonces para barrido mecánico determinará el número de máquinas barredoras que deben cumplir con la limpieza de las principales avenidas y los sectores residenciales especiales (Tablas 5 y 6).

TABLA 5. Longitud principales avenidas de Bucaramanga para barrido mecánico.

Factor	Descripcion	Valor
Z	Zonas de barrido mecánico	11
J	Jornada diaria para barrido mecánico	6 hrs
Kp	Kts promedio barridos por hora	2.38
Kb	Kts prom barridos al día por máquina	14.28

ZONA (Z)	AVENIDAS	DESDE K0	HASTA K1	LONGITUD KMTS	ANDENES	KTS DE LA VIA (NZ)
1	Cra 33	C. 14 V Brigad	C. 67 - Cr 27	3.87	4	5.48
2	Cra 27	Calle 69 Calle 21	Calle 21 UIS	3.10 1.13	4 2	2.40 2.26
3	Cra 15	La virgen	Pta. de sol	4.72	4	18.88
4	Calle 61	Cra 15 Ciud Bolivar	Ciud Bolivar Salida Girón	1.45 0.50	4 2	5.80 1.00
	Calle 56	Cra 36	C plaza mayor	2.15	4	8.60
5	Calle 36	Carrera 33	Gobernación	2.21	4	8.84
	Calle 14	Carrera 33 Carrera 30	Carrera 30 Carrera 25	0.60 0.50	4 2	2.40 1.00
	Calle 10	Carrera 27	Carrera 30	0.25	2	0.50

Continuación...

6	G. Valenci	Calle 56	La Rosita	1.16	2	2.32
	La Rosita	H. Chicamocha	Cra. 15	1.60	4	6.40
	Q. Seca	Salida Cúcuta	Cra. 12	2.75	4	11.00
	B. Bolívar	Carrera 27	Cra. 15	1.61	4	6.44
	B. S/der	Carrera 25	Cra. 15	1.30	4	5.20
TOTAL						109.22

FUENTE: Datos tomados sobre las vías.

TABLA 6. Longitud sectores especiales para barrido mecánico en Bucaramanga.

ZONA	SECTORES ESPECIALES	DESDE	HASTA	CUADRAS	METROS	ANDENES	KTS DE LA VIA (NZ)
7	San Alonso	Calle 14 Cra. 27	Calle 29 Cra. 33	100	9.000	2	18.00
	Universi dad	Calle 10 Cra. 27	Calle 14 Cra. 30	22	1.900	2	3.80
	Aurora	Calle 29 Cra. 27	Calle 36 Cra. 33	78	6.500	2	13.00
8	Sotomayor	Calle 36 Cra. 27	Calle 52 Cra. 33	100	8.000	2	16.00
	La Victori	Calle 65 Cra. 11	Calle 69 Cra. 27	84	6.000	2	12.00
9	Provenza	Puente	Occidente	80	7.000	2	14.00
	Campestre	Calle 52 Cra. 27	Calle 63 Cra. 33	67	12.000	2	24.00
10	El Prado Cabecera	Calle 34 Cra. 33	Calle 52 Cra. 36	83	15.000	2	30.00
11	B. Mutis	Calle 55 Cra. 1W	Calle 65 Cra. 8W	80	12.000	2	24.00
	TOTAL			694	77.400		154.80

FUENTE: Reorganización administrativa del servicio de aseo, Víctor Galindo, Ing. Industrial UIS, 1986.

4.1.4. Disposición Final o Tratamiento de basuras (relleno sanitario)

En Bucaramanga se utiliza como botadero de basuras, un lugar denominado el carrasco ubicado hacia el Sur - Occidente por la vía del Barrio Provenza, abajo del Colegio INEM; en este sitio son ubicadas las basuras de la Ciudad, que constituyen el material componente del relleno sanitario.

La disposición final o tratamiento de basuras es la acción que se lleva a cabo a través del relleno sanitario, cuya operación consiste en que los vehículos descarguen la basura en un sitio predeterminado del carrasco, con el fin de poder cumplir con el ordenamiento del relleno; la basura allí descargada se deja disponible durante un tiempo prudencial para que los basuriegos, quienes se encuentra debidamente organizados, realicen labores de selección de elementos reciclables tales como: colchones, papel periódico, envases plásticos y de vidrio, cartones, todo tipo de chatarra, huesos, retales de madera, y demás elementos transformables para nuevo consumo; posteriormente se inicia la acción de esparcimiento, compactación y cubrimiento de la basura; el esparcimiento y compactación se hace hasta lograr una capa de 15 a 30 cms, la cual es finalmente cubierta con material de cobertura (tierra,

arena de peña), con una capa de hasta 15 cms, dependiendo de la disponibilidad de este material, el cual se obtiene del mismo lugar.

En esta actividad de disposición final es necesario conocer, la cantidad de basura que llega al basurero por día, la cantidad de basura que es esparcida y compactada por máquina en un tiempo determinado, con el fin de obtener el número máquinas necesarias para hacer el tratamiento adecuado de la basuras ubicadas en el relleno sanitario.

Los parámetros considerados pueden observarse en el Anexo 6; La cantidad de basura recolectada por día en la ciudad arroja una cifra promedio de 603.838 Ton, cada máquina en el carrasco tiene un rendimiento de 270 Ton, a partir de estos componentes se establecerán las condiciones para obtener el objetivo de las Empresas de lograr un satisfactorio tratamiento de basuras en el basurero metropolitano.

4.2. DEFINICION DEL PROBLEMA

El aseo público es una necesidad diaria de los habitantes de un municipio. Existe una empresa municipal encargada de realizarlo, y la división que lo ejecuta se compromete en las actividades necesarias, para lograr cumplir con el servicio de aseo.

En estas actividades de frecuencia diaria, suceden conflictos en la interacción de los recursos del aseo y la administración de la entidad; sin embargo, la limpieza debe efectuarse, so pena de perderse la identidad para la cual fue creada la institución.

- **Unidades:** El servicio de aseo se cumple, mediante la coordinación de tres unidades: BARRIDO, RECOLECCION Y DISPOSICION FINAL, cuya función de operación consiste en:

BARRIDO, acción de barrer las vías (calles, carreras, avenidas), del municipio.

RECOLECCION, acción de recolección de las basuras generadas por las actividad de las personas que habitan el municipio.

DISPOSICION FINAL, es la acción de ubicación de las basuras en el basurero, con lo cual termina la función del aseo público municipal.

Para efectos del servicio de aseo, la basura se considera como un solo ente, sin importar su origen, el cual puede manifestarse como: basura doméstica, basura personal, basura industrial y basura ambiental, esta última originada por la naturaleza (hojas, polvo, escombros).

- **Recursos:** Los recursos para la prestación del servicio son de tipo laboral, vehicular y presupuestal.

Por recurso laboral, se entiende el personal que interviene en las labores de barrido, de recolección y de disposición final; el recurso vehicular, lo constituye el equipo mecanizado que se utiliza para la función de aseo; el recurso presupuestal, es el elemento económico que permite cumplir con las actividades operativas y de administración.

La administración en lo posible, suministra todos los recursos para la prestación del servicio a la comunidad, trazando políticas de operación y objetivos por cumplir.

El problema entonces, consiste en lograr que las desviaciones con respecto a los objetivos trazados por la administración en las actividades de barrido, recolección, y disposición final sean mínimos, sujetos a una determinada prioridad administrativa de satisfacción y a un peso relativo, además de las limitaciones de los recursos involucrados en el servicio.

4.3. EL MODELO DE PROG POR OBJETIVOS EN EL SERVICIO DE ASEO

Los elementos que varían dentro de las actividades del servicio de aseo, constituyen el soporte de las ecuaciones, cuya evaluación numérica determina la solución del modelo.

Las variables que intervienen en el modelo son de decisión y de desviación.

- **Variables de decisión.** Variables que definen el resultado de las actividades del personal, del equipo y del presupuesto. Estas variables se definen como:

X_i $i = 1, 2, \dots, n$ variables en las actividades del servicio.

- **Variables de desviación.** Las variables de desviación configuran la igualdad en cada una de las ecuaciones de restricción por objetivo, y con las cuales se construye la función objetivo, se denominan DP_i y DN_i , secuencialmente numeradas desde $i = 1$ hasta m restricciones así:

Sean los DP_i, DN_i $i = 1, 2, \dots, m$ restricciones.

donde DP_i = Sobreobtención de la restricción i .

DN_i = Subobtención de la restricción i .

Las variables de desviación sirven para convertir en ecuaciones las restricciones de los objetivos.

- **Planteamiento de objetivos.** De acuerdo al ambiente administrativo de las Empresas Públicas, de sus objetivos y restricciones se obtiene una visión adecuada de los recursos utilizados, planteándose por cada objetivo ecuaciones que incluyen variables de decisión y de desviación.

- **Determinación de la función objetivo.** De acuerdo al cumplimiento esperado de los objetivos y su incidencia sobre la prestación del servicio, y criterios tales como la captación de recursos económicos (pago de servicio), la adecuada administración de recursos humanos en las actividades de barrido, y la adecuada utilización del equipo mecanizado en labores de recolección y tratamiento, se establecen niveles de prioridad.

4.3.1. Formulación del modelo general de programación por objetivos

El modelo general diseñado por James F. Ignizio, en el cual se incluyen factores de prioridad para tratar múltiples objetivos de acuerdo a su importancia, asignando peso a los objetivos y sus respectivas restricciones, puede expresarse como:

Encontrar $X = (X_1, X_2, X_3, \dots, X_j)$ tal que
 minimice $A = [G_1(n,p), G_2(n,p), \dots, G_k(n,p)]$
 sujeto a:

$$\sum_{j=1}^n E_{1,j} X_j + n_1 - p_1 = b_1$$

$$\text{para } \begin{matrix} i = 1, 2, 3 \dots m \\ j = 1, 2, 3 \dots n \end{matrix}$$

$$X, n, p \geq 0 \quad \text{donde}$$

G_k es el k-ésimo nivel de prioridad.

b_i valores de cada restricción.

- $E_{i,s}$ coef var de decisión s-esima en la restricción i
- X vector de variables de decisión.
- $I_{k,s}$ número índice para la prioridad k bajo la s-ésima variable de desviación.
- A_k desviación de cumplimiento del nivel de prioridad k.
- n desviación por debajo de b_1 .
- p desviación por encima de b_1 .

En la formulación del modelo se deben analizar cada uno de los objetivos, considerados en términos de si el sobrante o el faltante del objetivo es admisible. Si el sobrante es aceptable, p_1 puede ser eliminado de la función objetivo; de la misma manera, si el faltante se acepta, n_1 podría no incluirse dentro de la función objetivo. Si se quiere obtener exactamente el objetivo deseado tanto n_1 como p_1 deben estar representadas.

La asignación de factores de prioridad, G_j , a las variables de desviación p_1 y n_1 se hace desde lo más a lo menos importante. Es decir, si los objetivos se clasifican en K niveles de prioridad, el factor G_j debe ser asignado de tal manera que se cumpla la relación $G_j \gg G_{j+1}$, lo cual implica que al multiplicar G_{j+1} por un número tan grande como puede ser, no lo hará igual o mayor a G_j .

Otro factor importante a considerar en el procedimiento para la formulación del modelo, es el peso de las variables de desviación con la misma prioridad G_j . El criterio a seguir en la determinación de los pesos diferenciales, es

la minimización del costo de oportunidad o arrepentimiento. Esto implica que el coeficiente de arrepentimiento, que siempre es positivo, debe asignarse individualmente a las variables de desviación de los objetivos que estén en el mismo nivel de prioridad. Por lo tanto ellas deben ser commensurables, aunque las pertenecientes a objetivos de diferentes niveles no necesitan serlo.

4.3.2. Formulación del modelo de servicio de aseo para Bucaramanga

Los objetivos establecidos por orden de importancia son :

Objetivo	Descripción
1	REALIZAR LA RECOLECCION GENERAL DE BASURAS, PARA MEJORAR EL ASPECTO DE LA CIUDAD.
2	TRATAR DE OBTENER UNA COBERTURA TOTAL DE LIMPIEZA DE LAS CALLES DE LA CIUDAD.
3	LOGRAR QUE LAS BASURAS QUE LLEGAN AL BASURERO SEAN TRATADAS ADECUADAMENTE PARA EVITAR CONTAMINACION
4	PROCURAR QUE LOS COSTOS INHERENTES A LA PRESTACION DEL SERVICIO NO SUPEREN EL PRESUPUESTO ESTIMADO PARA EL DEPARTAMENTO DE ASEO

Las prioridades se establecen para el servicio de aseo así:

Prioridades	Descripción	Ecuación
P1	Alcanzar la recolección de basuras	$P1(DN_1 + DN_2 + \dots + DN_{26} + DN_{27} + \dots + DN_{52} + DN_{53} + \dots + DN_{71} + \dots + DN_{72} + \dots + DN_{77})$
P2	Realizar la limpieza de las calles	$P2(DN_{78} + DN_{79} + \dots + DN_{100})$
P3	Tratar adecuadamente las basuras	$P3(DN_{101} + DN_{102})$
P4	Saneamiento de finanzas según presupuesto	$P4(DP_{103})$

De acuerdo a los elementos descritos la función objetivo del modelo de servicio de aseo es:

FUNCIÓN OBJETIVO:

$$\begin{aligned} \text{Minimizar } Z = & P1 (DN_1 + DN_2 + \dots + DN_{26} + DN_{27} \dots + DN_{52} + \\ & DN_{53} + DN_{54} + \dots + DN_{71} + DN_{72} + \dots + DN_{77}) + \\ & P2 (DN_{78} + DN_{79} + \dots + DN_{97} + \dots + DN_{100}) + \\ & P3 (DN_{101} + DN_{102}) + \\ & P4 (DP_{103}) \end{aligned}$$

Los elementos que intervienen en la configuración de los objetivos se describen a continuación:

OBJETIVO Nro 1: REALIZAR LA RECOLECCION TOTAL DE BASURAS, PARA MEJORAR EL ASPECTO DE LA CIUDAD.

Las variables que intervienen en este objetivo y sus restricciones son:

Variables: se denominan X_{1ij} donde:

X_{1ij} = Nro de vehículos tipo i en la ruta j

1 = Subíndice que identifica el objetivo 1

i = $1, \dots, t$ tipos de vehículos

j = $1, 2, \dots, R_z$ rutas de recolección en la zona.

R_z = Nro de rutas en que se sectoriza la zona z

z = $1, 2, 3$ zonas (Norte, Centro, Sur)

Restricciones referidas a este objetivo:

Se plantean con base en los volúmenes de basura producidos en la ruta, y de acuerdo al número de vehículos de cada tipo destinados para recolección.

Para efectos de recolección la ciudad se halla dividida en tres zonas (zona 1 norte; zona 2 centro; zona 3 sur); cada una de estas zonas se encuentra sectorizada en r rutas de recolección de tal modo que habra r_1 rutas en la zona 1, r_2 rutas en la zona 2 y r_3 rutas en la zona 3.

La recolección de basuras se hace en cada zona dos veces por semana así: en la zona norte los lunes y jueves, en la

zona centro los martes y viernes, y en la zona sur los miércoles y sábados, lo cual produce tres días de acumulación de basuras producidas en cada ruta.

El personal de recolección y su equipo mecanizado deben levantar T Kgs de basura en promedio día, si se quiere lograr la satisfacción del servicio.

Los T Kgs, son producidos por la población en cada zona; al existir R rutas de recolección en cada zona z, existirán entonces T_j cantidades de basura producida por ruta de modo que:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_{r_z} \quad \text{Kgs basura/día.}$$

La cantidad T_j producida en cada ruta de la respectiva zona, es un factor que depende del número de habitantes en la ruta (N_j), y de la cantidad (b) de basura producida por habitante en la ruta j de la zona; se establece que para una ruta cualquiera (j), la cantidad (T_j) de basura producida por día en la ruta es: $T_j = N_j * b$

La sección de recolección dispone de dos tipos de vehículos denominados Recolectores, los cuales se destinan exclusivamente a la tarea de recolección de basuras; hay otro tipo de vehículo denominado volquetas que no se utiliza directamente en la recolección, si no que se destina para traslado de escombros y tareas especiales de

limpieza.

Resumiendo los factores que intervienen para las ecuaciones de restricción son:

X_{i1j} = Nro de vehículos tipo i en la ruta j. (por zona z)

kt_i = Capacidad en toneladas de cada clase de vehículo.

R_z = Nro de rutas en la zona z.

T = Total Kgs producidos por la población en la zona.

b = Total Kgs promedio/día producido por habitante.

N_j = Nro de habitantes en cada ruta de la zona.

N_v = Nro de vivienda en la ruta.

T_j = Cant en ton producida al día por ruta en la zona.

t = Tipos de vehículos

N_t = Número de vehículos de cada tipo.

Las restricciones para el objetivo se configuran de modo general así:

Zona 1 (Norte)

$$\sum_{i=1}^t (kt_i X_{i1j}) + DN_j - DP_j = T_j \quad (\text{basuras})$$

para $j = 1, 2, 3, \dots, r_1$ rutas de recolección en la zona 1.

$$\sum_{j=1}^{r_1} X_{i1j} + DN_{1+r_1} - DP_{1+r_1} = N_{t_1} \quad (\text{vehículos})$$

para $i = 1, \dots, t$ tipos de vehículos

Zona 2 (centro)

$$\sum_{i=1}^t (kt_i X_{i1j}) + DN_{j+t} - DP_{j+t} = T_k \quad (\text{basuras})$$

para $j = r_1+1, r_1+2, \dots, r_1+r_2$ rutas de recolección en zona 2.
 $k = 1, 2, \dots, r_2$ para todo j

$$\sum_{j=r_1+1}^{r_1+r_2} X_{11j} + DN_{L_2+2t+1} - DP_{L_2+2t+1} = N_{t_1} \quad (\text{vehículos})$$

$L_2 = r_1+r_2$

para $i = 1, \dots, t$ tipos de vehículos

Zona 3 (sur)

$$\sum_{i=1}^t (kt_1 X_{11j}) + DN_{j+2t} - DP_{j+2t} = T_k \quad (\text{basuras})$$

para $j = r_1+r_2+1, r_1+r_2+2, \dots, r_1+r_2+r_3$ rutas en la zona 3.
 $k = 1, 2, \dots, r_3$ para todo j .

$$\sum_{j=r_1+r_2+1}^{r_1+r_2+r_3} X_{11j} + DN_{L_4+2t+1} - DP_{L_4+2t+1} = N_{t_1} \quad (\text{vehículos})$$

$L_4 = r_1+r_2+r_3$

para $i = 1, \dots, t$ tipos de vehículos

Las ecuaciones para cada ruta son de la forma:

Para la zona 1 (norte)

$$\begin{aligned} kt_1 X_{111} + kt_2 X_{121} + DN_1 - DP_1 &= T_1 \\ kt_1 X_{112} + kt_2 X_{122} + DN_2 - DP_2 &= T_2 \\ kt_1 X_{113} + kt_2 X_{123} + DN_3 - DP_3 &= T_3 \\ &\vdots \\ &\vdots \\ &\vdots \\ kt_1 X_{1126} + kt_2 X_{1226} + DN_{26} - DP_{26} &= T_{26} \quad (\text{basuras}) \end{aligned}$$

$$X_{111} + X_{112} + X_{113} + \dots + X_{1126} + DN_{27} - DP_{27} = N_{t_1}$$

$$X_{121} + X_{122} + X_{123} + \dots + X_{1226} + DN_{28} - DP_{28} = N_{t_2} \quad (\text{vehic})$$

Para la zona 2 (centro)

$$\begin{aligned}
 kt_1 X_{1127} + kt_2 X_{1227} + DN_{29} - DP_{29} &= T_1 \\
 kt_1 X_{1128} + kt_2 X_{1228} + DN_{30} - DP_{30} &= T_2 \\
 kt_1 X_{1129} + kt_2 X_{1229} + DN_{31} - DP_{31} &= T_3 \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 kt_1 X_{1152} + kt_2 X_{1252} + DN_{54} - DP_{54} &= T_{26} \text{ (basuras)}
 \end{aligned}$$

$$X_{1127} + X_{1128} + X_{1129} + \dots + X_{1152} + DN_{55} - DP_{55} = Nt_1 \text{ (vehículos)}$$

$$X_{1227} + X_{1228} + X_{1229} + \dots + X_{1252} + DN_{56} - DP_{56} = Nt_2$$

Para la zona 3 (sur)

$$\begin{aligned}
 kt_1 X_{1153} + kt_2 X_{1253} + DN_{57} - DP_{57} &= T_1 \\
 kt_1 X_{1154} + kt_2 X_{1254} + DN_{58} - DP_{58} &= T_2 \\
 kt_1 X_{1155} + kt_2 X_{1255} + DN_{59} - DP_{59} &= T_3 \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 &\vdots \\
 kt_1 X_{1171} + kt_2 X_{1271} + DN_{75} - DP_{75} &= T_{19} \text{ (basuras)}
 \end{aligned}$$

$$X_{1153} + X_{1154} + X_{1155} + \dots + X_{1171} + DN_{76} - DP_{76} = Nt_1$$

$$X_{1253} + X_{1254} + X_{1255} + \dots + X_{1271} + DN_{77} - DP_{77} = Nt_2$$

(vehículos)

Los datos de recolección de basuras que se aplican para Bucaramanga se tabulan en el anexo número 4.

OBJETIVO # 2: TRATAR DE OBTENER UNA COBERTURA TOTAL DE LIMPIEZA DE LAS CALLES DE LA CIUDAD.

Las variables que intervienen en este se denominan X_{2ij} , donde:

X_{2ij} = Nro de barrenderos clase i en la zona j .
 2 = Subíndice que identifica el objetivo 2
 i = 1,...y clases de barrenderos
 clase 1 = Barrendero empresas públicas.
 clase 2 = Barrendero grupos precooperativos.
 j = 1, 2, ... k
 K = Nro de zonas de barrido manual.
 Z = Nro de zonas de barrido mecánico.

Restricciones referidas a este objetivo:

Se plantean con base en las distancias en kilómetros barridos, con el número de cuadras que deben barrer los barrenderos, las máquinas barredoras destinados al barrido.

En el barrido de las calles pueden identificarse dos clases de sectores: el residencial, y el sector centro de la ciudad; sin embargo el sector residencial es el que determina la imagen de limpieza para la población; las Empresas Públicas de aseo, establecen para los sectores de plazas de mercado mecanismos especiales de limpieza dada la

gran congestión de personas y vehículos lo cual impide el desarrollo normal de barrido con relación al resto de la ciudad.

La sección de aseo, para la atención de barrido de calles dispone de dos tratamientos: barrido manual (barrenderos), y barrido mecánico (máquina barredora).

Se desea obtener la cobertura total de limpieza en cada una de las K zonas de barrido manual con un adecuado número de barrenderos, y en las Z zonas de barrido mecánico, el número adecuado de máquinas barredoras.

El barrido mecánico se hace de acuerdo a rutas predefinidas en avenidas, diagonales, calles y carreras principales, y en algunos sectores residenciales especiales.

El barrido manual se realiza en diez zonas de barrido; siete son atendidas por barrenderos de las empresas públicas y tres por barrenderos de grupos precooperativos; cada zona se encuentra dividida en sectores.

Hay dos clases de barrenderos: barrenderos de las empresas públicas y barrenderos de grupos precooperativos. Cada zona puede ser barrida por cualquier clase de barrendero; existe entonces un ct_{ij} (cant de cuadras que barre un barrendero clase i en la zona j).

- Barrido manual.

Para cada una de las K zonas de barrido manual se establecen los siguientes elementos:

X_{21j} = Nro de barrenderos clase i en la zona j.

2 = Subíndice que identifica el objetivo 2

K = Nro de zonas barrido manual.

NK_j = Nro de cuadras de cada zona.

Nb = Nro de barrenderos de cada clase.

y = Clases de barrenderos.

ct_{1j} = Cuadras prom barrid por operario clase i en zona j.

De acuerdo a lo anterior el planteamiento de las restricciones es:

$$\sum_{i=1}^y (ct_{1j} X_{21j}) + DN_{L+j} - DP_{L+j} = NK_j$$

L = valor subínd ultima restriccc

para j = 1, 2, ... k zonas de barrido manual.

$$\sum_{j=1}^k (X_{21j}) + DN_{L+1} - DP_{L+1} = Nb_i$$

L = valor subínd ultima restriccc

para i = 1, y tipos de barrenderos.

Aplicando la ecuación para cada zona se tendría:

$$ct_{11} X_{211} + ct_{21} X_{221} + DN_{78} - DP_{78} = NK_1$$

$$ct_{12} X_{212} + ct_{22} X_{222} + DN_{79} - DP_{79} = NK_2$$

$$ct_{13} X_{213} + ct_{23} X_{223} + DN_{80} - DP_{80} = NK_3$$

·

·

·

$$ct_{110} X_{2110} + ct_{210} X_{2210} + DN_{87} - DP_{87} = NK_{10} \text{ (cuadras)}$$

$$X_{211} + X_{212} + X_{213} + \dots + X_{2110} + DN_{88} - DP_{88} = Nb_1$$

$$X_{221} + X_{222} + X_{223} + \dots + X_{2210} + DN_{89} - DP_{89} = Nb_2 \text{ (barrend)}$$

- Barrido mecanizado.

Para cada una de las Z zonas de barrido mecánico se establecen los siguientes elementos que influyen en la actividad:

X_{21j} = Nro de máquinas barredoras en la zona j.

k = Nro de zonas de barrido manual.

Z = Nro de zonas de barrido mecánico.

NZ = Nro de Kilometros de cada zona.

KB = Kts promedio día barridos por máquina en la zona.

i = 1 clase de máquina barredora

Las ecuaciones para barrido mecánico son de la forma:

$$KB \sum_{i=1} X_{21j} + DN_m - DP_m = NZ_j$$

para $j = k+1, \dots, k+Z$ zonas de barrido mecanizado.

$s = L+(j-k)$ para todo j

$L =$ valor subínd última restriccc

Aplicando la ecuación para cada zona se tendría:

$$KB X_{2111} + DN_{90} - DP_{90} = NZ_1$$

$$KB X_{2112} + DN_{91} - DP_{91} = NZ_2$$

.

.

.

$$KB X_{2121} + DN_{100} - DP_{100} = NZ_{11} \quad (\text{máq barred})$$

OBJETIVO # 3: LOGRAR QUE LAS BASURAS QUE LLEGAN AL BASURERO SEAN TRATADAS ADECUADAMENTE PARA EVITAR CONTAMINACION.

Variables se denominan X_{3i} , donde

i = 1, 2 clases de maquinaria para tratamiento

3 = Subíndice que identifica el objetivo 3.

X_{31} = Número de bulldozers/día para esparcimiento.

X_{32} = Número de compactadoras/día para compactación.

La labor realizada en el basurero consiste en el esparcimiento y compactación de las basuras recolectadas durante el día; los recursos de disposición final, deben cumplir a satisfacción su tarea utilizando diariamente su capacidad de operación.

La basura recolectada debe ser tratada en el día para no causar molestias a la comunidad; la técnica de relleno sanitario consiste en recibir basuras, extenderlas y compactarlas diariamente, para evitar los criaderos de moscas, ratas, aves de rapiña, los cuales constituyen un permanente foco de enfermedades y contaminación; este sistema además de recuperar terrenos bajos y quebrados permite crear alguna fuente de ingresos para los recicladores, creando un ambiente sano de limpieza, trabajo y salud.

Los vehículos recolectores que utilizan el servicio de

disposición final llegan de los municipios del area metropolitana tanto en vehículos oficiales de las empresas públicas como particulares.

De este modo existen TB (toneladas de basura al día que esparce cada buldozer) igual a $Tb*J$ y TE (toneladas de basura al día que compacta cada compactador) igual a $Te*J$. Los elementos que se consideran en esta actividad son:

Tb = Toneladas de basura/hora esparcida por buldozer.

Te = Toneladas de basura/hora compactada por compactador.

TT = Toneladas que llegan y deben ser tratadas al día.

De acuerdo a lo anterior, el planteamiento de las ecuaciones para el objetivo son:

$$Tb \times X_{31} + DN_{101} - DP_{101} = TT \text{ (esparcimiento)}$$

$$Te \times X_{32} + DN_{102} - DP_{102} = TT \text{ (compactación)}$$

Los datos aplicados para el basurero de Bucaramanga se consideran en la siguiente tabla y el anexo 6.

TABLA 7: Datos disposición final de basuras Bucaramanga.

Factor	Descripción	Valor
J	Jornada diaria de trabajo	8 hrs
Tb	Ton basura/hora esparcida por buldozer	33.750 *
	$Tb*J$	270.00
Te	Ton basura/hora compactada por compactador	30.375 *
	$Te*J$	243.00
TT	Ton que deben ser tratadas diariamente	603.838

* Fuente: Información suministrada en Dpto de aseo, Rito Antonio Alarcón, Asistente dpto de aseo Empresas Públicas de Bucaramanga.

OBJETIVO Nro 4 PROCURAR QUE LOS COSTOS INHERENTES A LA PRESTACION DEL SERVICIO NO SUPEREN EL PRESUPUESTO ESTIMADO PARA EL SERVICIO DE ASEO.

Las variables que intervienen en este objetivo son:

X_{11j} = Nro de vehículos tipo i en la ruta j. (por zona z)

X_{21j} = Nro de barrenderos clase i en la zona j.

J=1,2,...,k zonas barrido manual.

X_{21j} = Nro de máquinas barredoras en la zona j.

J=k+1,k+2,...,k+z zonas barrido mecanizado.

X_{31} = Número de máquinas/día para esparcimiento y compactación.

Se considera indispensable para minimizar los costos derivados del servicio establecer las erogaciones que representan un gasto o un costo, independientemente de si son actividades operativas o administrativas; la prestación del servicio de aseo implica incurrir en costos operativos relacionados con la recolección de basuras, barrido de las calles, y tratamiento de las basuras, sin embargo la operación no podría desarrollarse sin la actividad administrativa y financiera; los valores involucrados en la administración representan los gastos, valores que junto a los costos operativos deben ser recuperados con la venta del servicio, o mediante la financiación que en algunas

ocasiones subsidia la prestación de los servicios públicos; adicionalmente, se consideran otros valores como reservas estimadas para imprevistos, o inversiones destinadas en el largo plazo para ampliar la cobertura del servicio o para reposición de equipo; estos valores en conjunto determinan el presupuesto, lo cual trae como consecuencia la definición de los valores que deben ser cobrados a los usuarios con el fin de mantener niveles económicos que permitan mantener la adecuada prestación y satisfacción del servicio. De acuerdo a lo anterior, los elementos que intervienen en el objetivo son:

Cr_{iz} = Costo de recol del vehíc tipo i en la zona z.

Cb_{ij} = Costo de barrido manual por zona/día para c/tipo de barrendero.

Cm_{ij} = Costo de barrido mecánico por zona/día.

C_e = Costo de buldozer/día para esparcimiento.

C_c = Costo de compactador/día.

P_r = Presupuesto

Consolidando los elementos se tendría la siguiente ecuación para el objetivo:

$$\sum_{i=1}^t [Cr_{i1} (\sum_{j=1}^{r1} X_{1ij})] + \sum_{i=1}^t [Cr_{i2} (\sum_{j=r1+1}^{r1+r2} X_{1ij})] +$$

$$\sum_{i=1}^t [Cr_{i3} (\sum_{j=r1+r2+1}^{r1+r2+r3} X_{1ij})] +$$

$$\sum_{i=1}^y (\sum_{j=1}^k Cb_{ij} X_{2ij}) + \sum_{j=k+1}^{k+z} (Cm_{ij} X_{2ij}) +$$

$$C_e X_{31} + C_c X_{32} + DN_{103} - DP_{103} = P_r$$

Los valores que intervienen en el presupuesto del Dpto de aseo de Bucaramanga, se describen en la siguiente tabla y el anexo 7.

TABLA 8 . Ingresos de recolección, barrido, y tratamiento de basuras Dpto de aseo B/manga.

Ingresos estimados 1.992	2.683'114.430
Participación de los gastos:	
Administrativos	1.073'245.772 (40%)
Operativos	1.609'868.658 (60%)
Participación en el costo por actividad	
Recolección	(65%)
Barrido	(27%)
Disposición final	(8 %)

Las ecuaciones descritas junto a la función objetivo constituyen los elementos del modelo de programación por objetivo.

4.4. COMO SOLUCIONAR EL MODELO DE PROGRAMACION POR OBJETIVOS

Como toda técnica cuantitativa la programación por objetivos, busca lograr la solución óptima del problema. Es como un proceso de satisfacción, en el sentido que el tomador de decisiones tratará de alcanzar un nivel satisfactorio de objetivos múltiples, en vez del mejor resultado posible para un solo objetivo tal como ocurre en la programación lineal.

En la programación por objetivos, en vez de intentar minimizar o maximizar la función objetivo directamente, como en la programación lineal, se minimizan las desviaciones entre los objetivos y los límites logrables del conjunto de restricciones en los recursos; estas variables de desviación, que se denominan de holgura en la programación lineal, toman un nuevo significado en la programación por objetivos, y se dividen en desviaciones positivas y negativas de cada uno de los objetivos. El objetivo se convierte entonces en la minimización de estas desviaciones, dentro de la estructura prioritaria asignada a estas desviaciones.

Las suposiciones básicas que caracterizan el modelo de programación lineal se aplican igualmente al modelo de programación por objetivos. La diferencia principal en la estructura es que la programación por objetivos no intenta minimizar o maximizar la función objetivo como lo hace el modelo de programación lineal, en vez, busca minimizar las desviaciones entre los objetivos deseados y los resultados reales de acuerdo a las prioridades asignadas; la función objetivo aquí es expresada en términos de las desviaciones de los objetivos a que se apunta, esto es, las variables de holgura de las restricciones, se colocan en la función objetivo y deben minimizarse.

4.4.1. Limitaciones de la programación por objetivos

El modelo de programación por objetivos simplemente proporciona la mejor solución bajo un conjunto de restricciones dado y dentro de la estructura de prioridades establecida. Por esto, si las prioridades de los objetivos para la toma de decisiones no están de acuerdo con las metas organizacionales, la solución no será la óptima para la organización.

La aplicación de esta técnica a los análisis de decisión empresarial, lleva al administrador a pensar en objetivos

y restricciones en términos de su importancia con respecto a la organización.

La programación por objetivos es una extensión de la programación lineal; esto implica que la función objetivo, las restricciones y las relaciones de objetivos, deben ser lineales. Esto quiere decir que la medida del logro de objetivos y la utilización de recursos debe ser proporcional al nivel de cada actividad tratada individualmente.

Otra limitación de la programación por objetivos, es que en la solución deben aceptarse fracciones de las variables de decisión; la solución óptima de un problema de programación por objetivos, frecuentemente da valores no enteros de las variables de decisión.

Además, en un problema de programación por objetivos, todos los coeficientes del modelo deben ser constantes. En otras palabras, el problema requiere una solución en un ambiente de decisión estático; sin embargo, en la realidad el ambiente de decisión es usualmente dinámico más que estático. Los métodos de información y pronósticos son generalmente usados para la determinación de los coeficientes. También es posible que los coeficientes del

modelo sean variables aleatorias que tengan distribuciones de probabilidad únicas para el valor que toman cuando se implementa la solución.

4.4.2. El método gráfico de solución de la programación por objetivos

La meta de una solución de programación por objetivos es el logro de un conjunto de objetivos hasta donde sea posible. La solución debe alcanzarse dentro del ambiente de decisión dado y de acuerdo a la estructura de prioridades de los objetivos.

Puesto que solo se pueden representar efectivamente problemas en dos dimensiones, el método gráfico es adecuado para un problema que sólo tenga dos variables de decisión. Es posible representar gráficamente problemas en tres dimensiones; sin embargo, el procedimiento se vuelve tan tedioso cuando hay un buen número de restricciones que es más simple resolverlo por el método simplex.¹

¹ Goal Programming for Decision Analysis of multiple Objectives Sloan Management, Sam M. Lee, Virginia Polytechnic Institute and State University.

Goal Programming for Decision Analysis of multiple Objectives Sloan Management, Sam M. Lee, Virginia Polytechnic Institute and State University.

4.4.3. El método simplex de la programación por objetivos

Algunas consideraciones. Ejemplo:

$$\text{Min } Z = P_1 DN_1 + P_2 DP_{12} + 5P_3 DN_2 + 3P_3 DN_3 + P_4 DP_1$$

Sujeto a:

$$\begin{array}{rcll} X_1 + X_2 + DN_1 & - DF^+ & = & 80 \\ X_1 & + DN_2 & = & 70 \\ & X_2 + DN_3 & = & 45 \\ & & DF_1 + DN_{12} - DP_{12} & = 10 \\ X_1, X_2, DN_1, DN_2, DN_3, DN_{12}, DP_1, DF_{12} & \geq & & 0 \end{array}$$

En la programación por objetivos, el fin de la función objetivo es minimizar el total no obtenible de los objetivos. Esto se logra minimizando las variables de desviación a través del uso de ciertos factores de prioridad y pesos diferenciales.

No existe maximización de ganancias o minimización de costos repetidamente en la función objetivo. Por lo tanto, los factores de prioridad y pesos diferenciales toman el lugar de los C_j de la programación lineal.

La función objetivo se expresa mediante factores de prioridad asignados a ciertas variables. Estos factores de prioridad son multidimensionales ya que son valores ordinales y no cardinales. En otras palabras, los factores de prioridad a niveles diferentes no son medibles. Esto implica que el criterio Simplex no puede expresarse

mediante una sola fila como en programación lineal. El criterio Simplex se vuelve una matriz de tamaño $M \times N$, donde M es el número de factores de prioridad y N el número total de variables. Puesto que el criterio Simplex se expresa como una matriz y no como una fila se debe diseñar un nuevo procedimiento para identificar la columna óptima. La relación entre los factores de prioridad es $P_j \gg P_{j+1}$ que significa que P_j siempre tiene prioridad sobre P_{j+1} . Es claro, por lo tanto, que el procedimiento de selección de la columna óptima debe considerar el nivel de las prioridades.

El problema presentado anteriormente queda así:

1		C_j			P_1	$5P_3$	$3P_3$		P_4	P_2		$\theta = \frac{b_i}{a_{ik}}$
C_1	Base	b_1	X_1	X_2	d_1^-	d_2^-	d_3^-	d_{12}^-	d_{1+}	d_{12}		
P_1	d_1^-	80	1	1	1				-1			80
$5P_3$	d_2^-	70	1			1						70
$3P_3$	d_3^-	45		1			1					
	d_{12}	10						1	1	-1		
	P_4	0							-1			
	P_3	485	5	3								
0	P_2	0								-1		
	P_1	80	1	1					-1			

2

P_1	d_{1-}	10		1	1	-1			-1		10
	X_1	70	1			1					
$3P_2$	d_{2-}	45	0	1	0		1				45
	d_{12-}	10						1	1	-1	
	P_4	0							-1		
	P_3	135		3		-5					
θ_{ij}	P_2	0								-1	
	P_1	10		1		-1			-1		

El criterio que se usa para determinar la columna óptima es la rata de contribución de cada variable en alcanzar el objetivo más importante ($P_1 \gg P_2$ etc...); en otras palabras, la columna con el mayor valor positivo al nivel P_1 que se esté considerando, debe seleccionarse como la columna óptima; el vector que sale se determina dividiendo las constantes (b_i) por los coeficientes de la columna (a_{ik}). Se escoge el menor valor positivo.

3	X_2	10		1	1	-1			-1		
	X_1	70	1			1					
$3P_2$	d_{2-}	35			-1	1	1	1	1		35
	d_{12-}	10						1	1	-1	10
	P_4	0							-1		
	P_3	105			-3	-2			3		
θ_{ij}	P_2	0								-1	
	P_1	0			-1						

4	X_2	20		1	1	-1		1		-1	
	X_1	70	1			1					
$3P_3$	d_3^-	25			-1	1	1	-1		1	
P_4	d_1^+	10						1	1	-1	
	P_4	10						1		-1	
	P_3	75			-3	-2		-3		3	
θ_{ij}	P_2	0								-1	
	P_1	0			-1						

Regla: Si existe un elemento positivo o un nivel de prioridad bajo en θ_{ij} , la variable en esa columna no puede introducirse a la solución mientras exista un elemento negativo a un nivel de prioridad más alto. ²

4.4.5. Códigos de Computador para Programación por Objetivos

EL interés por la programación por objetivos, ha hecho que se desarrolle un gran número de códigos de computador, elaborados para una amplia variedad de clases de problemas.

² Goal Programming for Decisions Analysis for Sang M. LEE, Philadelphia, Auerbach Publishers Inc.

Cualquiera que quiera obtener un código de computador para Programación por Objetivos, (sea este para cualquier clase de problemas) tiene como alternativa mínima de costo, la opción de usar un código matemático de programación standard (objetivo simple), como la base de un algoritmo secuencial computarizado.

Los códigos multifase simplex estrictamente para problemas de programación por objetivos aparecen listados por lo menos en dos libros (Lee e Ignizio), sin embargo, ninguna de estas listas, así como aparecieron, se pueden utilizar para gran cantidad de problemas. El código Lee es escrito para problemas de hasta 125 variables (incluyendo variables de desviación) y 60 filas. El código de Ignizio (el cual también tiene la capacidad de resolver pequeños problemas de Programación por Objetivos) está limitado para diez variables y 20 filas. En teoría, ningún código puede ampliarse cambiando simplemente la dimensión de ciertas proposiciones.

En la práctica, debido a la simplicidad de los algoritmos usados, es posible que resultaran errores de redondeo significativos si cualquiera de estos códigos fuera sustancialmente alargado. El problema más grande ha sido satisfactoriamente resuelto por medio de un

del código de Ignizio conteniendo solamente cerca de 200 variables de decisión y 100 filas. ³

En 1984 Olson ⁴ presentó un análisis de cuatro algoritmos de programación por objetivos, evaluando su eficacia por aplicación a nueve modelos. Cada uno fue programado para ocupar tanto 150 instrucciones como variables de decisión y para 10 niveles de prioridades; existen entonces básicamente dos métodos: El código matemático estándar (objetivo simple), como base de un algoritmo secuencial computarizado y los códigos de computador multifase simplex, orientados estrictamente para problemas de programación por objetivos; los algoritmos utilizados frecuentemente son el Full simplex de Lee, el simplex modificado de Ignizio, el dual simplex (modificación de Olson de algoritmo de Schniederjans), y el algoritmo de partición de Arthur y Ravindron; cada uno de éstos ofrece ventajas entre sí; su aplicación depende fundamentalmente

³A review of Goal Programming. A Tool For Multiobjective Analysis (Jaimes P. Ignizio) 207 Hammond Building Pennsylvania State University. University Park. PA 16802. Pag. 1115 - 1116.

⁴OLSON David. Comparision of Four Goal Programing Algorithmes, Journal of the Operation Research Society. Vol. 35, No. 4. Pag. 347 - 354.

Sillero Juan, Multiple Objective Decision Making Esing Goal Programming Techniques. Texas A & M. University. 1985

de los recursos de computación que posee el administrador sobre todo en lo referente a velocidades de procesamiento.

Los anteriores algoritmos fueron concebidos sobre la base de satisfacción de objetivos de acuerdo a un orden, así objetivos de alta prioridad son satisfechos primero que los de baja prioridad y con la premisa de que prioridades satisfechas previamente no pueden ser alteradas posteriormente.

En la programación lineal ha sido comprobado que para todo problema de programación lineal, existe un problema dual que es también un problema lineal; la dualidad ha sido utilizada en la programación lineal para producir una amplia variedad de resultados útiles; como la programación por objetivos es una extensión de la lineal, el criterio del dual puede ser utilizada también para solución de modelos de programación por objetivos; el dual de la programación por objetivos es un problema de programación lineal, pero que tiene múltiples valores al lado derecho de las restricciones; este criterio lo utilizó Olson para diseñar el algoritmo Dual Simplex, que ha sido considerado muy útil en el análisis de postoptimalidad; el dual simplex utiliza el tablero del simplex modificado de Ignizio para su operación; su aplicación servirá para dar solución al

modelo de programación por objetivos del servicio de aseo; su descripción se resume a continuación⁵:

1. Iniciación: Establecer la tabla inicial (Tabla 7) y calcular la fila índice para el nivel de prioridad 1 solamente. $K=1$.

TABLA 9. Tablero inicial del modelo de J.P. Ignizio

	G	W	.	W	W	.	W	
	k	$K,1$	.	K,j	$K,j+1$	.	$K,j+m$	
		
	G	W	.	W	W	.	W	
	1	$1,1$	.	$1,j$	$1,j+m$	.	$1,j+m$	

G	.	.	.	G	x	.	x	P	.	.	P	b
k				1	1		j	1			m	

U	.	.	.	U	n	e	.	e	e	.	e	b
$1,K$	.	.	.	$1,1$	1	$1,1$	.	$1,j$	$1,j+1$	.	$1,j+m$	1
.
.
U	.	.	.	U	nm	e	.	e	e	.	e	b
m,k				$m,1$		$m,1$		m,j	$m,j+1$	.	$m,j+m$	m

G	I	.	I	I	.	I	a
1	$1,1$	.	$1,j$	$1,j+1$	.	$1,j+m$	1
.
.
G	I	.	I	I	.	I	a
k	$k,1$	.	k,j	$k,j+1$	.	$k,j+m$	k

⁵Ignizio James. Goal programming and extensions, the pennsylvania state university.

2. Chequeo de optimalidad: Examinar a_k ; si a_k es cero ir al paso 6, si no examinar cada valor positivo de los números índices ($I_{k,m}$ en la k -ésima fila índice. Seleccionar el $I_{k,m}$ más positivo para el cual haya un número índice no negativo en la misma columna en el nivel de prioridad superior, designar esta columna como S' . Si existe empate, éste puede romperse arbitrariamente. Si tal $I_{k,m}$ no existe ir al paso 6, de otra manera continuar.

3. Determinación de la nueva variable de entrada: La variable no básica en la columna S' es la nueva variable que entra a la base.

4. Determinación de la variable de salida: Determinar la fila asociada con el mínimo valor no negativo de $b_i/e_{i,m}$. En caso de empate, seleccionar la fila que tenga la variable básica con el nivel de prioridad más alto; designar esta fila como i' . La variable básica asociada con i' es la que sale de la base.

5. Formación de la nueva tabla.

a. Intercambiar las posiciones de las variables que entran y salen. El cálculo para los nuevos valores de $e_{i,m}$ y b_i es dado en b, c y d.

b. La fila i' de la nueva tabla (excepto para $e_{1,m}$) se obtiene dividiendo la fila i' de la tabla anterior por $(e_{1,m})$.

c. La columna S' de la nueva tabla (Excepto para $e_{1,m}$) se obtiene dividiendo la columna S' de la tabla anterior por $(-e_{1,m})$

d. El nuevo elemento en la posición $e_{1,m}$ es el recíproco de $e_{1,m}$. Los elementos restantes se calculan como sigue:

b_i y $e_{1,m}$ representa el nuevo conjunto de elementos a ser calculados y b_i y $e_{1,m}$ representa los valores previos (de la tabla anterior) para esos elementos.

Entonces para esos elementos, excepto los de la fila i' y la columna S' (ya calculados) los nuevos valores serán:

$$e_{1,m} = e_{1,m} - \frac{(e_{1,m})(e_{1,m})}{e_{1,m}} \quad (1)$$

$$b_i = b_i - \frac{(b_i)(e_{1,m})}{e_{1,m}} \quad (2)$$

e. El siguiente paso en la construcción de la nueva tabla es establecer los nuevos valores para $I_{k,m}$ y a_k . Esos

valores deben ser calculados para el nivel de prioridad k -ésimo y todos los niveles de prioridad más altos. Estos pueden obtenerse de las ecuaciones para llenar la tabla inicial, o sea:

$$I_{k,e} = \sum_{i=1}^m (e_{i,e} \cdot U_{i,k}) - W_{k,e} \quad (3)$$

$$a_k = \sum_{i=1}^m (b_i \cdot U_{i,k}) \quad (4)$$

6. Evaluar el siguiente nivel de prioridad: Hacer $k=k+1$ si éste excede al número total de niveles de prioridad entonces detener el procedimiento, la solución es óptima. Si k es menor o igual al total de niveles de prioridad K , calcular la fila índice para el nivel de prioridad k y luego ir al paso 2.

Si después de solucionado el problema, existe algún RHS (valores del lado derecho de las restricciones) con valor negativo en la tabla óptima se hace necesario recurrir al algoritmo DUAL SIMPLEX, el cual se describe enseguida.

- ALGORITMO DUAL SIMPLEX

1. Para usar este algoritmo, el problema debe ser óptimo de acuerdo a los valores de las filas índices y además al menos un elemento en valor b debe ser negativo. Si estas condiciones se cumplen, continuar.

2. Seleccionar la fila asociada con el elemento b_i más negativo. La variable básica asociada con esta fila es la que sale de la base. Denotar esta fila como i' .

3. Determinar la columna asociada con el mejor paquete de "relaciones de columna". Determinar estas relaciones de columna única para aquellas columnas que tengan un elemento negativo en la fila i' . Esta relación se calcula de la siguiente manera:

a. Calcular el valor absoluto de $I_{k,m}/e_{i',m}$ para cada nivel de prioridad k , ordenar esas relaciones del más alto nivel de prioridad, así:

$$r_m = \{ I_{1,m} / e_{i',m}, I_{2,m} / e_{i',m}, \dots, I_{k,m} / e_{i',m} \}$$

donde $e_{i',m} < 0$

b. El anterior grupo de valores para grupos de relaciones de columna corresponde al grupo para la columna S .

La preferencia de la relación de una columna sobre otra es determinada de una manera similar para a . O sea: r_t es preferido sobre r_a si el primer componente diferente de cero de $(r_t - r_a)$ es negativo dado que todos los elementos son por sí mismos no negativos.

Ejemplo: $r_a = (3, 0, 1)$

$r_t = (0, 5, 6)$

Entonces r_t es preferido a r_a .

c. Designar la columna asociada con el r_m más preferido como columna S' . La variable no básica asociada con la columna S' es la nueva variable que entra a la base.

4. Usando el procedimiento del algoritmo simplex modificado para resolver problemas de programación por objetivos Lineal, hacer el cambio de la variable que sale por la variable que entra (paso 5) y establecer una nueva tabla.

5. Si todos los b_i son ahora positivos, parar, ya que se ha encontrado una solución factible óptima. En caso contrario volver al paso 2.

Con propósitos ilustrativos se resolverá un problema

ejemplo con el objetivo de observar como funciona el algoritmo del método simplex de James P. Ignizio.

Ejemplo 1:

Hallar $x = (x_1, x_2)$

Tal que minimice $a = G_1(2P_1 + 3P_2), G_2(n_3), G_3(P_4)$

$$x_1 + x_2 + n_1 - P_1 = 10$$

$$x_1 + n_2 - P_2 = 4$$

$$5x_1 + 3x_2 + n_3 - P_3 = 56$$

$$x_1 + x_2 + n_4 - P_4 = 12$$

$$x, n, p \geq 0$$

Continúa en el anexo B.

4.4.6. Sensibilidad

Durante y después de la solución pueden ocurrir nuevas situaciones dentro de un problema dado. Un nuevo objetivo puede ser determinado, las restricciones pueden disminuir o aparecer otras, los costos subir o bajar; en todos los casos el problema puede reformularse y para disminuir el trabajo se utiliza el criterio de sensibilidad; aunque el modelo sea una representación exacta de la realidad en una época dada, es posible que las condiciones exteriores hayan cambiado para una fecha diferente.

Como un modelo es una representación de un mundo real, como

tal no puede ser una descripción totalmente exacta; resulta muy costoso obtener todos los términos del modelo con gran precisión; de este modo, después de analizar el planteamiento del problema e inclusive analizados y aceptados los resultados, el administrador puede iniciar un análisis de sensibilidad o de comportamiento del sistema, sobre nuevas consideraciones en los elementos que intervienen.

Como la solución, ha respondido a condiciones especiales, es indispensable determinar como la afectan los nuevos cambios en los elementos.

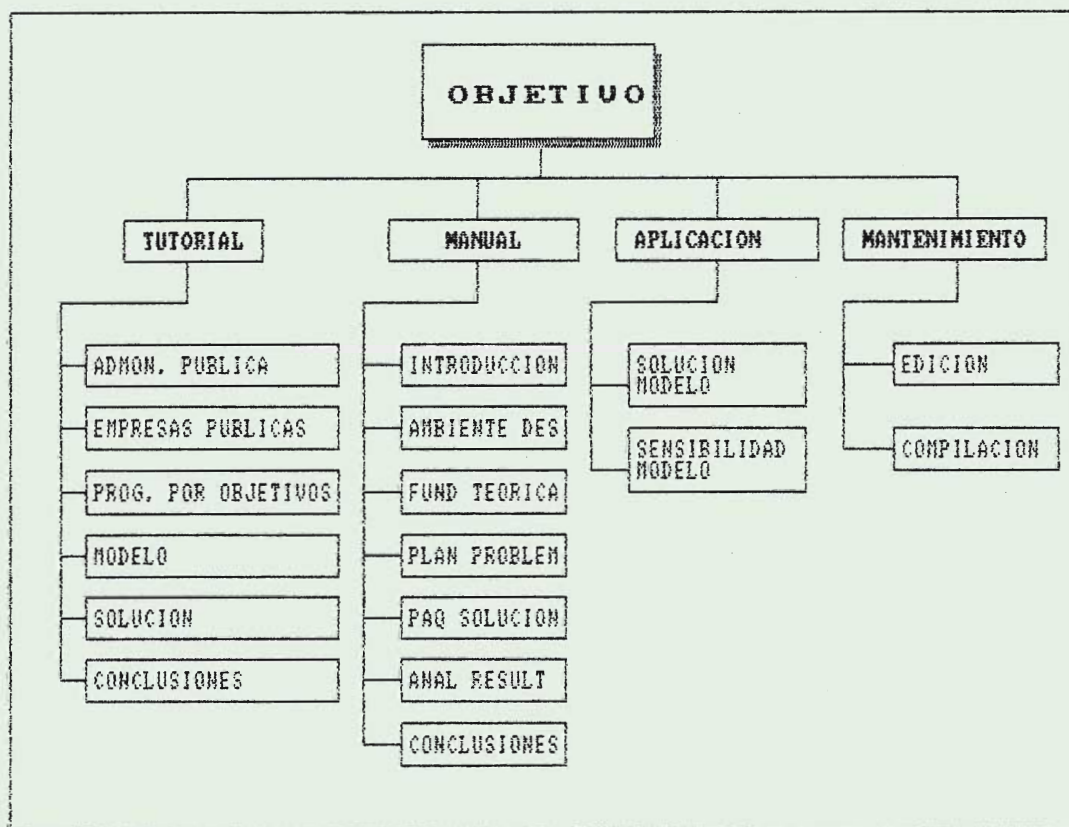
Se quiere entonces, determinar los efectos causados, sobre la solución óptima, al aplicar nuevas consideraciones y variaciones en los parámetros del modelo.

Los cambios generalmente se suceden en la función objetivo (crear o retirar un nivel de prioridad, modificar variables de desviación y decisión e introducir o quitar estas variables). La sensibilidad permite entonces introducir cambios en las condiciones del modelo, el cual se soluciona nuevamente bajo las nuevas condiciones.

5. CARACTERISTICAS DEL PAQUETE DE COMPUTADOR PARA SOLUCION

El paquete OBJETIVO, consta de un grupo de programas que interactúan con el usuario a través de menús; su estructura se forma en torno a un programa de enlace codificado en clipper como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 10. Tabla visual de contenido del paquete OBJETIVO



5.1. MODULOS DEL PAQUETE DE COMPUTACION

El paquete OBJETIVO, está compuesto por cuatro módulos principales llamados TUTORIAL, MANUAL, APLICACION y MANTENIMIENTO.

5.1.1. Módulo Tutorial

Visualiza la información documental y técnica que fundamenta los objetivos de desarrollo del proyecto tales como: principios de la Administración Pública, conceptualización de la Programación por Objetivos, diseño del modelo para el Servicio de Aseo, conclusiones, aplicación y mantenimiento.

5.1.2. Módulo Manual

Visualiza por capítulos, el manual que soporta el marco teórico y específico de la aplicación, ambiente de desarrollo, pruebas de ejecución, conclusiones de uso y mantenimiento.

5.1.3. Módulo Aplicación

Comprende dos submódulos: Solución y Sensibilidad del modelo planteado para el servicio de aseo.

Submódulo Solución. Su función consiste en lograr, a

través de procesos, la solución del modelo de programación por objetivos. Los procedimientos y rutinas que conforman el módulo se hallan documentados en el proceso respectivo.

El programa solución está escrito en PASCAL, siguiendo el criterio de programación estructurada; cada estructura de procesos se establece con el formato del TURBO, mediante la definición de funciones y procedimientos; a continuación se listan los procesos que conforman el programa SOLUCION:

PROGRAMA: SOLUCION.FAS	
OBJETIVO: Solucionar modelos de programación por objetivos	
AREA	: Investigación Programación por objetivos Postgrado en Informática U.I.S Leonel Parra Pinilla
LISTADO DE PROCEDIMIENTOS	
Nombre	Descripción
Markito	Hace marco interior de las pantallas
Enter	Para continuar los procesos
Limpia2	Para borrar la línea de estado 21
Limpia3	Para borrar la línea de estado 23
Limpiar	Limpia la pantalla para presentación
Pitido	Produce un aviso de error o de terminación
Error	Produce los mensajes de error cuando se encuentran inconsistencias. Ejemplos: [1] número de restricciones ,variables u objetivos inválido. [2] Código de tipo de variable equivocado. [4] Intenta minimizar una desviación no existente. [5] RHS no negativo requerido. [7] Error en archivo de entrada. Tipo equivocado de archivo. [9] Están ausentes algunos valores de RHS en la entrada de datos. [10] Demasiadas líneas y variables

HacerMarc	Define el marco que permanece en todas las pantallas
Capturados	Para entrada de los datos del modelo, mediante diálogo tal como: Qué nombre desea ponerle a su archivo de datos ?. Indique el Nro de restricciones, Nro de variables de decisión y Niveles de prioridad para el modelo, ó Desea corregir la entrada (S/N) ?. Ordene sus restricciones, empezando por las de meta y continuando con las de sistema. Así la variable de desviación DN1 y/o DP1 quedará asociada con la primera restricción DN2 y/o DP2 con la segunda y así sucesivamente; Indique cada vez el tipo de restricción; Indique ahora la Función Objetivo. Para las restricciones indique si desea incluir la variable de desviación DN, DP, ó ambas; subíndice de la variable de desviación; nivel de prioridad y peso de la variable. Finalice con END @ @ @; Finalmente la información sobre valores RHS.
Listar	Para listar el archivo
ContRegi	Para mostrar el número de registros leídos
CheqArch	Para chequeo de archivo en conceptos tales como: encuentra nombre actual del archivo; define Drive default y Directorio; hallar código del drive; chequeo para extensión de nombre

LISTADO DE OVERLAY	
Nombre	Descripción
Inicio	Chequeo Archivos Entrada; chequeo para asegurarse de que el archivo exista; cheque parámetros línea de comando; envía mensajes sobre archivo de entrada y de resultados, como: En Salida teclee ENTER, para resultados x pantalla; si quiere archivo de salida externo para impresora teclee un nombre de hasta 8 letras.
Chequeo memoria	Chequea memoria disponible para exceso de filas y columnas; envía mensajes como: DATOS SOLUCION MODELO SERVICIO DE ASED; Archivo datos del modelo; Archivo de resultados; Número de Restricciones; Número de variables; Número de Prioridades y PROCESANDO DATOS DE MODELO SERVICIO ASED < espere >
Start	Inicia Edición Archivo Entrada; coloca variables al comienzo en la cabecera; inicia con ceros; lee tipo variable de desviación
Simplex	Inicia y carga matrices; carga valores iniciales de la base; lee y coloca datos en la base; envía mensajes sino puede finalizar la lectura o si demasiados o no hay v/res RHS cierra archivo de entrada TERMINA PROCESO DATOS DEL MODELO; ENTER PARA EJECUCION DEL MODELO; Carga ceros en diagonal base y coloca valores
Inicio simplex	Inicio Rutinas Simplex; 0 sale con cada iteración; inicia prioridades con con 1; identifica logro mas alta prioridad
Mas_Rhs negativo	Identifica RHS mas negativo, camino lado derecho negativo
NoNegativo	Camino para RHS No Negativos; proceso de la matriz ZJ calculada será negativa para variables favorables
Variable saliente	Determinación de la variable que sale

Rutina simplex	Ejecuta las operaciones sobre la matriz o tablero decidiendo sobre las varbles que entran.
Grabar chivosa lida	Subrutina final para grabación del archivo salida tanto x pantalla como para salida en papel; activa chequeo errores y mensajes; TERMINO LA EJECUCION DEL MODELO; LAS PANTALLAS SIGUIENTES MUESTRAN LOS RESULTADOS; RESULTADOS MODELO SERVICIO DE ASED VARIABLES DE DECISION VARIABLE DE DECISION VALOR VALORES VARIABLES DE DESVIACION DE OBJETIVO RESTRICION VALOR DESVIACION DESVIACION RHS POSITIVA NEGATIVA PRIORIDADES PARA LA FUNCION OBJETIVO NIVEL PRIORIDAD DESVIACION RESUMEN DE ESTADISTICAS DE PROCESAMIENTO NRO DE VARIABLES NRO DE RESTRICCIONES NRO DE PRIORIDADES NRO DE ITERACIONES TIEMPO DE CADA ITERACION TIEMPO DE EJECUCION Cierra archivo salida y envía mensajes como: Creacion Impedida: Probable Disco Lleno, o nombre inválido; archivos de entrada y salida no pueden tener igual nombre; entre Nuevo Nombre Archivo
Function Sensibilidad	Opción para cambios de datos del modelo S para cambio de datos del modelo N para abandonar
Procedu remenuin cial	Información sobre los datos del modelo OPCION DESCRIPCION 1. Para modificación de datos del modelo 2. Terminar los cambios en el modelo
Procedu resalir	Para salir del menu inicial, Grabando archivo de resultados.
PROGRAMA PRINCIPAL Solucion	
Hace el enlace de los procedimientos que dan la solución al modelo enviando mensajes para diálogo con el usuario y la terminación de la ejecución del modelo Good Bye...HASTA EL PROXIMO MODELO	

5.1.4. Submódulo sensibilidad

Este módulo atiende al administrador en su etapa de análisis de sensibilidad del modelo, estando destinado a dar respuestas a los cambios considerados en el análisis posterior a la solución; los módulos suministran al administrador, información general sobre programación por objetivos, y particular sobre el manejo del paquete de computación.

El módulo sensibilidad, se invoca desde el módulo SOLUCION, usando el comando \$I nombre de fichero, del TURBOPASCAL, que permite incluir código fuente desde un archivo de disco externo, para modificar el archivo de datos del modelo, comparando las soluciones obtenidas como resultado de las condiciones establecidas y procesadas en el módulo SOLUCION.

El módulo actualiza los parámetros del modelo, con ayuda de menús que permiten cambios tanto en la función objetivo como en las restricciones.

Las siguientes son las operaciones básicas que se pueden realizar sobre los niveles de prioridad y variables de desviación.

- Incluir un nivel de prioridad en la función objetivo.
- Eliminar un nivel de prioridad en la función objetivo.

- Modificar las variables de desviación de un nivel de prioridad determinado.

El administrador puede, además, cancelando e incluyendo alternativamente el nivel que desea intercambiar, permutar los niveles que desee.

Variaciones en las restricciones: Las operaciones que se pueden realizar sobre las variables de decisión y desviación son: Incluir una restricción y Eliminar una restricción.

Las operaciones permiten cancelar o incluir variables de desviación y de decisión, bajo la consideración de modificar la función objetivo (variables de desviación), con el fin de no alterar la consistencia del módulo.

Las modificaciones sobre las restricciones se hacen sobre el lado derecho coeficientes de las variables de decisión y sobre el tipo de restricción.

Por costumbre administrativa las variaciones se hacen sobre un parámetro cada vez, para observar la real influencia del sistema, por tanto es posible que se desee ejecutar una vez el módulo para observar los cambios ocasionados al variar un parámetro del modelo, sin embargo si desea observarse el comportamiento de la solución para cambios graduales de los parámetros, debe ejecutarse varias veces el módulo (varias corridas), siendo deseable que queden registrados

los resultados parciales de este proceso de análisis.

El programa sensibilidad, permite la edición de un archivo tipo TEXT (del archivo de datos corriente), a través de un conjunto de comandos que básicamente facilita las operaciones de: Listar por pantalla los registros del archivo(conjunto de registros), Visualizar un registro en particular, y realizar las operaciones básicas de asignación, inserción y borrado de cualquier registro.

Los registros del archivo de datos se identifican por el número de la posición que ocupan dentro del archivo, y se localizan, por ese número; se insertan ANTES del registro corriente (el registro al cual apunta en cualquier momento el puntero de registro; el registro a borrar es el que señala el puntero de registro.

Como en el caso anterior, se utiliza un archivo temporal (tipo text), donde se hacen los cambios respectivos, para posteriormente trasladarlos bajo el nombre del archivo corriente de datos

LISTAR: Este procedimiento lee el archivo actual de datos y visualiza su contenido por pantalla en bloques de siete líneas, a partir de un número de línea especificado; cada registro del archivo está identificado con la posición que ocupa en éste.

El registro actual es el señalado por el puntero de registro; una vez visualizado un bloque de líneas (pantallazo), puede continuarse visualizando el archivo con <ENTER> regresar al menú del editor de línea con la tecla Q y <ENTER>

VISUALIZAR REGISTRO: Este procedimiento lee el archivo actual de datos y posiciona el puntero de registro en un valor dado, visualizando el contenido del registro en cuestión, de tal forma que las operaciones de borrar, actualizar, insertar un registro determinado, se harán sobre la posición actual del puntero de registro o sobre la posición seleccionada por el usuario.

ASIGNAR REGISTRO: Este procedimiento visualiza y asigna datos al registro apuntado por el puntero de registro, (el registro es seleccionado por el usuario), permite también corregir la entrada a asignar si es necesario

INSERTAR REGISTRO: Para insertar y asignar un registro antes de la posición señalada por el puntero de registro, el cual es asignado por el usuario, asumido por defecto. Así mismo permite corregir la entrada si es necesario

BORRAR REGISTRO: Borra el registro señalado por el puntero de registro, el cual es asignado por el usuario, asumido por defecto.

MANTENIMIENTO DE ARCHIVOS: Permite hacer algunas operaciones básicas de mantenimiento de archivos, como:

- copiar un archivo (o el archivo actual de datos)
- renombrar un archivo (o el archivo actual de datos)
- borrar un archivo

COPIAR ARCHIVO: Permite copiar un archivo de cualquier tipo, con los comandos pascal blockread y blockwrite. (página 115, del manual de TURBOPASCAL versión 3.0 de la Borland International.)

El archivo a copiar (archivo_fuente) se asume por defecto como el archivo actual, pero puede ser seleccionado por el usuario; el archivo destino (archivo copia), se crea si no existe o se copia sobre aquel que tenga el mismo nombre.

Existen validaciones adicionales acerca del nombre del archivo destino, éste no puede ser el mismo archivo fuente, ni puede ser igual a " " (espacio). En éste caso, el archivo copia se asume bajo el nombre "COPIA.000" .

RENOMBRAR ARCHIVO: Para renombrar un archivo de cualquier tipo. El archivo a renombrar (archivo renombrar) se asume por defecto como el archivo actual, pero puede ser seleccionado por el usuario; el archivo destino (nuevo_nombre), no debe existir en el directorio actual, ni puede ser igual a " " (espacio).

BORRAR ARCHIVO: Este procedimiento permite borrar un archivo del directorio corriente (archivo borrar); el archivo a borrar no puede ser el archivo actual de datos; así mismo permite des-seleccionar el archivo a borrar, si el usuario lo desea.

LISTAR DIRECTORIO: Para visualizar los archivos del directorio actual bajo un formato máscara especificado, el mismo utilizado por el D.O.S. para especificar nombres de archivos.

"?" : reemplaza cualquier caracter

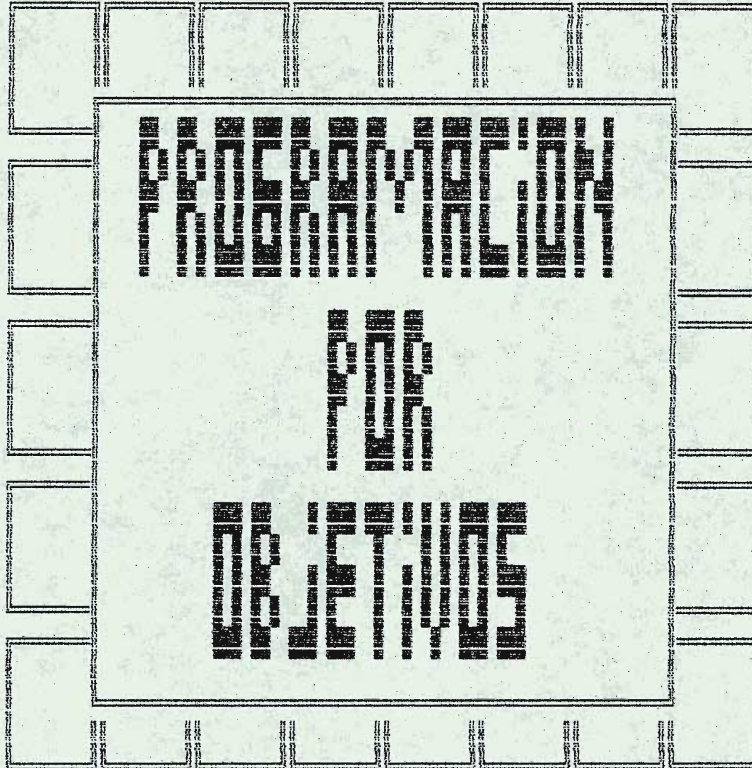
"*" : reemplaza un conjunto de caracter

5.1.5. Módulo Mantenimiento

Permite la actualización de los programas Pascal que soportan la aplicación en sus fases de edición y compilación.

5.2. EJECUCION DEL PAQUETE

Desde la línea de comando del sistema operativo D.O.S mediante la aceptación de la orden OBJETIVO <Enter> se accede a la portada de presentación del sistema de Programación por Objetivos para el Servicio de Aseo.



09/29/92
mm/dd/aa

POSTGRADO EN INFORMATICA
PROGRAMACION POR OBJETIVOS

23:19:39
hh:mm:ss

MENU PRINCIPAL

TUTORIAL
MANUAL
APLICACION
MANTENIMIENTO

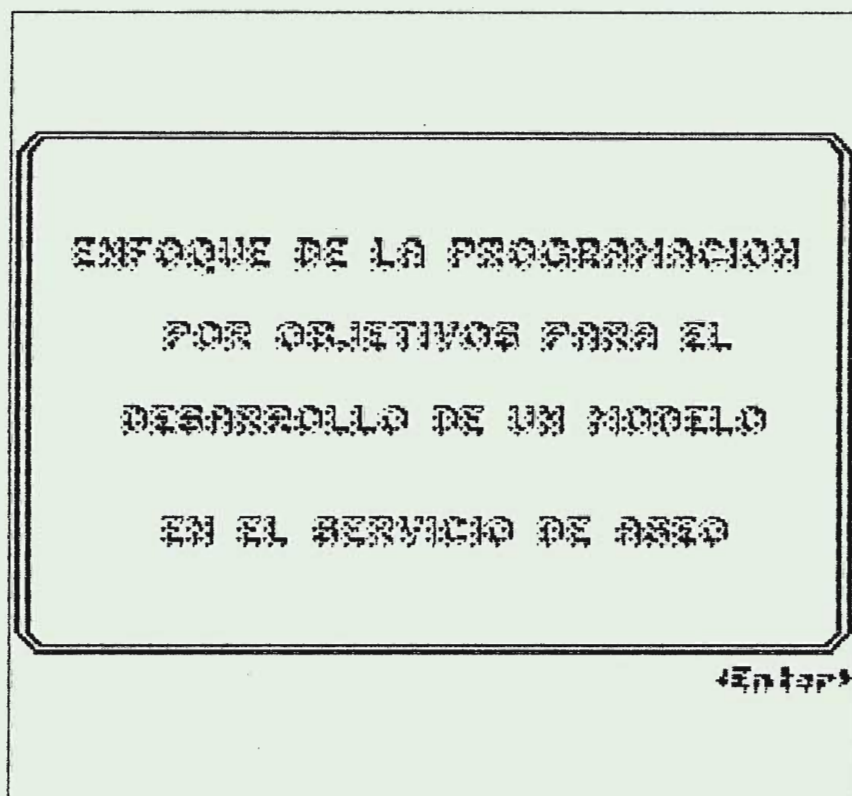
Mover Enter Seleccionar Esc Salir
Tutorial del Proyecto

El sistema de programación de PROGRAMACION POR OBJETIVOS soporta los siguientes opciones: TUTORIAL, MANUAL, APLICACION y MANTENIMIENTO.

Use las teclas de movimiento vertical para seleccionar la opción que desea ejecutar. Presione la tecla <Esc> para salir a D.O.S.

5.2.1. Módulo Tutorial

TUTORIAL visualiza, en secuencia de imagenes, la documentación teórica y específica del sistema en lo referente a la presentación y contenido del proyecto.



La presentación del paquete OBJETIVO consta de los capítulos básicos que constituyen la documentación. En forma secuencial el usuario puede conocer los conceptos teóricos del proyecto mediante la repetición de la tecla <Enter> en cada pantallazo.

CONTENIDO

1. INTRODUCCION
2. AMBIENTE DE DESARROLLO
3. FUNDAMENTACION TEORICA
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA
5. PAQUETE SOLUCION
6. RESULTADOS DEL MODELO
7. CONCLUSIONES

<Enter>

ADMINISTRACION PUBLICA

Se puede entender como el manejo, por parte del Estado, de una serie de recursos (tributarios o no), cuya finalidad ultima es la provision de bienes sociales que permitan alcanzar mayores grados de bienestar comunitario.



←Enter→

EMPRESAS PUBLICAS

Establecimientos publicos encargados de la direccion, administracion y prestacion de los servicios municipales de acueducto, alcantarillado, telefonos, plazas de mercado, matadero, plaza de ferias, planta de pavimentos, central de transportes y otros servicios del Estado, con el fin de satisfacer las necesidades de la sociedad.



←Enter→

PROGRAMACION POR OBJETIVOS

Es una herramienta apropiada,
y flexible para analisis de decisiones
donde el Administrador esta obligado a
alcanzar multiples objetivos bajo
restricciones complejas.



←Enter→

MODELO SERVICIO ASEO

Minimizar

$$Z = P1(DN1 + DN2 + \dots + DN56) +$$

$$P2(DN57 + DN58 + \dots + DN77) +$$

$$P3(DN78 + DN79) +$$

$$P4(DP80 + DP81) +$$

$$P5(DP82)$$



←Enter→

MODELO SERVICIO ASEO			
Sujeto a			
L1 X1	+ DN1	- DP1	= T1
L55X55	+ DN55	- DP55	= T55
L1 X57	+ DN57	- DP57	= MK1
L10X55	+ DN55	- DP55	= MK10
K8 X57	+ DN57	- DP57	= M21
K8 X77	+ DN77	- DP77	= M211
T8 X78	+ DN78	- DP78	= T7
T8 X79	+ DN79	- DP79	= T7
X80	+ DN80	- DP80	= 100'000.000
X81	+ DN81	- DP81	= 5'000.000
Restriccion de costo			= 2.050'662.858

<Enter>

5.2.2. Módulo Manual

Presenta las opciones de revisión del manual del proyecto por capítulos permitiendo para cada uno de ellos desplazamiento en su contenido.

Los capítulos visualizados se enuncian como un título resumido de su nombre en el proyecto

89/29/92
 ##/dd/aa

POSTGRADO EN INFORMATICA
 PROGRAMACION POR OBJETIVOS

18:53:46
 hh:mm:ss

MANUAL DEL PROYECTO	
1.	INTRODUCCION
2.	AMBIENTE DE DESARROL
3.	FUNDAMENTAC TEORICA
4.	PLANTEAN DEL PROBLE
5.	PAQUETE SOLUCION
6.	RESULTADOS MODELO
7.	CONCLUSIONES
8.	BIBLIOGRAFIA

Mover Enter Seleccionar Esc Salir
 Administracion Publica

Cada capítulo se puede visualizar por páginas, por desplazamiento de teclas horizontal o vertical, o mediante otros comandos expresados cuando se invoca ayuda mediante la tecla <F1>, por ejemplo, la visualización del tercer capítulo (fundamentación teórica) en el numeral 3.2. referente a la teoría de Administración Pública se muestra en la siguiente figura.

09-29-92 23:32 C3_TEDRI.TXT

3.2. CONCEPCION DE LA ADMINISTRACION PUBLICA

La organización de la función pública, tanto en Colombia como en otros países, obedece a la noción de sistemas.

Este término sistemas, abarca la idea del conjunto de variables interrelacionadas entre sí, que persiguen una finalidad determinada.

La creciente expansión del conocimiento ha presionado la búsqueda de un puesto de observación, donde se considera como un todo, el vasto campo de la actividad humana

5.2.3. Módulo Aplicación

Ejecuta el programa de solución del modelo; El uso autorizado de la aplicación viene determinado por una clave de acceso que el usuario permitido conoce.

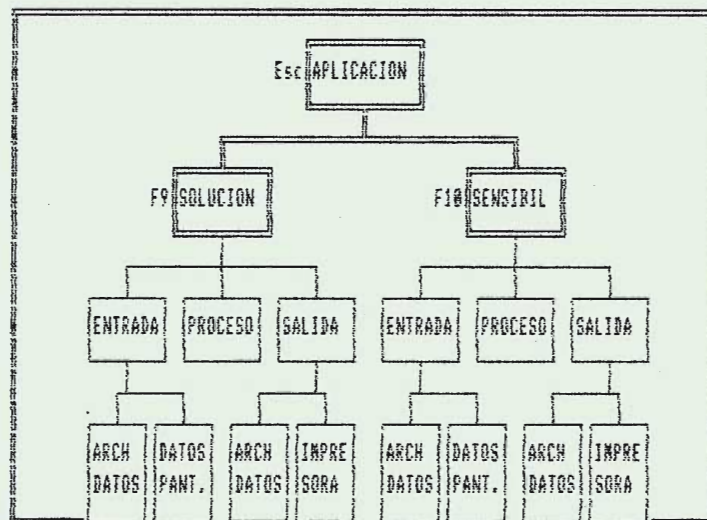
PROGRAMACION POR OBJETIVOS

Por razones de seguridad, a los usuarios del sistema se les ha asignado un PASSWORD, que sirve como SANTO Y SEÑA para identificarlos como tales.

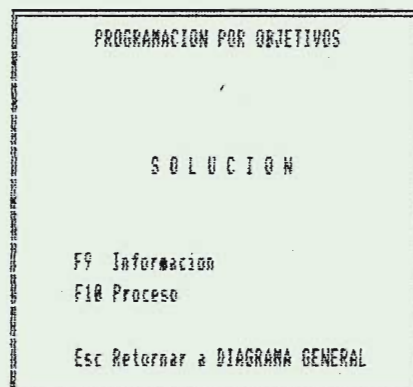
Por favor teclee el suyo:

La aplicación de dos subprocesos: solución y sensibilidad del modelo; presione la tecla correspondiente a la operación que desee ejecutar.

PROGRAMACION POR OBJETIVOS



5.2.3.1. Solución. El proceso de solución del modelo consta de las alternativas de información de manejo y ejecución del proceso; presione la tecla respectiva para el propósito deseado.



5.2.3.2. Sensibilidad. El proceso de sensibilidad consta de las alternativas de información de manejo y ejecución del proceso; presione la tecla respectiva para el propósito deseado.

```
PROGRAMACION POR OBJETIVOS

SENSIBILIDAD

F9 Informacion
F10 Proceso

Esc Retornar a DIAGRAMA GENERAL
```

5.2.4. Módulo Mantenimiento

Permite las actividades de edición y compilación de los programas fuente PASCAL que soportan la aplicación.

EDITAR permite la actualización de los programas fuente.
COMPILAR genera los ejecutables de cada uno de los programas fuente.

Según sea el proceso seleccionado en mantenimiento se entra a edición o compilación de cada uno de los programas fuente PASCAL que soportan la aplicación: SOLUCION y SENSIBILIDAD.

09/29/92
mm/dd/aa

POSTGRADO EN INFORMATICA
PROGRAMACION POR OBJETIVOS

18:54:48
hh:mm:ss

MANTENIMIENTO DE LA APLICACION

EDITAR
COMPILAR

Mover Enter Seleccionar Esc Salir
Edicion de Programas Pascal

09/29/92
mm/dd/aa

POSTGRADO EN INFORMATICA
PROGRAMACION POR OBJETIVOS

19:12:17
hh:mm:ss

MANTENIMIENTO DE LA APLICACION

EDITAR
COMPI

SOLUCION
SENSIBILIDAD

Mover Enter Seleccionar Esc Salir
Edicion del Programa SOLUCION.PAS

5.3. EJEMPLO DE UN MODELO Y SU ARCHIVO DE DATOS ASOCIADO

Formulación del modelo:

F.O. Min: P1(, , , ,)
P2

Sujeto a:

Restricción del sistema:

$$1) \quad X_1 + X_2 + X_3 + DN_1 - DP_1 = 1$$

Restricciones de los objetivos:

$$2) \quad 72.00 X_1 + 4.7 X_2 + DN_2 - DP_2 = 52.4$$

$$3) \quad 2.67 X_1 + 4.7 X_2 + DN_3 - DP_3 = 60.55$$

$$4) \quad 98.90 X_1 + 81.2 X_2 + X_3 + DN_4 - DP_4 = 72.2$$

$$5) \quad 98.90 X_1 + 81.2 X_2 + X_3 + DN_5 - DP_5 = 83.35$$

$$6) \quad 100.00 X_1 + 30.0 X_2 + 20 X_3 + DN_6 - DP_6 = 1200$$

$$7) \quad 100.00 X_1 + 12.0 X_2 + 20 X_3 + DN_7 - DP_7 = 1230$$

$$8) \quad 4.50 X_1 + 96.0 X_2 + 20 X_3 + DN_8 - DP_8 = 0$$

Datos del Problema:

- Número de restricciones : NRES = 8
- Número de variables de decisión : NVAR = 3
- Niveles de Prioridad : NPR = 2
- Registros : 48

ARCHIVO DE DATOS COMO LOS CONCIBE EL USUARIO

1. Datos del problema

0 3 2

E
E
E
E
E
E
E
E

2. Funcion objetivo

NEG	2	1	1
FOS	3	1	1
NEG	4	1	1
FOS	5	1	1
NEG	6	1	1
FOS	7	1	1
FOS	8	2	1
END	0	0	0

Fin 0 0 0

3. Restricciones

1	1	1
1	2	1
1	3	1
2	1	72
2	2	4.7
3	1	2.67
3	2	4.7
4	1	98.9
4	2	81.2
4	3	1
5	1	98.9
5	2	81.2
5	3	1
6	1	100
6	2	30
6	3	20
7	1	100
7	2	12
7	3	20
8	1	4.5
8	2	96
8	3	20
0	0	0

termina con 0 0 0

4. Valores lado derecho.

1
52.4
60.55
77.2
83.35
1200
1230
0

6. RESULTADOS DEL MODELO

En este capítulo se indica el formato de entrada del archivo de datos del modelo, los resultados obtenidos, y el análisis respectivo.

6.1 ARCHIVO DE DATOS DE ENTRADA DEL MODELO

Este archivo está constituido por los datos de los objetivos, sus restricciones y la función objetivo; fue hecho en forma externa, como no documento.

El modelo tiene 103 restricciones (102 con variables de desviación negativa, y una con desviación positiva), 175 variables de decisión, y 4 niveles de prioridad.

A continuación se lista el contenido (registros) del archivo de datos ASED.

L		
L		
L		
L		
L		
L	====>	Fin de 11 ecuaciones L referidas al
L		segundo objetivo (barrido mecánico)
L	====>	Ecuaciones L del objetivo 3
L		
G	====>	Ecuación de desviación positiva del
NEG 1 1 1		objetivo 4 (Tipo G)
NEG 2 1 1	====>	Datos de la función objetivo.
NEG 3 1 1		
NEG 4 1 1		Variables de desviación negativa y
NEG 5 1 1		positiva.
NEG 6 1 1		
NEG 7 1 1		Ejemplo:
NEG 8 1 1		NEG 1 1 1 dato de DNI
NEG 9 1 1		NEG indica la NEGATIVA
NEG 10 1 1		1 Subíndice de la var.
NEG 11 1 1		1 Nivel de prioridad
NEG 12 1 1		1 Peso de la variable
NEG 13 1 1		
NEG 14 1 1		
NEG 15 1 1		
NEG 16 1 1		
NEG 17 1 1		
NEG 18 1 1		
NEG 19 1 1		
NEG 20 1 1		
NEG 21 1 1		
NEG 22 1 1		
NEG 23 1 1		
NEG 24 1 1		
NEG 25 1 1		
NEG 26 1 1	====>	Variables de desviación con prioridad
NEG 27 1 1		uno. (recolección de basuras)
NEG 28 1 1		
NEG 29 1 1		
NEG 30 1 1		
NEG 31 1 1		
NEG 32 1 1		
NEG 33 1 1		
NEG 34 1 1		
NEG 35 1 1		
NEG 36 1 1		
NEG 37 1 1		
NEG 38 1 1		
NEG 39 1 1		
NEG 40 1 1		

NEG 41	1	1	
NEG 42	1	1	
NEG 43	1	1	
NEG 44	1	1	
NEG 45	1	1	
NEG 46	1	1	
NEG 47	1	1	
NEG 48	1	1	
NEG 49	1	1	
NEG 50	1	1	
NEG 51	1	1	
NEG 52	1	1	
NEG 53	1	1	
NEG 54	1	1	
NEG 55	1	1	
NEG 56	1	1	
NEG 57	1	1	
NEG 58	1	1	
NEG 59	1	1	
NEG 60	1	1	
NEG 61	1	1	
NEG 62	1	1	
NEG 63	1	1	
NEG 64	1	1	
NEG 65	1	1	
NEG 66	1	1	
NEG 67	1	1	
NEG 68	1	1	
NEG 69	1	1	
NEG 70	1	1	
NEG 71	1	1	
NEG 72	1	1	
NEG 73	1	1	
NEG 74	1	1	
NEG 75	1	1	
NEG 76	1	1	
NEG 77	1	1	⇒ Fin de las 77 variables con prioridad uno. (recolección de basuras)
NEG 78	2	1	
NEG 79	2	1	
NEG 80	2	1	⇒ Variables de desviación con prioridad dos (barrido de calles)
NEG 81	2	1	
NEG 82	2	1	
NEG 83	2	1	
NEG 84	2	1	
NEG 85	2	1	
NEG 86	2	1	
NEG 87	2	1	
NEG 88	2	1	
NEG 89	2	1	
NEG 90	2	1	

NEG 91 2 1	
NEG 92 2 1	
NEG 93 2 1	
NEG 94 2 1	
NEG 95 2 1	
NEG 96 2 1	
NEG 97 2 1	
NEG 98 2 1	
NEG 99 2 1	
NEG 100 2 1 ==>	Fin de 23 variables con prioridad
NEG 101 3 1	dos. (barrido de calles)
NEG 102 3 1 ==>	Fin variables prioridad 3 (tratamiento)
FOS 103 4 1 ==>	Var positiva prioridad 4 (costos)
END 0 0 0 ==>	Finaliza la función objetivo
1 1 12.	
1 2 14. ==>	Variables de decisión
2 3 12.	
2 4 14.	Datos de 103 restricciones que inclu
3 5 12.	yen 175 variables de decisión
3 6 14.	
4 7 12.	Ejemplo:
4 8 14.	
5 9 12.	1 1 12.
5 10 14.	1 2 14. Ecuación primera restricción
6 11 12.	
6 12 14.	1 Restricción número 1
7 13 12.	1 Subíndice de la varble
7 14 14.	12. Coeficiente de la vrble
8 15 12.	
8 16 14.	
9 17 12.	
9 18 14.	
10 19 12.	
10 20 14.	
11 21 12.	
11 22 14.	
12 23 12.	
12 24 14.	
13 25 12.	
13 26 14.	
14 27 12. ==>	Coeficientes de ecuaciones del obje
14 28 14.	tivo uno.
15 29 12.	
15 30 14.	
16 31 12.	
16 32 14.	
17 33 12.	
17 34 14.	
18 35 12.	
18 36 14.	

19 37 12.	
19 38 14.	
20 39 12.	
20 40 14.	
21 41 12.	
21 42 14.	
22 43 12.	
22 44 14.	
23 45 12.	
23 46 14.	
24 47 12.	
24 48 14.	⇒⇒⇒
25 49 12.	
25 50 14.	
26 51 12.	
26 52 14.	⇒⇒⇒
27 53 12.	
27 54 14.	
28 55 12.	
28 56 14.	
29 57 12.	
29 58 14.	
30 59 12.	
30 60 14.	
31 61 12.	
31 62 14.	
32 63 12.	
32 64 14.	
33 65 12.	
33 66 14.	
34 67 12.	
34 68 14.	
35 69 12.	
35 70 14.	⇒⇒⇒
36 71 12.	
36 72 14.	
37 73 12.	
37 74 14.	
38 75 12.	
38 76 14.	
39 77 12.	
39 78 14.	
40 79 12.	
40 80 14.	
41 81 12.	
41 82 14.	
42 83 12.	
42 84 14.	
43 85 12.	
43 86 14.	

Coeficientes de ecuaciones del objetivo uno.

Fin zona uno (norte)

Coeficientes de ecuaciones del objetivo uno.

44 87 12.	
44 88 14.	
45 89 12.	
45 90 14.	
46 91 12.	
46 92 14.	
47 93 12.	
47 94 14.	
48 95 12.	
48 96 14.	
49 97 12.	
49 98 14.	
50 99 12.	
50 100 14.	
51 101 12.	
51 102 14.	
52 103 12.	
52 104 14. ==>	Fin zona 2 (centro)
53 105 12.	
53 106 14.	
54 107 12.	
54 108 14.	
55 109 12.	
55 110 14.	
56 111 12.	
56 112 14.	
57 113 12.	
57 114 14.	
58 115 12.	
58 116 14.	
59 117 12.	
59 118 14.	
60 119 12. ==>	Coficientes ecuaciones del objetivo uno.
60 120 14.	
61 121 12.	
61 122 14.	
62 123 12.	
62 124 14.	
63 125 12.	
63 126 14.	
64 127 12.	
64 128 14.	
65 129 12.	
65 130 14.	
66 131 12.	
66 132 14.	
67 133 12.	
67 134 14.	
68 135 12.	
68 136 14.	

69 137 12.	
69 138 14.	
70 139 12.	
70 140 14.	
71 141 12.	
71 142 14. ==>	Fin zona 3 (sur)
72 1 1.	
72 3 1.	
72 5 1.	
72 7 1.	
72 9 1.	
72 11 1.	
72 13 1.	
72 15 1.	
72 17 1.	
72 19 1.	
72 21 1.	
72 23 1.	
72 25 1.	
72 27 1.	
72 29 1.	
72 31 1.	
72 33 1.	
72 35 1.	
72 37 1.	
72 39 1.	
72 41 1.	
72 43 1. ==>	Coefficientes segunda clase de restricci3n del objetivo uno.
72 45 1.	
72 47 1.	
72 49 1.	
72 51 1.	
73 2 1.	
73 4 1.	
73 6 1.	
73 8 1.	
73 10 1.	
73 12 1.	
73 14 1.	
73 16 1.	
73 18 1.	
73 20 1.	
73 22 1.	
73 24 1.	
73 26 1.	
73 28 1.	
73 30 1.	
73 32 1.	
73 34 1.	
73 36 1.	

73 38 1.	
73 40 1.	
73 42 1.	
73 44 1.	
73 46 1.	
73 48 1.	
73 50 1.	
73 52 1.	
74 53 1. ==>	Coeficientes segunda clase de restricci3n del objetivo uno.
74 55 1.	
74 57 1.	
74 59 1.	
74 61 1.	
74 63 1.	
74 65 1.	
74 67 1.	
74 69 1.	
74 71 1.	
74 73 1.	
74 75 1.	
74 77 1.	
74 79 1.	
74 81 1.	
74 83 1.	
74 85 1.	
74 87 1.	
74 89 1.	
74 91 1.	
74 93 1.	
74 95 1.	
74 97 1.	
74 99 1.	
74 101 1.	
74 103 1. ==>	Coeficientes segunda clase de restricci3n del objetivo uno.
75 54 1.	
75 56 1.	
75 58 1.	
75 60 1.	
75 62 1.	
75 64 1.	
75 66 1.	
75 68 1.	
75 70 1.	
75 72 1.	
75 74 1.	
75 76 1.	
75 78 1.	
75 80 1.	
75 82 1.	
75 84 1.	

75 86 1.	
75 88 1.	
75 90 1.	
75 92 1.	
75 94 1.	
75 96 1.	
75 98 1.	
75 100 1.	
75 102 1.	
75 104 1.	
76 105 1.	
76 107 1.	
76 109 1.	
76 111 1.	
76 113 1.	
76 115 1.	==>
76 117 1.	
76 119 1.	
76 121 1.	
76 123 1.	
76 125 1.	
76 127 1.	
76 129 1.	
76 131 1.	
76 133 1.	
76 135 1.	
76 137 1.	
76 139 1.	
76 141 1.	
77 106 1.	
77 108 1.	
77 110 1.	
77 112 1.	
77 114 1.	
77 116 1.	
77 118 1.	
77 120 1.	
77 122 1.	
77 124 1.	
77 126 1.	
77 128 1.	
77 130 1.	
77 132 1.	
77 134 1.	
77 136 1.	
77 138 1.	
77 140 1.	
77 142 1.	
78 143 25.80	
78 144 24.77	
	Coefficientes segunda clase de restricciones del objetivo uno.
	Coefficientes var de decisión del objetivo dos.

79 145 30.60	
79 146 24.77	
80 147 29.50	
80 148 24.77	
81 149 25.00	
81 150 24.77	
82 151 27.16	
82 152 24.77	
83 153 26.88	
83 154 24.77	
84 155 19.78	
84 156 24.77	
85 157 26.38	
85 158 24.23	
86 159 26.38	
86 160 26.83	
87 161 26.38	
87 162 23.27	
88 143 1.	
88 145 1.	
88 147 1.	
88 149 1.	
88 151 1.	
88 153 1.	
88 155 1.	
88 157 1.	
88 159 1.	
88 161 1.	
89 144 1.	
89 146 1.	
89 148 1.	
89 150 1.	
89 152 1.	
89 154 1.	
89 156 1.	
89 158 1.	
89 160 1.	
89 162 1.	
90 163 14.28	
91 164 14.28	
92 165 14.28	
93 166 14.28	
94 167 14.28	
95 168 14.28	
96 169 14.28	
97 170 14.28	
98 171 14.28	
99 172 14.28	
100 173 14.28	
101 174 270.	
	Coefficientes var de decisión del objetivo dos.
	Coefficientes segunda clase de restricción del objetivo dos.
	Coefficientes var de decisión obj 3

102 175 243.	
103 1 98018.	Inicio de coeficientes de var de deci
103 2 128000.	sión (restricción de costos)
103 3 98018.	
103 4 128000.	
103 5 98018.	
103 6 128000.	
103 7 98018.	
103 8 128000.	
103 9 98018.	
103 10 128000.	
103 11 98018.	
103 12 128000.	
103 13 98018.	
103 14 128000.	
103 15 98018.	
103 16 128000.	
103 17 98018.	
103 18 128000.	
103 19 98018.	
103 20 128000.	
103 21 98018.	
103 22 128000.	
103 23 98018.	
103 24 128000.	
103 25 98018.	
103 26 128000.	
103 27 98018.	
103 28 128000.	
103 29 98018.	
103 30 128000.	
103 31 98018.	
103 32 128000.	
103 33 98018.	
103 34 128000.	Coefficientes restricc de costos
103 35 98018.	
103 36 128000.	
103 37 98018.	
103 38 128000.	
103 39 98018.	
103 40 128000.	
103 41 98018.	
103 42 128000.	
103 43 98018.	
103 44 128000.	
103 45 98018.	
103 46 128000.	
103 47 98018.	
103 48 128000.	
103 49 98018.	

103 50 128000.	
103 51 98018.	
103 52 128000.	
103 53 98018.	
103 54 128000.	
103 55 98018.	
103 56 128000.	
103 57 98018.	
103 58 128000.	
103 59 98018.	
103 60 128000.	
103 61 98018.	
103 62 128000.	
103 63 98018.	
103 64 128000.	
103 65 98018.	
103 66 128000.	Coeficientes restricto de costos
103 67 98018.	
103 68 128000.	
103 69 98018.	
103 70 128000.	
103 71 98018.	
103 72 128000.	
103 73 98018.	
103 74 128000.	
103 75 98018.	
103 76 128000.	
103 77 98018.	
103 78 128000.	
103 79 98018.	
103 80 128000.	
103 81 98018.	
103 82 128000.	
103 83 98018.	
103 84 128000.	
103 85 98018.	
103 86 128000.	
103 87 98018.	
103 88 128000.	
103 89 98018.	
103 90 128000.	
103 91 98018.	Coeficientes restricto de costos
103 92 128000.	
103 93 98018.	
103 94 128000.	
103 95 98018.	
103 97 128000.	
103 97 98018.	
103 98 128000.	
103 99 98018.	

103 100 128000.
103 101 98018.
103 102 128000.
103 103 98018.
103 104 128000.
103 105 98018.
103 106 128000.
103 107 98018.
103 108 128000.
103 109 98018.
103 110 128000.
103 111 98018.
103 112 128000.
103 113 98018.
103 114 128000.
103 115 98018.
103 116 128000.
103 117 98018.
103 118 128000.
103 119 98018.
103 120 128000.
103 121 98018.
103 122 128000.
103 123 98018.
103 124 128000.
103 125 98018.
103 126 128000.
103 127 98018.
103 128 128000.
103 129 98018.
103 130 128000.
103 131 98018.
103 132 128000.
103 133 98018.
103 134 128000.
103 135 98018.
103 136 128000.
103 137 98018.
103 138 128000.
103 139 98018.
103 140 128000.
103 141 98018.
103 142 128000.
103 143 15028.
103 144 4116.
103 145 16771.
103 146 4116.
103 147 12474.
103 148 4116.
103 149 12474.

Coefficientes restricto de costos

Coefficientes restricto de costos

103 150 4116.
 103 151 20567.
 103 152 4116.
 103 153 13068.
 103 154 4116.
 103 155 13069.
 103 156 4116.
 103 157 14783.
 103 158 3678.
 103 159 14783.
 103 160 4306.
 103 161 14783.
 103 162 4367.
 103 163 106148.
 103 164 106148.
 103 165 106148.
 103 166 106148.
 103 167 106148.
 103 168 106148.
 103 169 106148.
 103 170 106148.
 103 171 106148.
 103 172 106148.
 103 173 106148.
 103 174 193997.
 103 175 193997.
 0 0 0.0
 21.911 \implies
 16.807
 6.024
 11.457
 9.295
 14.268
 12.980
 10.375
 12.017
 11.905
 7.725
 7.287
 16.042
 22.367
 10.490
 13.685
 10.887
 9.721
 16.007
 19.042
 10.953
 7.027
 16.445

Fin de coef de var de decisión

Inicio valores b_1 del lado derecho
de cada unad de las 103 restriccc

9.489		
10.194		
14.558		
17.00		
9.00		
10.73		
6.68		
9.50		
15.04		
10.94		
13.75	====>	Valores lado derecho de las restricc
14.45		
12.41		
11.49		
13.42		
8.28		
11.98		
16.82		
14.86		
18.06		
13.52		
9.91		
8.91		
12.96		
13.16		
10.87		
13.04		
11.42		
14.27		
3.82		
13.99		
17.00		
8.00		
6.77		
12.73		
16.22		
15.83		
9.77		
11.68	====>	Valores lado derecho de las restricc
14.99		
14.81		
12.52		
9.67		
20.74		
10.89		
16.29		
15.81		
15.68		
6.89		
14.55		
14.00		

11.59	
10.00	
9.00	
337.00	
345.00	
354.00	
171.00	
326.00	
312.00	
277.00	
339.00	⇒⇒⇒
476.00	Valores lado derecho de las restriccc
451.00	
56.00	
78.00	
15.48	
14.66	
18.88	
15.40	
13.44	
31.36	
34.80	
28.00	
38.00	
30.00	
24.00	
603.84	
603.84	
11441590.26	

6.2 RESULTADOS DEL MODELO DEL SERVICIO DE ASEO.

RESULTADOS MODELO SERVICIO DE ASEO			
RECOLECCION Zona Norte Ruta j	Variables Tipo de vehículo		Cantidad basura(ton)
	12 ton	14 ton	
1	1.83		21.91
2	1.40		16.81
3	0.50		6.02
4	0.95		11.46
5	0.77		9.29
6	1.19		14.27
7	1.08		12.98
8	0.86		10.37
9	1.00		12.02
10	0.99		11.90
11	0.64		7.72
12	0.61		7.29
13	1.34		16.04
14	1.86		22.37
15	0.87		10.49
16	1.09	0.05	13.68
17		0.78	10.89
18		0.69	9.72
19		1.14	16.01
20		1.36	19.04
21		0.78	10.95
22		0.50	7.03
23		1.17	16.44
24		0.68	9.49
25		0.73	10.19
26		1.04	14.56
Zona Centro Ruta j	Tipo de vehículo		
	12 ton	14 ton	
1	0.89		10.73
2	0.56		6.68
3	0.79		9.50
4	1.25		15.04
5	0.91		10.94
6	1.15		13.75
7	1.20		14.45
8	1.03		12.41

9	0.96		11.49
10	1.12		13.42
11	0.69		8.28
12	1.00		11.98
13	0.94	0.40	16.82
14		1.06	14.86
15		1.29	18.06
16		0.97	13.52
17	0.83		9.91
18	0.74		8.91
19	1.08		12.96
20		0.94	13.16
21	0.91		10.87
22		0.93	13.04
23	0.95		11.42
24		1.02	14.27
25		0.27	3.82
26		1.00	13.99
<hr/>			
Zona Sur	Tipo de vehículo		
Ruta j	12 ton	14 ton	
<hr/>			
1	0.56		6.77
2	0.61		12.73
3	1.35		16.22
4	1.32		15.83
5	0.81		9.77
6	0.97		11.68
7	0.07	1.01	14.99
8		1.06	14.81
9	1.04		12.52
10	0.81		9.67
11		1.48	20.74
12	0.91		10.89
13		1.16	16.29
14		1.13	15.81
15		1.12	15.68
16	0.57		6.89
17		1.04	14.55
18		1.00	14.00
19	0.97		11.59
<hr/>			
BARRIDO	Variables		
Zona	Tipo de barrendero		Numero
j	Empresa	Precoop	cuadras
<hr/>			
1		13.61	337.00
2		14.74	365.00
3	12.00		354.00

4	6.84		171.00
5		13.16	326.00
6	11.61		312.00
7	9.46	3.63	277.00
8		13.99	339.00
9		17.74	476.00
10	16.09	1.14	451.00
BARRIDO			
Zona	Variables		Kmts a barrer
	Maq barredoras		
1	1.08		15.48
2	1.03		14.66
3	1.32		18.88
4	1.08		15.40
5	0.94		13.44
6	2.20		31.36
7	2.44		34.80
8	1.96		28.00
9	2.66		38.00
10	2.10		30.00
11	1.68		24.00
TRATAMIENTO			
Tipo	Variables		Basura a tratamiento
	Maquinas tratamiento		
	Buldozer Compactador		
1	2.24		603.84
2		2.48	603.84
VALORES VARIABLES DE DESVIACION DE OBJETIVOS			
RESTRICION	VALOR RMS	DESV POS	DESV NEG
1	21.91	0	0
2	16.81	0	0
3	6.02	0	0
4	11.46	0	0
5	9.29	0	0
6	14.27	0	0
7	12.98	0	0
8	10.37	0	0
9	12.02	0	0
10	11.90	0	0
11	7.72	0	0
12	7.29	0	0

13	16.04	0	0
14	22.37	0	0
15	10.49	0	0
16	13.68	0	0
17	10.89	0	0
18	9.72	0	0
19	16.01	0	0
20	19.04	0	0
21	10.95	0	0
22	7.03	0	0
23	16.44	0	0
24	9.49	0	0
25	10.19	0	0
26	14.56	0	0
27	17.00	0	0
28	9.00	0	0.07443
29	10.73	0	0
30	6.68	0	0
31	9.50	0	0
32	15.04	0	0
33	10.94	0	0
34	13.75	0	0
35	14.45	0	0
36	12.41	0	0
37	11.49	0	0
38	13.42	0	0
39	8.28	0	0
40	11.98	0	0
41	16.82	0	0
42	14.86	0	0
43	18.06	0	0
44	13.52	0	0
45	9.91	0	0
46	8.91	0	0
47	12.96	0	0
48	13.16	0	0
49	10.87	0	0
50	13.04	0	0
51	11.42	0	0
52	14.27	0	0
53	3.82	0	0
54	13.99	0	0
55	17.00	0	0
56	8.00	0	0.12286
57	6.77	0	0
58	12.73	0	5.43300
59	16.22	0	0
60	15.83	0	0
61	9.77	0	0
62	11.68	0	0
63	14.99	0	0

64	14.81	0	0
65	12.52	0	0
66	9.67	0	0
67	20.74	0	0
68	10.89	0	0
69	16.29	0	0
70	15.81	0	0
71	15.68	0	0
72	6.89	0	0
73	14.55	0	0
74	14.00	0	0
75	11.59	0	0
76	10.00	0	0
77	9.00	0	0
78	337.00	0	0
79	365.00	0	0
80	354.00	0	0
81	171.00	0	0
82	326.00	0	0
83	312.00	0	0
84	277.00	0	0
85	339.00	0	0
86	476.00	0	0
87	451.00	0	0
88	56.00	0	0
89	78.00	0	0
90	15.48	0	0
91	14.66	0	0
92	18.88	0	0
93	15.40	0	0
94	13.44	0	0
95	31.36	0	0
96	34.80	0	0
97	28.00	0	0
98	38.00	0	0
99	30.00	0	0
100	24.00	0	0
101	603.84	0	0
102	603.84	0	0
103	11441590.26	0	0
PRIORIDADES PARA LA FUNCION OBJETIVO			
NIVEL PRIORIDAD		DESVIACION	
4		0	
3		0	
2		0	
1		5.63029	
ARTIFICIAL		0	

6.3 ANALISIS DE RESULTADOS.

El análisis en orden de objetivos se plantea de la siguiente manera:

OBJETIVO NRO 1. (Lograr la recolección general de basuras)

Zona Norte de recolección: en las 26 restricciones de basura de la zona norte, las variables (número de vehículos de cada tipo en la ruta), muestran que en el 65 % de las rutas el vehículo asignado es suficiente para recoger la basura producida en la zona, lo cual implica un recorrido para recolección, inclusive no es necesario realizarlo completo.

En la ruta 4 por ejemplo se necesitan 0.95 (1 vehículo) de 12 toneladas para recoger las 11.41 toneladas de la ruta. En ninguna de las rutas se necesitan más de dos vehículos. En las rutas 1, 2, 6, 13, 14, 16, 19, 20, y 23, es necesario utilizar un poco más de un vehículo; solamente en las rutas 1 y 14 serían necesarios dos vehículos de 12 toneladas dada la gran cantidad de basura en la zona.

El no realizar un recorrido completo en el 65 % de las rutas, se entiende como que el recorrido se hace en menos de las ocho horas asignadas a la jornada de recolección,

REPUBLICA UIS

quedando entonces el vehículo y operarios disponibles para reforzar las rutas 1, 2, 13, 14 y 19, cuya demanda de atención es mayor que en las demás rutas de la zona norte; mediante la integración de las rutas 3, 11, 12, 15, 17, 18, 21, 22, 24, y 25 en rutas con mayores límites de cubrimiento se podrían dedicar los vehículos sobrantes en las rutas 1, 2, 13, 14, 19 y 20 de mayor demanda.

Zona Centro de recolección: en las 26 restricciones de basura de la zona centro, las variables muestran que en el 80 % de las rutas el vehículo asignado es suficiente para recoger la basura producida en la zona.

En la ruta 8 por ejemplo se necesitan 1.03 (1 vehículo) de 12 toneladas para recoger las 12.41 toneladas de la ruta. En las rutas 4, 6, 7, 10, y 15, es necesario un poco más de un vehículo; en las zonas 2, 11, y 25 la cantidad de basura es muy poca quedando los vehículos destinados con disponibilidad de recolección, existiendo la posibilidad de desplazarlos a las rutas 4, 13 y 15 que poseen la mayor cantidad de basura en la zona.

Zona Sur de recolección: en las 19 rutas de recolección de la zona sur, las variables, muestran que en el 68 % de las rutas el vehículo asignado es suficiente para recoger la basura producida en la zona, necesitando un solo recorrido por ruta; en la ruta 17 se necesitan 1.04 (1 vehículo) de

ESTADÍSTICA UAS

14 toneladas para recoger las 14.55 toneladas de la ruta.

Las rutas 1 y 16 requieren 0.56 y 0.57 vehículos de 12 toneladas lo cual implicaría el desplazamiento de un solo vehículo para las dos rutas de recolección.

La mayor dedicación de vehículos se encuentra en las rutas 3, 4, 11, 13, 14, y 15 con una destinación de 8 vehículos para las 6 rutas de recolección.

En la actualidad el departamento de aseo por cada ruta asigna un vehículo con la respectiva cuadrilla de operarios para el recorrido durante la jornada diaria de trabajo, cubriendo aproximadamente el 80 % de la cobertura total de recolección de basuras para la ciudad.

La sumatoria de los vehículos de cada tipo en los resultados del modelo y la disponibilidad de vehículos de las empresas se muestra como:

Zona	Sumatoria vehíc		Disponibilidad		Rutas
	12 ton	14 ton	total	reasignar	
Norte	17	9	23 9	6	26
Centro	17	8	23 9	7	26
Sur	10	9	23 9	13	19

Del cuadro puede observarse que hay disponibilidad de vehículos recolectores para atender la demanda de

zona; puede pensarse en la asignación de los vehículos sobrantes mediante la integración de rutas con mayor área de cubrimiento, o desplazamiento de vehículos desde las rutas con menor demanda hacia las rutas cuya producción de basura es mas alta en la respectiva zona; significa entonces que con la asignación de recursos del modelo podría alcanzarse una alta satisfacción del servicio.

OBJETIVO NRO 2. (Lograr el barrido de calles).

En las restricciones del objetivo 2, las variables representan el número de barrenderos de cada clase necesarios para atender el barrido de las calles en las zonas de barrido manual; para el análisis de los resultados del objetivo se establece el siguiente cuadro:

Barrido manual		Resultados del modelo	
Zona	Número de cuadras	Número de operarios	
1	337		13.61
2	365		14.74
3	354	12.00	
4	171	6.84	
5	326		13.16
6	312	11.61	
7	277	9.46	3.63
8	339		13.99
9	476		17.74
10	451	16.09	1.14
	3408	56.00	78.00

Cuadras promedio día operario empresas = 26.38

Cuadras promedio día operario precooperativo = 24.77

Con la distribución de operarios del modelo las zonas 1, 2, 4, 5, 6, 8, y 10 muestran el número ideal de barrenderos para la limpieza; la zona 3, requiere la asignación de un operario de la empresa y la zona 9 requiere por lo menos dos operarios más de grupo precoperativo.

En la asignación de operarios a la zona 7 se presenta un excedente de dos operarios dado que su capacidad de barrido sería de 338 cuadras y la zona sólo tiene 277; estos operarios se pueden ubicar en las zonas 3 y 9 para compensar el faltante de operarios en esta zona.

Al comparar el número de operarios actuales (58 de la empresa y 42 del grupo precooperativo) con los que determina el modelo, se puede establecer que los barrenderos de las empresas son suficientes.

El promedio de cuadras barridas por hombre al día es de 25.91 cuadras (Tabla 9 capítulo 4); esta situación se ha mantenido por convención dado que a ningún barrendero se le pueden asignar más de 30 cuadras para barrido; las cuadras de los sectores en que se divide la zona se encuentran por debajo del parámetro 30.

El pasar a 134 barrenderos para satisfacer el servicio, significa la contratación de 34 barrenderos adicionales; sin embargo si se elevara el promedio de cuadras barridas

por barrendero a 34.08, se podría cumplir a satisfacción el servicio con el mismo número actual de operarios; esto traería como consecuencia la redistribución de los sectores de barrido en las zonas, buscando que cada operario barriera en promedio 34 cuadras durante la jornada diaria de trabajo, tanto para operarios de las empresas como de grupos precooperativos; como no es aconsejable la contratación de personal para las empresas, los barrenderos adicionales deben contratarse de la clase precooperativo.

OBJETIVO NRO 2. (barrido mecánico)

Para el análisis de resultados en el barrido mecánico considerado en el objetivo 2, las variables número de máquinas barredoras por zona, se pueden mostrar así:

Barrido mecánico		Resultados del modelo
Zona	Número de Kilomts	Número de máquinas
1	15.48	1.08
2	14.66	1.03
3	18.88	1.32
4	15.40	1.08
5	13.44	0.94
6	31.36	2.20
7	34.80	2.44
8	28.00	1.96
9	38.00	2.66
10	30.00	2.10
11	24.00	1.68
264.02		18.49

Actualmente existen dos zonas de barrido mecánico,

atendidas por dos máquinas barredoras, que barren un promedio de 2.38 Kmts/hora.

Los resultados muestran que para la satisfacción del barrido mecanizado es necesario destinar una máquina barredora en promedio para cada una de las zonas 1, 2, 3, 4, y 5, para cubrir el 29.5 del total de kilómetros a barrer y dos máquinas barredoras en promedio a cada una de las zonas 6, 7, 8, 9, y 10, para alcanzar el resto de kilómetros destinados para barrido mecánico.

De los 264.02 Kmts, el 59 % (154.80 Kmts), corresponden al barrido en barrios especiales (zonas 7, 8, 9, 10, y 11), sectores que requerirían dos máquinas en promedio por zona ó la destinación de una sola máquina pero en dos turnos de barrido.

Para las calles y avenidas principales que constituyen el 41 % restante de Kilometros a barrer (zonas 1, 2, 3, 4, 5, y 6), solo sería necesario destinar una máquina barredora por zona.

La sumatoria de máquinas barredoras para las 11 zonas consideradas en el modelo, arroja un total de 18.49 (18) barredoras; esta cantidad tomada como cifra absoluta, sería muy alta en máquinas barredoras para el cubrimiento de barrido en B/manga.

Si se considera la modalidad de trabajo actual de las dos máquinas barredoras, la cual consiste en trabajar en tres turnos diarios de seis horas (6 am - 12 m; 12 m - 6 pm y 6 pm - 12 pm), el número ideal sería de 6 máquinas barredoras, cantidad perfectamente permisible como equipo de barrido mecanizado para B/manga, y las primeras ciudades del país, con excepción muy posiblemente de Bogotá; esta cifra podría reducirse si se lograra un aumento en el número promedio de Kmts de barrido hora de hasta cuatro kilómetros, lo cual puede obtenerse con una adecuada atención de mantenimiento de vehículos y un adecuado control de tránsito tanto en horarios como vías destinadas para barrido mecanizado.

OBJETIVO Nro 3. (tratamiento de basuras)

Las restricciones 101 y 102, que incluyen las variables número de bulldozers y número de compactadoras, definen el equipo que debe asignarse para disposición final; actualmente el tratamiento de basuras lo realizan dos bulldozers, los cuales realizan tanto el esparcimiento de basura como la compactación.

Los resultados muestran 2.24 (2) bulldozers para esparcimiento y 2.48 (2) compactadoras; esto significa que el departamento de aseo requiere la adquisición de las dos compactadoras con el fin de usar cada equipo en su verdadera labor.

En la modalidad de trabajo actual, el esparcimiento de basuras y su compactación no se cumplen de la manera mas adecuada, dado que la configuración física del buldozer solo satisface plenamente la labor de esparcimiento, pero no puede realizarse al 100 %, pues tiene que destinarse al pisado del relleno.

La labor de compactación que cumplen los buldozers, tampoco es la mas indicada, pues el buldozer no es un equipo de compactación, quedando estas dos actividades atendidas por una clase de vehículo, que solo cumple a satisfacción una actividad pero la otra no.

OBJETIVO NRO 4. (costos)

Este objetivo destinado a procurar que los costos derivados del servicio de aseo sean mínimos para no superar el presupuesto estimado, se cumple totalmente.

Los 11'441.590.26 de costos día calculados en el modelo (restricción 103), corresponden 1'544.879.50 para barrido y 588.020.00 a tratamiento; los 9'308.690.76 restantes corresponden a las zonas norte, centro y sur, lo cual arroja un promedio día de 3'102.896.9 para recolección; se obtiene entonces una cifra de 5'235.796.4 como costo promedio día para el servicio de aseo.

Aunque la asignación de recursos del modelo implica ampliación tanto de recursos humanos como de equipo mecanizado, al calcular el gasto para el año da un valor de 1.884'886.704; como el presupuesto estimado para 1.992 es de 2.683'114.430 se establece entonces que con los recursos económicos actuales es posible satisfacer adecuadamente el servicio; puede pensarse entonces que las empresas públicas mediante una adecuada planeación de recursos humanos, de vehículos y gastos, podrían disponer de 798'227.726 para adquisición de barredoras y compactadoras necesarias para el mejoramiento del servicio; la adquisición de activos fijos se difiere en 10 años, cuando se trata de maquinaria y equipo; esta coyuntura permite fácilmente diferir los costos de financiamiento, con lo cual el dpto de aseo puede estimar de manera planificada la participación correspondiente a cada período económico, siendo de esta manera viable cargar proporcionalmente los costos del nuevo equipo en varios períodos, o su periódica adquisición con el fin de contribuir al mejoramiento de este servicio público; parte de esta disponibilidad puede ser destinada para gastos imprevistos orientados a la atención inmediata de problemas directamente relacionados con la operatividad de vehículos, equipo y personal y cuyos desembolsos no sean considerados estrictamente dentro del rubro de gastos, pero que si permitan fácilmente tramitar efectivo para pago de daños menores; la satisfacción de este objetivo garantiza una adecuada y continua atención de los recursos

relacionados con las actividades del servicio de aseo.

En general las restricciones de objetivos se cumplen satisfactoriamente; en solo tres restricciones (28,56,58) existe una pequeña desviación positiva cuyo valor no es determinante para los resultados, pues en el 98 % de las restricciones no se superan los valores del lado derecho, indicando que no existe sobreobtención de objetivos (desviaciones positivas iguales a cero).

Con respecto a los niveles de prioridad en la función objetivo se concluye que:

Los objetivos con prioridad 1 (P1 = Alcanzar la recolección de basuras), prioridad 2 (P2 = Realizar la limpieza de las calles), prioridad 3 (P3 = Tratar adecuadamente las basuras), prioridad 4 (P4 = satisfacción del presupuesto), se cumplen satisfactoriamente.

Finalmente se puede concluir que existe una adecuada satisfacción de objetivos, y que dependiendo de su aplicabilidad se beneficiaría notablemente las prestación del aseo público municipal.

El dpto de aseo elaborará entonces un programa de trabajo para alcanzar los objetivos, mediante la planeación de los

recursos del servicio de acuerdo a los resultados obtenidos.

El programa de trabajo que pudiese plantearse, debe garantizar en lo posible el logro de los objetivos, o por lo menos una buena aproximación.

Se debe tomar un bloque de estrategias en beneficio del servicio de aseo, y aunque pueden presentarse contingencias externas que afecten las decisiones tomadas sobre los resultados, el modelo sirve como una guía de muy fácil aplicación.

7. CONCLUSIONES

Como consecuencia de la actividad desarrollada en el transcurso del proyecto se pueden establecer las siguientes conclusiones relacionadas con el servicio de aseo, la programación por objetivos y el desarrollo de modelos, así:

SERVICIO DE ASEO:

- La mayor deficiencia en la recolección de basuras se encuentra en los sectores residenciales, por razones derivadas de la poca conciencia ciudadana en el sentido de:

* No sacar la basura a tiempo en los horarios establecidos, generando demoras en la movilización de los vehículos recolectores.

* No fajar con bolsas o cajas resistentes las basuras para evitar el revolcamiento y desperdicio por fuera de los andenes.

* No elaborar selección de basuras al interior de la vivienda con el fin de agrupar los residuos orgánicos y reciclables disminuyendo de esta manera la cantidad de basura que debe levantarse.

- El rendimiento en la recolección se encuentra afectado por el mal estado de las vías por donde circulan los vehículos especialmente en los estratos bajos de la población, en las plazas de mercado y en las zonas de mayor congestión vehicular.

- El Dpto de aseo debe iniciar una verdadera campaña de promoción y formación de recicladores destinada a buscar la mejor y oportuna clasificación de las basuras en los hogares.

- Empezar una campaña de motivación para que los propietarios de vehículos estacionen en sitios donde no generen taponamientos que interrumpen la normal movilización de los vehículos recolectores, evitando de esta manera las demoras en sus recorridos de recolección.

- Difundir a través de medios masivos de comunicación los horarios establecidos para el barrido de calles, con el fin de mantener despejadas las vías por donde circulan las máquinas barredoras y las cuadrillas de barrenderos.

- Motivar a los funcionarios de obras públicas para que realicen un permanente arreglo de las vías.

- Motivar a operarios y conductores de vehículos recolectores para que mantengan un permanente canal de comunicación con la sección de mantenimiento en lo referente a posibles fallas que puedan evitarse.

- Motivar a los operarios de recolección y barrido de calles, para que en lo posible eviten la pérdida de tiempo, derivada del afán por hacer en cada levantamiento y barrido la operación de recicladores primarios.

- Disponer de por lo menos de un vehículo emergente en las mejores condiciones de funcionamiento, para que reemplace de manera oportuna a los vehículos con fallas graves, evitando de esta manera el doble acumulamiento de basuras

- Establecimiento de zonas de acumulamiento de basuras visiblemente demarcadas en plazas de mercado, viviendas multifamiliares, colegios y zonas residenciales de difícil acceso, para facilitar la recolección y el acumulamiento de basuras por parte de los barrenderos que realizan la actividad de barrido de calles.

- Establecer un decidido programa de reemplazamiento y

adquisición de equipo mecanizado, orientado a modernizar la actividad de recolección, barrido y tratamiento de basuras.

- Iniciar un concertado programa de privatización a corto plazo, orientado a disminuir el costo promedio diario del servicio

- Replantear los convenios pactados con trabajadores del dpto de aseo, con el fin de lograr un incremento en las tareas de barrido, jornadas y recorridos de recolección, turnos y jornadas para barrido mecanizado, así como la adquisición de equipo de compactación para el tratamiento de basuras, o en su defecto, procurar que el Gobierno departamental incremente el presupuesto destinado para la prestación de este servicio.

LA PROGRAMACION POR OBJETIVOS

Es una herramienta ágil que permite manejar problemas que consideran múltiples objetivos simultáneamente.

Toda organización por pequeña que sea, traza metas para cumplirlas en un período determinado; estas metas, son precisamente objetivos que generalmente han sido definidos de manera subjetiva.

La razón de ellos, se deduce fácilmente, puesto que el humano, siempre está viviendo un mundo cambiante. Todas sus actuaciones obedecen a la satisfacción de necesidades particulares y de la sociedad; entonces hay en su mente, gran cantidad de fases por desarrollar, y para ello, consume recursos técnicos, humanos y económicos.

Cumplir con los objetivos es una tarea compleja de cuantificar en el papel y es mucho más difícil cuando las tareas por cumplir dependen en grado mayor, de la respuesta de la sociedad, como en el caso de los servicios públicos; todos pueden permanecer dentro de la limpieza o fuera de ella.

Manejar los recursos de una organización, es una actividad difícil de hacer; se tienen que fijar numerosas limitaciones y metas con criterio subjetivo, sobre todo cuando se trata de establecer jerarquías de cumplimiento.

La programación por objetivos ha sido creada entonces, para facilitarle al administrador una herramienta de solución a los problemas de su organización.

La programación por objetivos, suministra a la administración la oportunidad de analizar la estructura y comportamiento de los objetivos.

En general, el modelo de programación por objetivos facilita:

- La identificación y definición global del problema administrativo y organizacional.
- El establecimiento de necesidades y limitaciones de los recursos involucrados en los objetivos por cumplir.
- El ordenamiento y formulación por escrito de objetivos uno a uno, precisando pesos y prioridades entre ellos.
- El conocimiento de la manera como se han conseguido los objetivos con los recursos utilizados.
- La medida de desviación por exceso o por defecto, con respecto al logro o no de los objetivos buscados.
- Una solución óptima bajo una jeraquía de objetivos, y mediante una adecuada combinación de recursos.
- La sensibilidad permite cambios en las estructuras y jerarquías de objetivos y recursos.

Es en conclusión la programación por objetivos, una verdadera fuente de suministro de herramientas de trabajo para el administrador, en la toma de decisiones.

EL DESARROLLO DE MODELOS

Formular un modelo implica detalle y sobre todo una gran definición de los elementos que intervienen en él.

En la mente de los administradores, siempre existe un bosquejo de como solucionar el problema que acaba de presentarse en la institución. La mente responde rapidamente, y fabrica una solución o varias alternativamente. Cuando el administrador intenta llevar esas ideas al papel, se encuentra con el qué hacer al respecto, y el planteamiento imaginativo de la solución se bloquea de inmediato. El administrador se siente entonces impedido para tomar una acción, sin embargo la realiza, con la consecuencia futura de que su decisión no fue la mejor, o por lo menos habían otras superiores.

El administrador debe recurrir entonces a fabricar procedimientos tangibles, no solo especulativos o imaginativos, para alcanzar de la mejor manera, la cobertura de respuesta al impase presentado.

La formulación, debe realizarse por escrito precisando la acción, el tiempo, los responsables y los resultados esperados, de tal forma que la formulación de objetivos, se pueda medir cuantitativa y cualitativamente a través de su desarrollo.

Esto implica en primera instancia, la definición de estrategias integrales de la organización en sus niveles mas altos, en interacción con el ambiente externo, y con un alcance o visión a largo plazo; en segundo lugar, el

análisis de la estructura formal de la organización; en tercer lugar, el análisis de recursos disponibles en cada una de las áreas claves de la organización, y en cuarto lugar, la definición de los objetivos de cada una de las funciones básicas, o sistemas claves de la organización.

Hoy es posible asegurar que no existe actividad humana donde las teorías de la investigación de operaciones no puedan incursionar con sus herramientas de solución, ofreciendo a la administración, diferentes alternativas de análisis y cálculo de resultados, con ayuda del computador.

Utilizar la programación por objetivos en el bosquejo de un modelo para el servicio de aseo público, no ha sido una tarea sencilla, ha sido una etapa mas que se ha cursado en el largo camino de moldear y cuantificar las actividades de la sociedad.

BIBLIOGRAFIA

- ACUERDO # 051, de noviembre 21 de 1.972, municipio de Bucaramanga, Concejo municipal.
- ACUERDO # 053, de abril 8 de 1.987, concejo municipal de Bucaramanga.
- BURCH, Jhon G., Felix R. Strater Jr., Sistemas de informacion, teoria y practica, editorial Limusa, 1.985
- COLEN, O. Benjamin, Folleto A linear goal-programming model for public-sector project selection, Departamento de ingeniería mecánica, Universidad de West Indies, Trinidad, 1.985.
- DIAZ, Durán Nelly, Mendez Bermúdez María Cecilia, Toscano Gualteros Omar, Proyecto de grado Reorganización del servicio de recolección, Transporte y Disposición final residuos residenciales y no residenciales, en el área metropolitana de B/manga, Ing Industrial UIS, 1.990.
- DE MARTINEZ, Julia Rosa, Teoria general de la administracion, Escuela superior de administración pública, Bogotá, 1.986
- EL COMPUTADOR EN LA ADMINISTRACION, Facultad de ingeniería, Universidad de los andes, Bogotá.
- ESAP, Unidad informática, Enfoque de sistemas aplicado a la administracion publica, documento de trabajo, Universidad Javeriana, Bogotá, 1.986.
- ESAP, Politica y administracion publica, Subdirección de postgrado, Esap, Bogotá, 1.986.
- FAJARDO, Orejarena Nestor, Gutierrez Cervantes Javier, Decisiones bajo objetivos multiples: un proceso computacional interactivo con aplicación a dietas hospitalarias, Dpto de ingeniería Industrial UIS, 1984

- GALINDO, Cárdenas Néstor, Suárez Rodríguez Alvaro, Proyecto de grado Reorganización Administrativa del Dpto de aseo y reestructuración del sistema de recolección, barrido y disposición final de basuras para la ciudad de B/manga, Ing Industrial, UIS, 1.986.
- GARCIA M., Ricardo Carlos Martínez F. Técnicas de planeación, módulo autoinformativo, ESAP, Bogotá, 1986
- GOULD, F. J., Investigación de operaciones en la ciencia administrativa, University of Chicago, 1.987.
- HIGUERA, Guio Gabriel, Conferencias seminario especial de profesores, Departamento de ingeniería industrial, UIS, 1.982.
- IGNIZIO P, James, Goal programming and extensions, Universidad de Pensylvania, 1.975.
- LEE, S. M., Decisions Analysis Through Goal Programming 1972.
- MACKEDOWN, Davis, Modelos cuantitativos para la administración, University of Georgia, 1.986.
- MAHALANABIS, A. K. Introducción a la ingeniería de sistemas, editorial Limusa, 1.987.
- MIZHARI, Gilbert, Pablo Etter, Proyecto, Asignación de recursos del plan nacional de alimentación y nutrición, Uniandes, Bogotá, 1.985.
- MOSKOWITZ, Herbert, Investigación de operaciones, University West Lafayette, Indiana, 1.982.
- MOSKOWITZ, H. and Wright G., Investigación de operaciones, Prentice Hall Interamericana, 1.982.
- MUTIS Caballero Claudia Ximena, Luis Mario Restrepo Ortiz, Aplicación de la programación por objetivos en la planeación académica de una universidad, proyecto Ingeniería industrial, UIS, 1.983.
- NANTUCKET, Corporation, Manual CLIPPER SUMMER '87.
- NEC information System, Inc., Manual, APC IV, GW_BASIC, user guide, 1986.
- OLSON, D. L., Comparison of four goal programming algorithms, Journal of the Operational Research, 1.984.

- SCHNIEDERJNAS, M. and Kwak N., An alternative solution method for goal programming problems: a tutorial, Journal of the operational research. 1.982.
- SILLERO, Juan, Multiple objective Decisions Making using Goal programming Techniques, Texas A & M University, 1.985.
- SQUIRE, Enid. Introduccion al diseño de sistemas, Fondo educativo interamericano, 1.984.
- STORY Board, PC Manual de referencia.
- SQUIRE, Enid, Diseño de sistemas, Fondo educativo interamericano, 1.985.
- TREMBLAY, Jean Paul , Richard B. Bunt, Introduccion a la ciencia de los computadores, enfoque algoritmico, Mackgraw-hill, 1.982.
- WOOD, Steve Manual TURBO PASCAL, Osborne/McGraw Hill.

ANEXO 1. ESTADÍSTICAS MUNICIPALES DE COLOMBIA, 1990.

Copia tomada del original, Estadísticos Municipales de Colombia.
DANE, 1990. p. 13 y 35.

Estadísticas municipales de Colombia 1990

1. Proyecciones de población municipal

Notas metodológicas

Para proyectar la población de los municipios colombianos se utilizó el Método del diferencial de crecimiento, el cual consiste en proyectar las proporciones de población de cada municipio, suponiendo que existe un diferencial constante o variable entre las tasas de crecimiento del municipio y el resto del departamento, lo cual implica una evolución de la proporción de población de cada municipio, en forma logística. Para las presentes proyecciones municipales, se asumió que en cada quinquenio, el diferencial de crecimiento variaría disminuyendo en la mayoría de los casos. Con el anterior supuesto, las tasas de crecimiento de los municipios que presentan una evolución creciente, irían disminuyendo, siendo consistente este supuesto con la evolución de la fecundidad y la mortalidad que hacen disminuir el crecimiento natural y la disminución del crecimiento migratorio, por el mayor desarrollo que se puede dar en cada uno de los municipios. De igual manera, para los municipios cuyo crecimiento intercensal presentó una evolución negativa, debido a la emigración, se supone que, con la mayor independencia administrativa con que cuentan ahora, el ritmo decreciente que traían disminuya, y varios de ellos pueden llegar a recuperarse y obtener tasas positivas. La evolución del porcentaje de población del resto del área mayor se definió como:

$$\frac{R_{t+n}}{N_{t+n}} = \frac{1}{1 + (S_t/R_t) e^{-[d^{(t+1)} + d^{(t+2)} + \dots + d^{(t+n)}]}}$$

donde:

$d^{(t+i)}$ es el diferencial asumido para un año después de la última información,

$d^{(t+2)}$ es el diferencial asumido para el segundo año después de la última información, ..., y

$d^{(t+n)}$ es el diferencial asumido para el año de la proyección.

Adicionalmente, en los casos donde los municipios fueron creados entre 1973 y 1985, y su evolución en el período intercensal no era razonable, pues no existía una sustentación aparente para su evolución, se optó por unir los municipios nuevos que habían sido creados, conservándose la entidad territorial existente en 1973 y posteriormente, desagregarlos de acuerdo a su participación en el censo de 1985. De igual manera, aquellos municipios que fueron creados con posterioridad al censo de 1985, se proyectaron con base en la población de los municipios originales, y posteriormente se distribuyó de acuerdo a la proporción de población que se les había asignado al momento de su creación. Para la aplicación del método del diferencial de crecimiento, se requiere contar con la población en dos momentos diferentes, (por ejemplo dos censos), para cada desagregación geográfica requerida.

Municipios de creación reciente

Los municipios que se listan en este sector, son los creados o fundados con fecha de corte el 31 de diciembre de 1990. La ausencia de cifras de población censada en 1973 y 1985, se debe al hecho de creación del municipio, que ocurrió en fecha posterior a las censales. Con respecto a la columna del censo de 1985, se advierte sobre los municipios que cedieron población, que éstos aún conservan la población perteneciente a los nuevos municipios, es decir que no se sustrajo.

1. Proyecciones de población municipal
Cuadro 1
Año de creación, población censada, proyección quinquenal de población y tasas de crecimiento por municipios, 1985-2000

Municipios	Año de creación o fundación (f)	Superficie (km ²)	Altitud (mts)	Población censada		Población proyectada a				Tasas de crecimiento exponencial			
				24 de octubre de 1973	15 de octubre de 1985	30 de junio				1973-85	1985-90	1990-95	1995-2000
						1985	1990	1995	2000				
21. Risaralda													
3 Balboa	1923	120	1.356	8.869	8.295	8.383	8.219	8.075	8.002	-0.482374	-0.395146	-0.353514	-0.181627
4 Belén de Umbría	1911	180	1.564	22.875	22.550	22.960	23.002	23.013	23.139	0.031746	0.036552	0.009562	0.109205
5 Dos Quebradas	1972	69	1.420	49.395	101.480	103.464	132.918	163.599	193.557	6.328579	5.010173	4.153718	3.363075
6 Guática	1921	99	1.530	14.775	12.476	12.528	11.201	10.799	11.800	-1.412043	-1.197332	-1.041929	-0.730990
7 La Celia	1959	93	1.950	11.270	8.204	8.295	7.419	6.740	6.273	-2.673373	-2.232173	-1.919687	-1.436104
8 La Virginia	1959	33	899	18.267	24.558	24.933	27.949	30.772	33.408	2.662786	2.283784	1.924475	1.643804
9 Marsella	1915	150	1.910	16.539	19.614	20.003	21.458	22.758	23.980	1.627658	1.404305	1.176384	1.046068
10 Mistraño	1925	655	1.518	11.495	11.933	12.481	12.872	13.203	13.543	0.704396	0.616938	0.507793	0.508515
11 Pueblo Rico	f: 1884	910	1.560	10.926	11.202	11.750	12.076	12.349	12.637	0.622334	0.547335	0.447102	0.461079
12 Quinchía	1917	141	1.776	24.331	27.065	27.230	28.392	29.392	30.375	0.963511	0.835762	0.692302	0.657947
13 Santa Rosa de Cabal	f: 1843	547	1.701	47.654	60.696	63.155	70.040	76.415	82.361	2.410536	2.069490	1.742250	1.498660
14 Santuario	1906	196	1.575	18.043	15.157	15.785	15.036	14.411	14.000	-1.144368	-0.972256	-0.849110	-0.578689
Total Risaralda				498.609	625.451	640.252	709.417	776.894	842.159	2.140181	2.051633	1.817183	1.613324
22. Santander													
1 Bucaramanga	f: 1622	155	359	324.873	352.326	342.770	347.479	351.737	355.551	0.458999	0.272891	0.243590	0.215679
2 Aguada	f: 1753	41	1.802	2.514	2.333	2.447	2.435	2.430	2.428	-0.231208	-0.098321	-0.041110	-0.016468
3 Albania	1919	157	1.926	5.522	5.794	6.085	6.256	6.406	6.537	0.831000	0.554286	0.473881	0.404866
4 Aratoca	f: 1750	171	1.805	6.720	6.894	6.928	6.982	7.036	7.089	0.260915	0.155285	0.154088	0.150039
5 Barbosa	1940	57	1.588	11.817	16.785	17.265	19.314	21.159	22.791	3.245217	2.242978	1.824703	1.486637
6 Banichara	f: 1742	135	1.336	8.983	7.163	7.139	6.537	6.058	5.708	-1.966611	-1.761887	-1.521973	-1.190220
7 Barrancabermeja	1922	1.282	75	105.115	153.296	149.645	166.022	180.653	193.496	3.023262	2.077090	1.689155	1.373576
8 Betulia	f: 1844	444	1.820	5.872	5.792	5.810	5.808	5.815	5.828	-0.090855	-0.006886	0.024090	0.044662
9 Bolívar	f: 1844	1.676	2.130	23.438	21.641	21.802	21.530	21.347	21.226	-0.619330	-0.251088	-0.170722	-0.113687
10 Cabrera	f: 1809	68	980	3.513	2.396	2.594	2.317	2.102	1.947	-2.595794	-2.258557	-1.947679	-1.531991
11 California	1905	45	2.300	1.131	1.234	1.256	0.897277	1.328	1.358	0.897277	0.596123	0.518717	0.446780
12 Capitanejo	f: 1804	82	1.090	7.038	7.650	7.631	7.807	7.964	8.102	0.692409	0.456037	0.398212	0.343591
13 Careasi	f: 1772	250	2.080	7.869	6.299	6.280	5.759	5.344	5.040	-1.930660	-1.732123	-1.495788	-1.171567
14 Cepitá	f: 1751	113	660	2.667	2.419	2.483	2.453	2.474	2.422	-0.611881	-0.243115	-0.155515	-0.098847
15 Cerreto	f: 1775	419	2.500	6.543	5.906	6.013	5.922	5.860	5.817	-0.723027	-0.304991	-0.210493	-0.147299
16 Charalá	f: 1540	414	1.291	19.458	16.111	16.455	15.624	14.932	14.417	-1.434798	-1.036424	-0.906033	-0.701970
17 Chantá	1927	126	1.955	4.707	3.693	3.715	3.394	3.140	2.954	-2.025764	-1.807390	-1.555727	-1.221252
18 Chimá	f: 1784	153	1.157	4.366	3.823	3.962	3.867	3.800	3.751	-0.819329	-0.485399	-0.349559	-0.259572
19 Chipatá	f: 1536	86	1.950	8.037	6.557	6.612	6.222	5.903	5.666	-1.691803	-1.215896	-1.052614	-0.819546
20 Cuatitara	1966	2.865	158	15.351	16.793	18.054	18.927	19.687	20.342	1.388215	0.944444	0.787381	0.654584
21 Concepción	f: 1774	335	2.005	8.946	7.093	7.241	6.786	6.415	6.140	-1.809854	-1.297953	-1.124453	-0.876285
22 Confinés	f: 1773	73	1.523	2.886	2.140	2.308	2.118	1.967	1.856	-1.912934	-1.718182	-1.479254	-1.161718
23 Contratación	1961	118	1.690	5.014	4.523	4.454	4.293	4.175	4.087	-1.013698	-0.736336	-0.557429	-0.426063
24 Coromoro	1932	557	1.450	6.397	6.752	6.889	7.034	7.164	7.278	0.634222	0.416592	0.366259	0.315752
25 Curitá	1773	239	1.491	7.396	8.795	9.515	10.347	10.890	11.448	2.156363	1.482310	1.217199	0.995402
26 El Carmen de Chucurí	1986	(...)	(...)	9.734	(...)	14.558	16.396	18.058	19.530	3.445281	1.017681	0.826419	0.670737
27 El Guacamaro	1956	123	1.750	3.172	2.762	3.223	3.234	3.248	3.263	0.136524	0.068143	0.086393	0.097152

**ANEXO 2. DISTRIBUCION DE PERSONAS Y VIVIENDAS POR
ESTRATOS SOCIO-ECONOMICOS**

Fotocopia tomada de recuentos manuales,
censo /85, Dane, pág. 35.

ANEXO 3. CANTIDAD DE BASURA

Copia tomada del proyecto, Diseño de un sistema de recolección de basuras para Girón, pág. 12-18, 42-46.

CANTIDAD DE BASURA

Información resumida del proyecto Diseño de un sistema de recolección de basuras para los municipios de Girón y Floridablanca, realizado por Pedro Nel Ortega Vergara y Francisco Aurelio Chacón Molins. Ingeniería Industrial. UTE.

Para determinar la cantidad y clase de basura por estrato, fué necesario realizar encuestas en la población urbana de los municipios en estudio, con base en un plan de muestreo considerando la vivienda como una unidad de muestreo.

A continuación la nomenclatura necesaria para el muestreo:

N: Número total de viviendas en el municipio considerado.

n: Tamaño de la muestra.

Y_i : Cantidad de basura en Kgs. por vivienda y por día.

X_i : Cantidad de personas que habitan en cada vivienda.

\bar{x} : Promedio de habitantes por vivienda.

$$\frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{\sum_{i=1}^n X_i} = r : \text{Cantidad de basura en Kgs. por persona y por día}$$

h : Error que se considera se puede cometer en la medición.

$(1 - \alpha)$: Nivel de confianza

$Z_{\alpha/2}$: Variable de la curva normal, dada según $\alpha/2$

Cantidad y clase de basura en Girón

El municipio de Girón se dividió en dos zonas las cuales son la industrial y la residencial.

En la zona residencial se utilizó el muestreo sistemático tomando una muestra del cuatro por ciento (4%) del número total de viviendas existentes, muestra que se considera representativa en esta clase de muestreo.

Se aplica este método de muestreo debido a la poca ex-

tensión del área urbana de este municipio y a la distribución heterogénea de su población.

Para llevar a cabo esta clase de muestreo se numeran la cantidad de viviendas de 1 a N, luego se procede a seleccionar la muestra utilizando una tabla de números aleatorios para escoger una unidad al azar de las primeras k unidades y de allí en adelante cada k es una unidad.

El número k proviene de la expresión siguiente:

$$N = kn$$

Despejando k tenemos

$$k = \frac{N}{n}$$

$$N = 2,118$$

$$n = 85$$

$$k = 25$$

Tomando la información deseada se calcula r

$$\sum_{i=1}^n Y_i = 241.5$$

$$\sum_{i=1}^n X_i = 589$$

$$r = 0.41 \frac{\text{Kgs.}}{\text{habitante-día}}$$

Para medir la bondad de la estimación de r , es necesario calcular su varianza ($V(r)$) y el error estándar ($E.E.(r)$) estimados a partir de las siguientes expresiones:

$$V(r) = \frac{1-f}{n \bar{x}^2} \sum_{i=1}^n \frac{(Y_i - rX_i)^2}{n-1}$$

$$E.E.(r) = \sqrt{V(r)}$$

donde:

$$f = \frac{n}{N} = 0.04$$

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 6.9 \frac{\text{Habitantes}}{\text{vivienda}}$$

Reemplazando en las expresiones originales tenemos:

$$V(r) = 4.032 \times 10^{-4}$$

$$E.E.(r) = 0.02$$

Una vez obtenidos r , $V(r)$, y $E.E.(r)$ se construye un

intervalo confidencial en el cual se puede afirmar que, con una probabilidad $(1 - \alpha) = 0.95$, la verdadera medida de r esté dentro del intervalo construido. El intervalo viene dado por:

$$r \pm Z_{\alpha/2} E.E (r)$$

reemplazando tenemos:

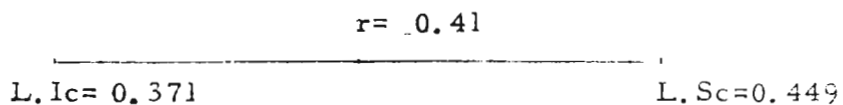
$$0.41 \pm 1.96 (0.02)$$

Donde los límites serán:

$$\text{Límite superior confidencial (L. Sc)} = 0.449$$

$$\text{Límite inferior confidencial (L. Ic)} = 0.371$$

Gráficamente quedará:



El criterio que nos permite juzgar la estimación hecha, está basado en hasta cuanto error puede permitirse en tal forma que no ocasione problemas dentro del servicio de manejo de basuras, el cual asumimos que es del diez por ciento (10%).

El intervalo mediante el cual juzgamos a r , viene dado por la siguiente expresión:

$$r \pm hr$$

Reemplazando tenemos:

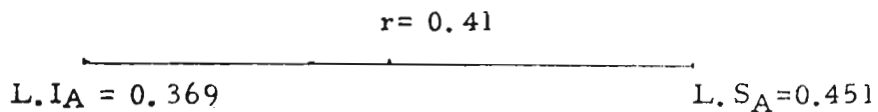
$$0.41 \pm 0.1 (0.41)$$

Donde los límites serán:

$$\text{Límite superior de aceptación (L.S}_A \text{)} = 0.451$$

$$\text{Límite inferior de aceptación (L.I}_A \text{)} = 0.369$$

Gráficamente quedará:



Comparando los intervalos observamos que los límites del intervalo confidencial están dentro del intervalo de aceptación o rechazo, esto quiere decir que la estimación de r es aceptable y procedemos a trabajar con ella.

- ANEXO 4. PARAMETROS RECOLECCION DE BASURAS.
Copia del proyecto, Reorganización del Servicio de recolección en el área Metropolitana de B/ga, Nelly Díaz Durán, pág. 342-347, 99-101.

PARAMETROS EN LA ACTIVIDAD DE RECOLECCION
DE BASURAS DE BUCARAMANGA

La cantidad de basura recolectada en promedio por cada una de las rutas se estableció por parte de las Empresas Públicas municipales, con base en el pesaje realizado a los vehículos de recolección durante una semana.

Los tiempos de recolección y transporte de basura, se establecieron mediante observación directa de promedios relacionados con el tiempo, kilometraje, velocidad en ruta y fuera de ruta.

Fuente: Reorganización administrativa del Dpto de aseo y reestructuración del sistema de recolección, barrido y disposición de basuras para Bucaramanga, 1.986.

Recolección del servicio de recolección, transporte y disposición final de residuos en el area metropolitana de Bucaramanga, 1.990.

Resumen de datos de recolección de basuras Bucaramanga,
aplicados al objetivo número 1.

Factor	Descripción			Valor
z	Zonas de recolección			3
t	Tipos de vehículos (1-2)			2
kt ₁	Capacidad del vehículo 1			12 Ton
	Capacidad del vehículo 2			14 Ton
Nt ₁	Nro vehículos tipo 1			25
	Nro vehículos tipo 2			9
b	Kgs prom/día			1,10156
C _{tz}	Costo día recol veh 1 en zona 1			70.013
	Costo día recol veh 2 en zona 1			91.942
	Costo día recol veh 1 en zona 2			70.013
	Costo día recol veh 2 en zona 2			91.942
	Costo día recol veh 1 en zona 3			70.013
	Costo día recol veh 2 en zona 3			91.942
Zonas	Rutas	Límites	Predios	Días recolección
Norte	r1=26	calle 56-0 seca cra 2 a cra 60 B	23.719	Lunes y Jueves
Centro	r2=26	0 seca/La rosita cra 13 a cra 56	27.013	Martes y Viernes
Sur	r3=19	La rosita/cal 117 hacia la cra 8 w	19.946	Miérc y Sábado

ZONA 1 - NORTE DESCRIPCION DE PARAMETROS					
Ruta j	Numero predios	# habit 1990 N _j	# habit 1992 ** N _j	Cant kgs prod/día T _j	Cant kgs prod/ruta 2.3*T _j
1	1564	8606	8648	9527	21911
2	1195	6625	6657	7334	16807
3	635	2366	2378	2619	6024
4	840	4500	4522	4981	11457
5	749	3651	3669	4042	9295
6	1075	5604	5631	6203	14268
7	900	5098	5123	5643	12980
8	816	4075	4095	4511	10375
9	960	4720	4743	5225	12017

continuación...

10	901	4676	4699	5176	11905
11	538	3034	3049	3359	7725
12	635	2862	2876	3168	7287
13	919	6301	6332	6975	16042
14	1531	8785	8828	9725	22367
15	813	4120	4140	4561	10490
16	600	5375	5401	5950	13685
17	742	4276	4297	4733	10887
18	641	3818	3837	4226	9721
19	1071	6287	6318	6959	16007
20	1512	7479	7516	8279	19042
21	839	4302	4323	4762	10953
22	631	2760	2774	3055	7027
23	1118	6459	6491	7150	16445
24	687	3727	3745	4126	9489
25	721	4004	4024	4432	10194
26	1084	5718	5746	6330	14558

ZONA 2 - CENTRO		DESCRIPCION DE PARAMETROS			
Ruta j	Numero predios	# habit 1990 N _j	# habit 1992 ** N _j	Cant kgs prod/dia T _j	Cant kgs prod/ruta 2.3*T _j
1	781	4216	4237	4667	10734
2	556	2622	2635	2902	6676
3	771	3730	3748	4129	9497
4	1274	5907	5936	6539	15039
5	846	4298	4319	4758	10943
6	1101	5402	5428	5980	13754
7	1068	5674	5702	6281	14446
8	1194	4876	4900	5398	12414
9	966	4513	4535	4996	11490
10	1192	5272	5298	5836	13423
11	1067	3253	3269	3601	8282
12	914	4704	4727	5207	11976
13	1384	6605	6637	7311	16816
14	1226	5835	5864	6459	14856
15	1265	7092	7127	7851	18056
16	1629	5312	5338	5880	13524
17	793	3894	3913	4311	9914
18	445	3500	3517	3874	8911
19	1061	5089	5114	5633	12957
20	1298	5171	5196	5724	13165
21	855	4270	4291	4727	10871
22	1024	5122	5147	5670	13041
23	1095	4484	4506	4964	11416
24	1028	5605	5632	6205	14270
25	220	1500	1507	1660	3819
26	1960	5495	5522	6083	13990

ZONA 3 - SUR		DESCRIPCION DE PARAMETROS			
Ruta j	Numero predios	# habit 1990 N _j	# habit 1992 ** N _j	Cant kgs prod/dia T _j	Cant kgs prod/ruta 2.3*T _j
1	530	2661	2674	2946	6675
2	997	5002	5027	5537	12735
3	1288	6370	6401	7051	16218
4	1269	6217	6247	6892	15829
5	775	3837	3856	4247	9769
6	888	4588	4610	5079	11681
7	1266	5887	5916	6517	14988
8	1110	5818	5847	6440	14813
9	1067	4916	4940	5442	12516
10	759	3798	3817	4204	9670
11	1438	8147	8187	9018	20742
12	892	4277	4298	4734	10889
13	1193	6400	6431	7085	16294
14	1202	6209	6239	6873	15808
15	1379	6157	6187	6816	15676
16	570	2706	2719	2995	6890
17	1125	5715	5743	6326	14550
18	1147	5499	5526	6087	14001
19	1051	4552	4574	5039	11589

** Valor resultante = Habitantes 1.990 * 1.004902

Para calcular el número de habitantes a 1.992, se calculó un factor Fp = Factor aumento de población por año, de acuerdo a los datos proyectados de población para Bucaramanga (anexo 1).

Se tiene entonces que:

Año Población

1990 347.479 $F_p = (1 - 351.737/347.479) / 5 = 0.002451$

1995 351.737 F_p para los 2 años de 1.990 a 1.992

$F_p = 2 * 0.002451 = 0.004902$

MUNICIPIO DE BUCARAMANGA

VEHICULO N°	RUTA	BARRIOS	LIMITES
61	4	Usuarios Recolección Especial	Toda la ciudad
	1	Villa Helena Olas I y II Villa Rosa I	Calle 14N a 16N; Cra 22A a 26A Calle 17N a 24N; Cra 16 a 18 Calle 12NA a 14NB; Cra 21A a 21C
62	2	Vegas de Morrорico, La Malaña, Limoncitos, Buena Vista, Buenos Aires	Calle 31 a Planta la Flora; Carrera 47 a 60B
	3	Dangon Toledo Plata Granjas de Julio Rincón Delicias I Urbanización Robles	Calle 107 a 108C; Cra 15 a 15A Calle 107 a 107F; Cra 15B a 15C Calle 106 a 107; Cra 15C a 15D Calle 105 a 106; Cra 15B a 15C
	1	Villa Rosa III, Café Madrid, Las Hamacas	Calle 11 a 20N; Cra 19N a 21N
70	2	Altos del Jardin, Bajos del Jardin, Altos de Terrazas, Pan de Azúcar, Cedros	Avenida Altos del Jardin a Carre- ra 56; Calle 50 a 55
	3	Urbanización Conucos, Antonia Santos, Nueva Granada, Lagos del Cacique	
	1	Alarcón, Granada	Calle 22 a Avenida Quebrada Seca; Carrera 15 a 22
73	2	Bolarqui Concordia Ceiba Ricaurte	Calle 55 a 61; Diag. 15 a Cra 27 Calle 61 a 65; Cra 17 a 27 Calle 58 a 61; Cra 17B a Diag. 15 Calle 62 a 63; Cra 17 a 18
	3	Mutis, Urb. Palmeras I, Urb. Corviandi, Sauces, Naranjos, Alameda	Calle 55 a 63A; Cra 2W a Urb. Naranjos Calle 63 a 64; Cra 17 a 18

Continuación...

	1	Parque Industrial	Zona Industrial de Chimitá
74	2	Alfonso López Primero de Mayo, Quinta Estrella Mejoras Públicas La Salle	Calle 34 a 41; Cra 5 a 7 Calle 44 a 48; Cra 10 occ a 12A occ. Calle 45 a 48; Cra 27 a 33 Calle 65 a 69; Cra 27 a 30
	3	Manuela Beltrán Urb. Villa Diamante, Urb. Conquistadores San Gerardo, Los Almedros, Gasorienté, Policlínica	Calle 1038 a 1040; Cra 11 a 13 Calle 96 a 98; Cra 28 a 30
75	1	Comuneros	Calle 5 a 9; Cra 16 a 21
	2	Cabecera del Llano	Calle 41 a 51; Cra 38 a 41
	3	Diamante II	Calle 80 a 91; Cra 24 a 26
77	4	Cajas de Cargue Frontal	Ver Tabla 12
78	1	Alarcón Salán San Alonso	Calle 22 a Av.O.S.; Cra 23 a 27 Av.O.S. a Calle 32; Cra 33 a C.F. Calle 14 a Av.O.S.; Cra 32 a Quinta Brigada
	2	Cabecera del Llano	Calle 46 a 56; Cra 33 a 38
	21	Centro	Calle 36 a Av. Rosita; Cra 16 a 21
79	1	Universidad	Calle 9 a 14; Cra 25 a 30
	2	Alvarez, Américas, Alpes, Tejados	Calle 31 a 35; Cra 35 a 48
	3	Diamante I, Libertad, Asturias, Edén, Ruano, Villa Inés, Pedregosa	Calle 94 a 110; Cra 27 a 33
80	1	San Francisco	Calle 17 a Av. La República; Carrera 15 a 20
	2	Mejoras Públicas Prado	Av. La Rosita a Calle 48; Cra 27 a Cra 33 Calle 32 a 34; Cra 33 a 38
	3	Provencita, Provenza	Calle 105 a 117; Cra 21 a 27

Continuación...

	1	Universidad, Mutualidad	Calle 5 a 10; Cra 21 a 25, Excluyendo Calle 5 entre Cra 21 a 23
31	2	Nuevo Solesmayor Antiguo Campestre	Calle 45 a 52; Cra 23 a 27 Calle 40 a 52; Cra 27 a 33
	3	Santa Bárbara, Portón del Templo, Torres del Tejar, San Martín, San Pedro, Quebrada la Iglesia	
32	1	San Francisco	Calle 17 a 22; Cra 21 a 27
	2	Alfonso López	Calle 35 a 45; Cra 7 a 10
	24	Centro	Calle 36 a 45; Cra 10 a 16
33	1	San Francisco Mutualidad	Calle 9 a 10; Cra 16 a 21 Calle 10 a 13; Cra 16 a 22
	2	Icarraras, La Floresta	Calle 53 a 66; Cra 43 a 49
	3	Cañelos, Colombia, Semanes V, Macaregua	Calle 65A a 65C; Cra 2 a 6A
34	1	Granada	Calle 17 a 21; Cra 10 a 15
	2	Bolarqui, Conucos, Colegio la Merced	Calle 52 a 63; Cra 27 a 33, Incluyendo: Calle 52 y Colegio Merced
	24	Centro	Calle 35 a Av. La Rosita; Carrera 21 a 27
35	1	Kennedy	Todo el Barrio
	2	Campo Hermoso	Calle 42 a 48; Cra 4 a 9 Occ.
	24	Centro	Bajante: Cra 14 a 15; Av.O.S. a Calle 36, Avenida Quebrada Seca a Calle 36; Cra 15 a 18
36	1	San Cristobal, Juventud, Transición	Calle 3 a 7H; Cra 17A a 25
	2	Aurora Polarqui	Av.O.S. a Calle 31; Cra 27 a 33 Av. La Rosita a Calle 50; Diag. 15 a Carrera 23

Continuación...

	3	Heroes Provenza Victoria Diamante II Avenida San Gerardo	Calle 63 a 65; Cra 3W a 6W Apartamentos Coomultrasan Calle 65 a 67; Cra 20 a 27 Calle 89 a 91; Cra 22 a 24
87	1	San Francisco	Av. La República a Calle 17; Cra 20 a 27
	2	La Joya	Calle 36 a 41; Cra 5 a 19 Occ.
	2†	Centro	Av. O.S. a Calle 37; Cra 10 a 14
88	1	San Francisco, Alarcón	Calle 17 a 22; Cra 17 a 25
	2	Santander, Don Bosco, 23 de Junio, Pio XII	Calle 27 a 32; Cra 1 a 15
	2†	Centro	Av. O.S. a Calle 36; Cra 18 a 22
89	1	San Alonso	Calle 17 a Av. O.S. ; Cra 27 a 32
	2	Aeropuerto Ricaurte	Calle 50A a 56; Diag. 15 a Cra 17 Calle 51A a 53; Cra 16 a 17 Calle 55 a 61; Diag. 15 a Cra 17
	2†	Centro	Av. O.S. a calle 35; Cra 22 a 27
90	1	Norte Bajo, Chapinero, San Rafael	Calle 4 a 9; Cra 10 a 15
	2	Aurora	Calle 31 a 37; Cra 27 a 33
	3	Diamante II, San Luis	Calle 80 a 91; Cra 16 a 24 Exclu yendo: Calle 89 a 91; Cra 16 a 24
	1	Chapinero	Calle 3 a 13; Cra 15 a 16 Calle 4 a 5; Cra 15 a 18
91	2	San Miguel	Calle 50 a 53; Cra 12 a 16 Calle 44 a 51; Cra 16 a 17
	3	Victoria	
92	1	Gaitán, Estrella	Calle 13 a 17; Cra 8 a 15
	2	Girardot, Granada	Calle 24 a Av. O.S.; Cra 5 a 15
	3	Provenza, Fontana	Calle 98 a 105; Cra 18 a 27

Continuación...

	1	Galán Pinos San Alonso	Calle 32 a Av. O.S.; Cra 32A a 33 Calle 10 a 15; Cra 34 a 36 Calle 14 a 17; Cra 27 a 32
93	2	Concordia	Calle 52 a 55; Cra 23 a 27 Calle 50 a 55; Diag. 15 a Cra 23
	3	Mutis	Calle 55 a 65; Cra 2W a 8W Recogiendo el costado de la Cra 2W que le corresponda
94	4	Recolección Cajas de Cargue posterior	Ver Tabla 12
	1	Nariño, Granada	Calle 21 a 24; Cra 2 a 15
95	2	Cabecera del Llano	Calle 34 a 45; Cra 33 a 38
	3	Plaza Mayor, Aeropuerto, Ciudad Bolívar	Calle 58 a 61; Cra 8 a 10 Calle 55 a 59; Cra 17 a Diag. 14
	1	Rodales, Colorados, Olitas Altas, Colseguros Norte, Villa Mercedes y Miramar	Km. 7 vía a Rionegro Calle 9AN a 10AN; Cra 8 a 10
202	2	Campo Hermoso bajo Palmas, Chorreras de Don Juan, Diag. 15 (Cra 15 a Capitolio)	Calle 44 a 52; Cra 9 Occ a 13 Occ Calle 44 a 45; Cra 14 a 14B
	3	Pablo VI Balconcitos, Samanes VI, Torres de Contraloría, Incredial y San Gerardo	Calle 67 a 69; Cra 108 a 11 Calle 53 a 54; Cra 2 a 5 Ciudadela
205	1	Vía Matanza: Club tiburones hasta entrada Esperanza I; Villa Rosa II, Angeles	
	2	Albania, Miraflores	Vía a Pamplona
	3	Delicias II, Rocio, Ciudad Venecia, Villa Alicia	Calle 104 a 105; Cra 15D a 17
	1	San Francisco Calle 5 El Cinal	Calle 10 a 14; Cra 22 a 24 Carrera 23 a 25
206	2	Usuarios que no renovaron el contrato de Recolección Especial	

Continuación...

	3	Juan Pablo II, Samanes I,III, VI, Fundadores I, Cordoncillo	Ciudadela
	1	Esperanza I,II,III, Lizcano, José María Córdoba	Calle 6N a 19N; Cra 21 a 27
207	2	Granjas de Palonegro La Feria y Nápoles Juan XXIII Girardot (Cra 15 hacia abajo)	Calle 18 a 21; Cra 5 a 6 Calle 25 a 28; Cra 3 hacia abajo Calle 24 a 30; Cra 2 a 5
	3	Barrio Bucaramanga	Calle 65 a 70; Cra 3 a 10

CONVENCIONES:	ROTA	DIA
	1	Lunes y Jueves
	2	Martes y Viernes
	2*	Recolección Nocturna
	3	Miércoles y Sábado
	4	Todos los días

CANTIDAD DE RESIDUOS SOLIDOS RECOLECTADOS EN BUCARAMANGA

VEHICULO N°	NUMERO RUTA	NUMERO VIAJES	NUMERO MANZANAS	NUMERO VIVIENDAS	NUMERO HABITANTES	PESO RESIDUAL (Kg)	PESO PERCAPITA {Kg/hab-dia}	RENDIMIENTO (Kg/Min)
61	4	6	46	46		56000	0.68	
62	1	2	56	1564	3606	15140	0.29	26.10
	2	2	46	781	4216	11900	0.47	17.25
	3	2	29	530	2661	7540	0.47	13.51
70	1	2	42	1195	6625	11860	0.30	16.94
	2	2	43	556	2622	7980	0.51	12.43
	3	2	71	997	5002	12880	0.43	17.41
73	1	2	32	635	2366	9653	0.68	16.93
	2	2	36	771	3730	17380	0.78	28.03
	3	2	21	1288	6307	25733	0.68	38.18
74	1	2	20	840	4500	18600	0.69	32.63
	2	2	41	1274	5907	17960	0.51	19.11
	3	2	62	1269	6217	17532	0.47	25.04
75	1	2	21	749	3651	18000	0.82	25.71
	2	2	31	846	4298	15989	0.62	19.99
	3	2	16	775	3837	15860	0.59	22.66
77	4	7	8	8		102984	0.68	
78	1	2	37	1075	5604	22864	0.68	44.84
	2	2	37	1101	5402	22040	0.68	38.66
	21	2	25	824	3122	13487	0.72	20.43
79	1	2	35	900	5098	16823	0.55	24.38
	2	2	39	1068	5674	16960	0.50	30.29
	3	2	47	888	4588	16960	0.62	27.80
80	1	2	27	816	4075	16626	0.68	24.80
	2	2	29	1174	4876	19894	0.68	27.25
	3	2	38	1266	5887	24019	0.68	29.29
81	1	2	24	960	4720	15859	0.56	25.74
	2	2	39	966	4513	18040	0.67	23.74
	3	2	54	1110	5818	18020	0.52	26.50
82	1	2	35	901	4676	18740	0.68	26.13
	2	2	26	1192	5272	18660	0.59	24.55
	21	2	31	1462	4164	16789	0.68	27.85

Continuación...

83	1	2	22	538	3034	12280	0.67	23.62
	2	2	22	711	3253	11320	0.58	18.87
	3	2	37	1067	4916	13140	0.45	19.61
84	1	2	23	635	2862	11677	0.68	15.78
	2	2	37	914	4704	19192	0.68	22.06
	2†	2	24	996	3945	16096	0.68	25.96
85	1	2	39	919	6301	25708	0.68	38.37
	2	2	46	1384	6605	26948	0.68	32.86
	2†	2	27	681	2114	8625	0.68	12.68
86	1	2	120	1531	8785	20100	0.38	33.50
	2	2	42	1226	5835	19000	0.54	20.20
	3	2	31	759	3798	20940	0.92	26.84
87	1	2	29	813	4120	18730	0.76	25.31
	2	2	41	1265	7092	19050	0.45	22.95
	2†	2	21	645	4618	18840	0.68	25.46
88	1	2	35	600	5375	22810	0.71	28.16
	2	2	57	1629	5312	21673	0.68	30.10
	2†	2	19	1529	2585	22810	1.47	32.58
89	1	2	25	742	4276	19480	0.76	18.13
	2	2	23	793	3894	15888	0.68	20.36
	2†	2	26	1646	5710	16920	0.49	22.96
90	1	2	27	641	3818	15880	0.69	18.90
	2	2	16	445	3500	17600	0.84	17.25
	3	2	53	1438	8147	18140	0.37	16.80
91	1	2	48	1071	6287	16200	0.43	26.13
	2	2	23	1061	5089	16060	0.53	26.00
	3	2	27	892	4277	16160	0.63	20.70
92	1	2	46	1512	7479	30514	0.68	42.38
	2	2	40	1298	5171	21098	0.68	26.71
	3	2	39	1193	6400	26112	0.68	29.34
93	1	2	38	839	4302	18920	0.73	18.55
	2	2	29	855	4270	17380	0.68	18.30
	3	2	23	1202	6209	19860	0.53	20.66
94	4	6	13	13		117000	0.68	

Continuación...

95	1	2	30	631	2760	11261	0.68	13.10
	2	2	38	1024	5122	20898	0.68	21.00
	3	2	32	1379	6157	25121	0.68	33.10
201	4	42	5	5		600000	0.68	
202	1	2	59	1118	6459	26353	0.68	45.44
	2	2	27	1095	4484	18294	0.68	21.27
	3	2	26	570	2706	11041	0.68	17.80
205	1	4	29	639	3727	20880	0.93	24.86
	2	4	45	1028	5605	27560	0.82	39.94
	3	4	38	1125	5715	27560	0.80	30.62
206	1	4	25	721	4004	14280	0.59	21.31
	2	4	1	220	1500	13240	1.47	21.35
	3	4	14	1147	5499	12840	0.39	19.44
207	1	2	79	1084	5718	18200	0.53	22.19
	2	4	65	1960	5495	28395	0.86	49.81
	3	4	26	1051	4552	15295	0.56	23.17
TOTAL			2951	78157	377620	2282541	0.64	26.47

CONVENCIONES: RUTA DIA

- 1 Lunes y Jueves
- 2 Martes y Viernes
- 3 Miércoles y Sábado
- 4 Lunes a Domingo

21 Recolección Nocturna

PRINCIPALES CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DE RECOLECCION

N° INTERNO	FASE	MARCA	CAPACIDAD CARGUE (Ton)	MODELO	AÑOS DE USO	COMBUSTIBLE	ESTADO VEHICULO
40	Volqueta	Chevrolet	5	1971	19	Gasolina	Malo
41	Volqueta	Chevrolet	5	1971	19	Gasolina	Malo
45	Volqueta	Chevrolet	5	D-600-75	15	ACPM	Regular
46	Volqueta	Dodge	5	D-600-75	15	ACPM	Regular
48	Volqueta	Chevrolet	5	C-70-84	6	ACPM	Aceptable
61	Recolector	Chevrolet	12	C-70-84	5	ACPM	Regular
62	Recolector	Chevrolet	12	1972	18	Gasolina	Malo
70	Recolector	Ford	12	R-8000-80	10	ACPM	Regular
73	Recolector	Ford	12	R-8000-80	10	ACPM	Regular
74	Recolector	Ford	12	R-8000-80	10	ACPM	Regular
75	Recolector	Ford	12	R-8000-80	10	ACPM	Aceptable
77	Recolector	Ford	12	R-8000-80	9	ACPM	Aceptable
78	Recolector	Chevrolet	18	BRIGADIER-84	6	ACPM	Bueno
79	Recolector	Chevrolet	18	BRIGADIER-84	6	ACPM	Bueno
80	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Regular
81	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
82	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
83	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
84	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
85	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
86	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
87	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
88	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
89	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
90	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
91	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
92	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
93	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
94	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
95	Recolector	Ford	12	CT-800-86	4	ACPM	Bueno
200	Resolque	Chevrolet	14	SUPERRRIGADIER 87	3	ACPM	Malo
201	Resolque	Chevrolet	14	SUPERRRIGADIER 87	3	ACPM	Bueno
202	Miniatic	Chevrolet	5	CT-70-84	6	Gasolina	Bueno
205	Miniatic	Chevrolet	5	CT-70-84	6	Gasolina	Bueno
206	Miniatic	Chevrolet	5	CT-70-84	6	Gasolina	Bueno
207	Miniatic	Chevrolet	5	CT-70-84	6	Gasolina	Bueno
208	Miniatic	Chevrolet	5	CT-70-84	6	Gasolina	F.Servicio
210	Pactainer	Farid	14	PROGRAMA 87	3	ACPM	Bueno
211	Pactainer	Farid	14	PROGRAMA 87	3	ACPM	Bueno
212	Pactainer	Farid	14	PROGRAMA 87	3	ACPM	Bueno
213	Pactainer	Farid	14	PROGRAMA 87	3	ACPM	Bueno
214	Pactainer	Farid	14	PROGRAMA 87	3	ACPM	Bueno
217	Pactainer	Farid	14	PROGRAMA 87	3	ACPM	Bueno
218	Pactainer	Farid	14	PROGRAMA 87	3	ACPM	Bueno

NUMERO INTERNO	RUTA	USUARIOS	MANZANAS	T.F.R. (Min)	T.R. (Min)	T.T. (Min)	T.T. USUARIO	T.T. MANZANA
61	1	50		54	446	510		11
62	1	1564	56	96	194	290	0.19	5.18
	2	791	46	98	247	245	0.44	7.51
	3	570	29	76	203	279	0.52	9.52
70	1	1195	42	100	200	350	0.29	12.07
	2	555	40	105	215	321	0.57	7.45
	3	997	71	76	294	370	0.37	5.21
73	1	635	72	55	206	388	0.44	3.91
	2	771	36	46	262	310	0.41	3.61
	3	1069	21	74	260	377	0.28	13.04
74	1			92	197	295		
	2	1074	41	133	237	470	0.76	11.46
	3	1069	62	123	227	360	0.27	6.46
75	1	749	31	73	277	360	0.46	13.56
	2	646	31	64	336	400	0.47	12.91
	3	775	16	69	281	360	0.45	21.37
77	1	10		140	170	310	71	3.29
78	1	1075	37	67	190	255	0.22	3.29
	2	1101	37	62	203	265	0.25	7.59
	3		25	53	277	330		17.21
79	1	5400	35	70	275	345	0.36	9.36
	2	1053	29	64	216	280	0.25	7.13
	3	329	47	74	271	305	0.34	5.49
80	1	616	27	75	260	335	0.41	12.41
	2	1174	29	72	290	365	0.31	12.58
	3	1066	30	68	342	410	0.32	10.79
81	1	960	24	73	279	309	0.32	12.33
	2	666	39	65	316	380	0.39	9.74
	3	1360	59	68	272	340	0.25	5.76
82	1	901	35	65	295	360	0.41	9.41
	2	1192	26	62	316	380	0.32	14.62
	3	451	25	48	257	305		12.31
83	1	526	32	70	190	260	0.48	11.32
	2	711	22	62	238	300	0.42	13.63
	3	1067	37	72	263	335	0.31	9.05
84	1	636	23	75	298	373	0.58	16.09
	2	914	37	65	370	435	0.47	11.75
	3		24	47	263	310		12.92

	1	919	39	75	250	335	0.36	8.59
85	2	1034	46	55	345	410	0.29	9.91
	3		27	68	372	340		12.59
	1	1531	120	73	227	300	0.19	2.5
86	2	1226	42	63	407	470	0.38	11.19
	3	759	31	85	305	390	0.51	12.58
	1	917	29	73	297	370	0.45	12.76
87	2	1265	41	52	353	415	0.32	10.12
	3		35	58	312	370		10.57
	1	600	35	50	345	405	0.68	11.57
88	2	1529	57	55	295	360	0.22	5.32
	3		19	59	391	350		19.42
	1	742	25	55	460	515	0.59	20.31
89	2	793	23	58	332	390	0.49	15.96
	3		20	63	397	370		14.53
	1	541	27	74	346	420	0.55	15.55
90	2	445	16	72	438	510	1.16	31.87
	3	1433	53	75	465	540	0.77	10.19
	1	1071	49	72	238	310	0.29	5.46
91	2	1061	23	57	247	310	0.29	13.47
	3	992	27	52	339	390	0.44	14.44
	1	1512	46	52	303	360	0.23	7.83
92	2	1293	40	58	327	395	0.31	9.68
	3	1193	39	63	332	445	0.37	11.41
	1	939	38	58	452	510	0.51	13.42
93	2	855	29	64	411	475	0.55	15.38
	3	1292	23	54	435	490	0.41	21.31
94	1	13		56	294	350	23.92	
	1	531	30	62	366	430	0.59	14.33
95	2	1024	39	70	435	505	0.49	15.29
	3	1379	32	57	323	390	0.27	11.67
	1	1118	59	83	207	290	0.26	4.92
202	2	1095	27	72	258	330	0.39	15.93
	3	570	26	69	242	310	0.54	11.92
	1	689	29	73	347	420	0.61	14.48
205	2	1028	45	58	287	345	0.34	7.66
	3	1125	38	53	397	450	0.41	11.84
	1	721	25	58	277	335	0.46	13.41
206	2			48	266	314		
	3	1147	14	52	268	330	0.29	23.57
	1	1084	79	85	325	410	0.37	5.19
207	2	1960	65	72	217	295	0.14	4.38
	3	1051	26	52	278	330	0.31	12.69

ANEXO 5. PARAMETROS BARRIDO DE CALLES.

Copia proyecto Reorganización del servicio
Recolección en el Area Metropolitana, Nelly Díaz
Durán, pág, 45-51.

Resumen de datos barrido de calles.

Datos barrido manual de calles Bucaramanga.

Zona (K)	Total cuadras (NK ₃)	Sectores	Tiempo promedio x cuadra barrida en minutos.	Cuadras barridas hombre al día (ct ₁₃)
1	337	13	11.95	25.80
2	365	14	13.23	30.60
3	354	12	12.6	29.50
4	171	6	11.8	25.00
5	326	12	12.2	27.16
6	312	11	12.33	26.88
7	277	14	16.57	19.78
* 8	339	14	11.92	24.23
* 9	476	17	11.75	26.83
* 10	451	17	11.68	23.27
Cuadras promedio día hombre				25.91

* Zonas atendidas por barrendero grupo precooperativo.

Cuadras promedio día barrendero empresas = 26.38

Cuadras promedio día barrendero grupo precooperativo = 24.77

Zonas de barrido manual

Zona	Número Operarios	Total Cuadras	Límites de la zona
1	11	337	De la Carrera 15 a la Carrera 27 (un carril) y entre la Calle 13 al Norte. (B. Regadero Norte, Olas, Kennedy).
2	13	365	De la Carrera 15 (un carril) al occidente y de la Calle 13 a la Calle 29. (B. La Feria, Nariño, Girardot).
3	12	354	De la Carrera 15 a la Carrera 27 y de la Calle 13 a la Av. Quebrada Seca (Se omite el Boulevard Bolivar por pertenecer al barrido mecánico)
4	1	171	De la Carrera 27 a la Carrera 36 y de la Calle 9 a la Av. Quebrada Seca (Incluye el barrio Los Pinos).
5	12	326	De la Carrera 27 a la Carrera 50 y de la Av. Quebrada Seca a la Calle 50.
6	9	312	De la Carrera 27 a la Carrera 56 y de la Calle 50 a la Calle 63.
7	14	277	De la Carrera 15 a la Carrera 27 y de la Av. Quebrada Seca a la Calle 45.
8	13	339	De la Carrera 15 a la Carrera 19W y de la Av. Quebrada Seca a la Calle 45. (Incluye: B. Campo Hermoso, La Joya).
9	12	476	De la Carrera 27 a la Carrera 7W (B. Mutis) y de la Calle 45 a la Calle 60.
10	11	451	De la Carrera 33 a la Carrera 3 (B. Nueva Granada) y de la Calle 60 a la Calle 117. (B. Provenza, Asturias).

DESCRIPCION DE LAS ZONAS DE BARRIDO MANUAL

ZONAS A CARGO DE LAS EMPRESAS PUBLICAS DE BUCARAMANGA

ZONA ORIENTAL I

De la Avenida Quebrada Seca a la Calle 45; de la Carrera 33 a 48

SECTOR	CUADRAS	DESCRIPCION
1	31	Calle 32, de la Carrera 34 a la 48 entrando a los barrios Alpes y Albania
2	30	Calle 32 a 35 ; Carrera 42 a la 48
3	45	Calle 36, Carrera 27 a 33; Calle 37, Carrera 27 a 28; Carrera 31 a 33; Calle 35, Carrera 31 a 33
4	42	Calle 32 a 35; Carrera 34 a 42
5	35	Calle 41 a 45; Carrera 39 a 42
6	40	Calle 34 a 45; Carrera 36 a 39
7	30	Barrio Los Pinos

ZONA ORIENTAL II

De la Carrera 33 al Barrio Pan de Azúcar; y Calle 45 a 56

SECTOR	CUADRAS	DESCRIPCION
1	42	Cedros, Pan de Azúcar, Altos de Pan de Azúcar
2	30	Altos y Bajos del Jardín, Altos de Terrazas
3	30	Calle 45 a 56; Carrera 36 a 39
4	30	Calle 51 a 56; Carrera 33 a 36
5	30	Calle 45 a 51; Carrera 33 a 36
6	80	Barrio Terrazas y Floresta

ZONA CENTRO I

De la Avenida Quebrada Seca a la Calle 45; de la Carrera 15 a 27

SECTOR	CUADRAS	DESCRIPCION
1		Calle 29 a 37; Carrera 15 a 16
2		Calle 29 a 37; Carrera 16 a 18
3		Calle 29 a 36; Carrera 18 a 19
4		Avenida Quebrada Seca a Calle 36; Carrera 19 a 21
5		Calle 35 a 36; Carrera 21 a 27. La Calle 36 se barre por ambos carriles y andenes
6		Calle 29 a 35; Carrera 21 a 23
7		Avenida Quebrada Seca a Calle 35; Carrera 23 a 25
8		Avenida Quebrada Seca a Calle 35; Carrera 25 a 27
9		Avenida la Rosita a Calle 37; Carrera 15 a 17
10		Avenida La Rosita a Calle 36; Carrera 17 a 19
11		Calle 36 a 39; Carrera 19 a 27
12		Avenida la Rosita a Calle 39; Carrera 19 a 23
13		Calle 39 a 45; Carrera 23 a 27

ZONA CENTRO II (Jornada Tarde)

De la Calle 31 a 37; de la Carrera 14 a 20

SECTOR	CUADRAS	DESCRIPCION
1	30	Calle 35 a 36; Carrera 18 a 20
2	30	Calle 31 a 36; Carrera 16 a 18
3	30	Calle 35 a 37; Carrera 10 a 15
4	30	Calle 35 a 37; Carrera 15 a 20
5	30	Calle 31 a 36; Carrera 15 a 16
6	30	Calle 31 a 41; Carrera 14 a 15

ZONA SUR I

SECTOR	CUADRAS	DESCRIPCION
1	40	Calle 83 a 91; Carrera 24 a 27
2	42	Calle 88 a 89; Carrera 16 a 19 Calle 87 y 88; Carrera 18 a 23
3	42	Calle 80 a 83; Carrera 23 a 27 Calle 88 a 91; Carrera 20 a 24
4	54	Barrio Bucaramanga, San Gerardo; Carrera 3 de la Calle 65 a 69, Avenida San Gerardo de la Carrera 3 hasta Ciudad Bolivar
5	77	Barrio Canelos, Almendros, Ciudad Bolivar, San Gerardo de la Carrera 8 a la 15, Carrera 64 a 65
6	65	Barrio La Libertad, Diamante I, Asturias II, El Edén, Calle 98 a 110; Carrera 29 a 33
7	30	Ciudadela: Plaza Mayor, Naranjos y Balconcitos
8	40	Calle 105 a 109; Carrera 15 a 16
9	42	Calle 105 a 107; Carrera 23 a 27 Calle 105; Carrera 22 a Puente de Provenza
10	45	Calle 100 a 105; Carrera 21 a 27
11	112	Ciudad Venecia, Toledo Plata
12	63	Quebrada la Iglesia, San Pedro, San Martin, El Sol La Pedregosa
13	30	Pablo VI
14	30	Antonia Santos, Nueva Granada
15	30	Fontana y parte de Provenza

ZONA OCCIDENTAL I

De la Avenida Quebrada Seca a Calle 45; Carrera 7A a 15

SECTOR	CUADRAS	DESCRIPCION
1	30	Calle 36 bajando a 45; Carrera 14 a 15 Incluyendo el Barrio Chorreras de Don Juan
2	30	Calle 36 bajando a 45; Carrera 11 a 13, Parque Romero
3	30	Calle 37 a 45; Carrera 9 a 11
4	40	Calle 34 a 45; Carrera 7A a 9
5	30	Avenida Quebrada Seca a Calle 36 subiendo; Carrera 14 a 15
6	30	Avenida Quebrada Seca a Calle 36 subiendo; Carrera 12 a 14
7	30	Avenida Quebrada Seca a Calle 37; Carrera 9 a 11

ZONA VII

SECTOR	CUADRAS	DESCRIPCION
1	30	Avenida Quebrada Seca al Boulevard Santander; Carrera 15 a 17
2	45	Calle 45 a 56; Carrera 23 a 27
3	35	Calle 11 a 14; Carrera 21 a 25
4	16	Barrio Nápoles, la Feria desde la Y hacia abajo

ZONAS DE BARRIDO A CARGO DE LOS GRUPOS PRECOOPERATIVOS

GRUPO I (ZONA NORTE)

SECTOR	CUADRAS	DESCRIPCION
1	40	Barrios Primavera, Esperanza II, Lizcano, José María Córdoba, Los Angeles, Villa Helena
2	50	Barrio Villa Rosa

Continuación...

3	44	Barrios: El Cinal, Colseguros Norte, Juventud, San Cristobal, Regadero Norte, Esperanza I
4	45	Barrio Kennedy: Calle 16 a 17; Carrera 10 a 15 NOTA: El Martes barre Olas Altas y Bajas
5	46	Barrio Kennedy: De la entrada a Calle 17; Carrera 10 a 15 NOTA: El Viernes barre Olas Altas y Bajas
6	46	Calle 5 a 16; Carrera 25 a 27
7	41	Calle 5 a 11; Carrera 22 a 25
8	46	Calle 5 a 15; Carrera 20 a 22 NOTA: La Carrera 22; de la Calle 5 a 11
9	45	Calle 4 a 15; Carrera 18 a 20
10	47	Calle 3 a 8; Carrera 15 a 18
11	45	Calle 8 a 15; Carrera 15 a 18
12	47	Calle 15 a Boulevard Santander; Carrera 15 a 19
13	46	Avenida Quebrada Seca a Boulevard Santander; Carrera 17 a 20
14	45	Calle 19 a Avenida Quebrada Seca; Carrera 20 a 24
15	46	Calle 14 a 19; Carrera 19 a 25
16	47	Calle 18 a Avenida Quebrada Seca; Carrera 24 a 27 NOTA: Las Carreras 25 y 26 las barren desde la Calle 16 a la Avenida Quebrada Seca

GRUPO II (ZONA OCCIDENTAL II)

SECTOR	CUADRAS	DESCRIPCION
1	40	Calle 2N a 3; de la Via al Mar a Carrera 12 Barrio Norte
2	40	Calle 3 a 8; Carrera 9 a 15
3	45	Calle 16 a 18; Carrera 8 a 15

Continuación...

4	45	Calle 16 a 20; Carrera 12 a 15 NOTA: Las Calles 16 y 17 se barren hasta la Carrera 7
5	45	Calle 21 a 23; Carrera 6 a 11 NOTA: Las Calles 21 y 22 se barren hasta la Carrera 2 del Barrio Nariño
6	45	Calle 23 a 29; Carrera 7 a 2 (Ye de la Feria)
7	45	Carrera 7 hacia abajo; Calle 29 a 31 hasta la Carrera 7W (Barrio Santander)
8	45	Calle 27 a 31; Carrera 7W a 18W (Barrio Santander)
9	45	Calle 23 a Avenida Quebrada Seca; Carrera 7 a 12
10	45	Calle 20 a Avenida Quebrada Seca; Carrera 12 a 15
11	45	Calle 36 a 37; Carrera 4W a 19W (Barrio La Joya)
12	45	Calle 36 a 41; Carrera 3 a 4W
13	45	Calle 34 a 41; Carrera 3 a 8 (Barrio García Rovira)
14	45	Carrera 6, de la Calle 41 a 43; Calle 45, de la Carrera 2 Occ a la 7
15	45	Calle 45 a 50; Carrera 2 Occ a 10 Occ
16	45	Barrios: Quinta Estrella y Primero de Mayo

GRUPO III (ZONA SUR II)

SECTOR	CUADRAS	DESCRIPCION
1	45	Calle 50 a Avenida la Rosita; Diagonal 15 a Carrera 23
2	45	Calle 50 a Avenida 56; Diagonal 15 a Carrera 23 - Concordia y Nuevo Sotomayor
3	45	Calle 56 a Avenida 61; Diagonal 15 a Carrera 17 - Barrio Ricaurte

Continuación...

4	45	Avenida 61 a Calle 65; Carrera 17 a 17C - Ceiba -
5	45	Calle 65 a 69; Carrera 17 a 27 - Victoria -
6	45	Calle 65 a 69; Carrera 11 a 17 - Victoria -
7	45	Sector Fraccionado de Nuevo Gotomayor, Concordia y Copetrán. De la Calle 48 a 51A; Carrera 15 a 23 Calle 52 a 56; Carrera 15 a 23 Calle 54 a 56; Carrera 15 a 17
8	45	Calle 51 a 54; Diagonal 15 a Carrera 17 - San Miguel -
9	45	Calle 50 a 54; Carrera 12 a 17 - San Miguel, Cándiles -
10	45	Calle 64 a 69; Carrera 17E a 30 - La Salle y parte de la Ceiba -

PROGRAMACION DEL BARRIDO MECANICO

VEHICULO	DIA	JORNADA	SECTOR ASIGNADO	DISTANCIA RECORRIDA (metros)
31	Lunes	12am-6pm	Mutis	14740
		6pm-12pm	Carrera 15, Boulevares	19600
	Martes	6am-12am	Provenza	7300
		6pm-12pm	Carrera 27, Av. Q. Seca	18660
	Miércoles	12am-6pm	Prado	11660
		6pm-12pm	Carrera 15, Boulevares	19600
	Jueves	12am-6pm	Campéstre	13440
		6pm-12pm	Carrera 27, Av. Q. Seca	18660
	Viernes	12am-6pm	Mutis	14740
		6pm-12pm	Carrera 15, Boulevares	19600
	Sábado	12am-6pm	Provenza	7300
		6pm-12pm	Carrera 27, Av. Q. Seca	18660
	Domingo	6am-12am	Campéstre	13440
		12am-6pm	Prado	11660
32	Lunes	12am-6pm	San Pedro	12700
		6pm-12pm	Conucos	7340
	Martes	6am-12am	Aurora	14920
		6pm-12pm	Conucos, Mercedes	14480
	Miércoles	12am-6pm	Aurora	7340
		6pm-12pm	Carrera 33	17660
	Jueves	12am-6pm	Clinicas	10240
		6pm-12pm	Diagonal 15, Av. La Rosita	16000
	Viernes	12am-6pm	Aurora	14920
		6pm-12pm	Carrera 33	14480
	Sábado	12am-6pm	Clinicas	10240
		6pm-12pm	Diagonal 15, Av. La Rosita	16000
	Domingo	6am-12am	San Pedro	12700
		12am-6pm	San Alonso	17660
TOTAL				399740

ANEXO 6. TRATAMIENTO DE BASURAS.

Copia Proyecto Reorganización del Servicio de recolección del área metropolitana, Nelly Díaz Durán, pág. 102

BASURA RECOLECTADA EN EL AREA METROPOLITANA

CLASE	PROCEGENCIA				TOTAL (Kg/día)
	BUCARAMANGA	FLORIDABLANCA	GIRON	PIEDECUESTA	
Recolección Domiciliaria	234427	93001	25564	14257	367249
Recolección Especial	9334				9334
Otros Servicios					
-Plaza de Mercados	35716	40000	15760	5719	147795
-Montones Oficiales	17000	12640	7500	5030	42120
-Cajas Estacionarias	14712				14712
Privados	22633				22633
TOTAL	367801	145641	43424	15806	562672

NUMERO DE VEHICULOS QUE UTILIZAN EL SERVICIO DE DISPOSICION FINAL

PROCEGENCIA	NUMERO DE VEHICULOS	PORCENTAJE DE PARTICIPACION
Bucaramanga	137	49.20
Floridablanca	52	13.70
Girón	26	6.90
Piedecuesta	16	4.20
Privados	98	26.00
TOTAL	379	100.00

ANEXO 7. COSTOS DPTO. DE ASEO EMPRESAS PUBLICAS.

Copia del proyecto Reorganización del servicio de recolección del área metropolitana, Nelly Díaz Durán, pág, 64-70.

Resumen de costos de las actividades de recolección, barrido y tratamiento de basuras

Sección	Clase costo	V/r día 1.990	V/r proyectado 1.992	
RECOLECCION	Cr ₁₁	70.013	98.018	
	Cr ₂₁	91.942	128.719	
	Costo veh i	70.013	98.018	
	en la zona z	91.942	128.719	
	Cr ₁₃	70.013	98.018	
	Cr ₂₃	91.942	128.719	
BARRIDO	Cb ₁₁	10.734	15.028	
	Cb ₁₂	11.979	16.771	
	Cb ₁₃	8.910	12.474	
	Cb ₁₄	8.910	12.474	
	Cb ₁₅	14.691	20.567	
	Cb ₁₆	9.334	13.068	
	Cb ₁₇	9.335	13.069	
	Costo manual	Cb ₁₈	10.559	14.783
	barren i x zona	Cb ₁₉	10.559	14.783
		Cb ₁₁₀	10.559	14.783
		Cb ₂₁	2.940	4.116
		Cb ₂₂	2.940	4.116
		Cb ₂₃	2.940	4.116
		Cb ₂₄	2.940	4.116
		Cb ₂₅	2.940	4.116
		Cb ₂₆	2.940	4.116
		Cb ₂₇	2.940	4.116
		Cb ₂₈	2.627	3.678
		Cb ₂₉	3.076	4.306
		Cb ₂₁₀	3.119	4.367
	Costo máquina	Cm ₁₃	75.820	106.148
barred x zona				
Costo buldozer	C _e	138.569	193.997	
esparcimiento				
Costo compacta	C _e	138.569	193.997	
dora				

los costos diarios de recolección, transporte, barrido y disposición final de las basuras. El cálculo se hizo de la siguiente forma:

Costos de Recolección.

Costos de operación.

Costo de personal	\$ 742.322
Costo de maquinaria	237.727
Costo de manten.y repuestos	458.042

Total costo de operación	1.438.091
---------------------------------	------------------

Costos administrativos y financieros.

Costo dpto de aseo	29.943
Vigilancia	15.570
Admon central	95.879
Auditoria	62.112
Servicio deuda	779.163
Pensión jubilación	107.663

Total costo admón y financieros	1.090.330
--	------------------

Total costo diario por recolección y trans.	\$2.528.421
--	--------------------

Costos de barrido.**Costos de operación**

Costos de personal		
. E.P.R.	502.735	
. Grupos precooperativos	129.648	
Costos de maquinaria	36.019	
Costo de mant. y repuestos	88.150	
Total costo de operación		756.552

Costos administrativos y financieros

Dpto aseo	19.075	
Vigilancia	9.918	
Comun. central	61.079	
Auditoría	39.568	
Servicio deuda	118.056	
Pensión jubilación	68.585	
Total costo admnos y financieros		316.281

Costo total diario por barrido **1.072.833**
[barrido manual]

- . Grupos precooperativos

$$\text{Costo cuadra barrida} = \frac{129.648 (\$/\text{día})}{1.870 (\text{cuadras}/\text{día})} = 69.33 (\$/\text{cuadra})$$

- . Personal de las E.P.R.

$$\text{Costo cuadra barrida} = \frac{639.902 (\$/\text{día})}{2153 (\text{cuadras}/\text{día})} = 297 (\$/\text{cuadra})$$

- **Barrido mecánico**

$$\text{Costo cuadra barrida} = \frac{303.283 (\$/\text{día})}{833 (\text{cuadra}/\text{día})} = 364 (\$/\text{cuadra})$$

Costos por disposición final

Costo de personal	61.128
Costo de maquinaria	28.816
Costo de mant.repto	55.554

Total costo de operación	145.498
---------------------------------	----------------

Costos administrativos y financieros

Dpto aseo	2.218
Vigilancia	25.488
Admon central	7.102
Auditoria	4.601
Servicio deuda	94.444
Pensión jubilación	7.975

Total costo admon y financieros	141.828
--	----------------

Costo terreno e infraestructura

Terreno	1.753
Infraestructura	4.931

Total costo terr. e infras	6.684
-----------------------------------	--------------

Costo total diario de disposición final	240.010
--	---------------------------

NO CUADRA

\$ 294.010⁰⁰

TABLA 64. PRESUPUESTO DE INGRESOS Y EGRESOS

CONCEPTO	P E R I O D O S							
	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
INGRESOS								
Por Recauda	1914167156	2824330979	3653389803	4623314857	5827442272	7339707241	9243181802	11640006260
Menos:								
Margen Recauda	95708358	141216549	182669490	231165743	291371114	361985362	462159090	582000313
TOTAL INGRESOS	1818458798	2683114430	3470720313	4392149114	5536071158	6977721879	8781022712	11058005947
COSTOS FIJOS								
Depreciación	134052756	134052756	157579506	87665521	334660555	334660555	334660555	334660555
Gastos Financieros								
Amortización	-	29660008	41524012	59320016	71184020	71184020	77116022	77116022
Intereses	209103059	209103059	198647906	184010692	163100385	138008919	112915852	85732254
Deuda Anterior	78116616	66716616	18900000	-	-	-	-	-
Mantenimiento	258499955	374468106	486798737	1035798643	1346538236	1750499707	2275649619	2958344505
TOTAL COSTOS FIJOS	691972386	813992595	903450161	1366194872	1915483197	2294352301	2800341849	3455853336
COSTOS VARIABLES								
Margen de Obra Directa	405132392	533538125	693599562	924886496	1202352444	1563058177	2031975631	2641568320
Margen de Obra Indirecta	37806180	49148074	63892444	83060177	107978231	140371700	182483210	237228173
Protecciones	315226614	415338518	539940074	718463896	934003065	1214203984	1574465179	2052004733
Costos Muebles y Enseres	3467845							
Costos Generales	46222748	60471586	78561062	103574392	134646710	175040723	227552939	295818821
Costos de Vehículos		188214000		1980760275				
TOTAL COSTOS VARIABLES	813355779	1246670263	1375993142	1810745236	2378980450	3092674584	4016471959	5226620047
TOTAL COSTOS	1505328165	2060662858	2279443303	3176940108	4294463647	5387026885	6816818807	8682473383
UTILIDAD O DEFICIT	324130633	622451572	1191277010	1215209006	1241607511	1590694994	1964203905	2375532564

ANEXO 8. EJEMPLO ALGORITMO SIMPLEX MODIFICADO-DUALSIMPLEX
DE PROGRAMACION POR OBJETIVOS.

Copia del Proyecto, Decisiones bajo objetivos
múltiples, Néstor Fajardo Orejarena, Ing.
Industrial, 1984, pág. 36-60.

La tabla inicial para este ejemplo es la que se muestra en la tabla 2. Solamente la primer fila índice necesita ser calculada inicialmente,.

La interpretación de esta tabla inicial es como sigue:

$$n_1 = 10 \quad n_2 = 4 \quad n_3 = 56 \quad n_4 = 12$$

Todas las otras variables (las no básicas) son cero.

G_1 está completamente satisfecho puesto que $a_1 = 0$

G_2 no está completamente satisfecho puesto que $a_2 = 56$

G_3 es satisfecho completamente ya que $a_3 = 0$

Siguiendo el algoritmo

Paso 1. Iniciación.

Ya que se ha construido la tabla inicial y la fila índice para el nivel de prioridad 1 ($k-1$) ha sido calculada, se prosigue con el paso 2.

TABLA 2. Tabla Inicial Ejemplo 1.

											1
											G_3
											G_2
											G_1
											2
											3
G_3	G_2	G_1	x_1	x_2	p_1	p_2	p_3	p_4		\bar{b}	
			n_1	1	1	-1				10	
			n_2	1			-1			4	
	1		n_3	5	3			-1		56	
			n_4	1	1				-1	12	
			G_1			-2	-3			0	

Paso 2. $a_1 = 0$ entonces ir al paso 6

Paso 6. $k = k+1 = 1+1 = 2$. $k < K$ puesto que $k = 2$ y $K = 3$. entonces se calcula la fila índice para el nivel de prioridad 2 usando las ecuaciones (3) y (4). Ir al paso 2.

Los resultados se muestran en la tabla 3.

Paso 2. $a_2 = 56$, entonces se examinan todos los valores positivos de la segunda fila Índice (valores $l_{2,s}$). El valor $l_{2,1}$ es el mayor valor (5) y no existe encima de $l_{2,1}$ ningún número índice con valor negativo; por lo tanto $S' = 1$. Ir al paso 3

Paso 3. x_1 es la nueva variable entrante a la base.

Paso 4. Computando la relación $b_i/e_{i,s}$ se obtiene:

$$b_1/e_{1,1} = 10/1 = 10$$

$$b_2/e_{2,1} = 4/1 = 4 \quad (\text{mínimo valor})$$

$$b_3/e_{3,1} = 56/5 = 11.2$$

$$b_4/e_{4,1} = 12/1 = 12$$

La mínima relación no negativa de $b_i/e_{i,s}$ está asociada con la fila 2, así que $i = 2$ y n_2 es la variable saliente.

Paso 5.(a): La nueva tabla con x_2 y n_2 intercambiadas se

muestran en la Tabla 4.

Paso 5.(b): La fila $i' = 2$ de la nueva tabla se obtiene dividiendo la fila 2 de la Tabla 3 por $e_{2,1} = 1$

Paso 5.(c): La columna $S' = 1$ de la nueva tabla, excepto para $e_{2,1}$ se obtiene dividiendo la columna 1 de la Tabla 3 por $-e_{2,1} = -1$. El nuevo elemento para $e_{2,1}$ es el recíproco del elemento de la fila 2 columna 1 de la Tabla 3. Los resultados de los pasos 5.(b) y 5.(c) se muestran en la Tabla 5.

Paso 5.(d): Los restantes valores de $e_{i,s}$ y b_i son calculados usando las ecuaciones (1) y (2), dando los resultados mostrados en la Tabla 6.

Paso 5.(e): El próximo paso es calcular todos los $I_{k,s}$ y valores de a_k (para $k = 1, 2$) usando las ecuaciones (3) y (4). Los resultados se muestran en la Tabla 7.

Paso 2. $a_2 = 36$; no está completamente satisfecho el nivel de prioridad 2. Examinando los valores de la fila Índice 2 se observa que el elemento $l_{2,2} = 3$ es el máximo valor que no tiene encima ningún valor negativo; entonces $S' = 2$ ir al paso 3.

Paso 3. x_2 es la nueva variable entrante.

TABLA 5. Cuarta tabla

			1						
			233						
					2	3			
G_3	G_2	G_1	n_2	x_2	p_1	p_2	p_3	p_4	b
			n_1	-1					
			x_1	1		-1			4
	1		n_3	-5					
			n_4	-1					

TABLA 6. Quinta tabla

			1						
			233						
					2	3			
G_3	G_2	G_1	n_2	x_2	p_1	p_2	p_3	p_4	b
			n_1	-1	1	-1	1		6
			x_1	1			-1		4
	1		n_3	5	3		5	-1	36
			n_4	-1	1		1		-1

TABLA 7. Sexta tabla

			1						
			233						
					2	3			
G_3	G_2	G_1	n_2	x_2	p_1	p_2	p_3	p_4	b
			n_1	-1	1	-1	1		6
			x_1	1			-1		4
	1		n_3	-5	3		5	-1	36
			n_4	-1	1		1		-1
			G_1			-2	-3		0
			G_2	-5	3		5	-1	

Paso 4. Computando todas las relaciones no negativas de ²³⁴

$b_i/e_{i,s}$, se obtiene:

$$b_1/e_{1,2} = 6/1 = 6 \quad (\text{mínimo valor})$$

$$b_3/e_{3,2} = 36/3 = 12$$

$$b_4/e_{4,2} = 8/1 = 8$$

Luego $i = 1$ y n_1 es la variable que sale.

Paso 5. La nueva tabla con x_2 y n_1 intercambiadas y todos los elementos calculados a través de los pasos 5.(b) a 5.(e) se muestran en la Tabla 8.

Paso 2. $a_2 = 18$, luego el nivel de prioridad 2 no está completamente satisfecho, sin embargo todos los valores positivos de $I_{2,s}$ tienen elementos negativos en el nivel de prioridad más alto, por lo tanto se prosigue con el paso 6.

Paso 6: $k = k+1 = 2+1 = 3$. $k \leq K$ ($3 \leq 3$) entonces se establece la fila índice para el nivel de prioridad 3. Los resultados se muestran en la Tabla 9.

Paso 2: $a_3 = 0$, así que se va al paso 6.

Paso 6: $k = k+1 = 3+1 = 4$. $k > K$ ($4 > 3$), luego se para

TABLA 8. Séptima tabla ejemplo 1

			1							
					2		3			
G_3	G_2	G_1	n_2	n_1	p_1	p_2	p_3	p_4	\bar{b}	
			x_2	-1	1	-1	1		6	
			x_1	1			-1		4	
	1		n_3	-2	-3	3	2	-1	18	
			n_4		-1	1			-1	2
			G_1			-2	-3		0	
			G_2	-2	-3	3	2	-1	18	

TABLA 9. Tabla óptima ejemplo 1.

			1							
					2		3			
G_3	G_2	G_1	n_2	n_1	p_1	p_2	p_3	p_4	\bar{b}	
			x_2	-1	1	-1	1		6	
			x_1	1			-1		4	
	1		n_3	-2	-3	3	2	-1	18	
			n_4		-1	1			-1	2
			G_1			-2	-3		0	
			G_2	-2	-3	3	2	-1	18	
			G_3					-1	0	

el procedimiento; la solución es óptima.

La solución de este ejemplo es entonces:

$$x_1 = 4$$

$$x_2 = 6$$

$$\bar{a} = (0, 18, 0)$$

Esto significa que los niveles de prioridad 1 y 3 son completamente logrados, pero el nivel de prioridad 2 no pudo ser completamente alcanzado. ($a_2 = 18$)

SEGUNDO METODO

Este método aparecido recientemente, 1982, se debe a Marc J. Schniederjans y N. K. Kwant. (10)

El problema se plantea de la misma forma que en el método anterior excepto que la función objetivo es la suma de todas las desviaciones de los m objetivos, así:

$$Z = \sum_{i=1}^m w_i \cdot p_i \quad (n_i + p_i)$$

Para plantear la tabla inicial, primero las restricciones se reformulan en términos de las variables de desviación positiva (que son las variables básicas iniciales).

$$P_i = -b_i + \sum_{j=1}^n e_{ij}x_j + n_i \quad ; \quad i = 1, 2, \dots, m$$

Si alguna de las restricciones no posee variable de desviación positiva, ésta se crea, asignándole una prioridad p_0 con el fin de formular la tabla inicial, como la que aparece en la Tabla 10. En la fila 1 aparecen los nombres de las variables de decisión y las variables de desviación negativa. Estas son las variables no básicas iniciales. Los RHS, b_i , son colocados en la columna 3, los coeficientes de las variables de decisión e_{ij} se colocan en la

TABLA 10. Tabla inicial Segundo método

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
(1)				$x_1 \dots x_n$	$n_1 \dots n_m$
(2)	Prioridades y sus pesos	Z	$\sum_{i=1}^m w_i b_i$	$0 \dots 0$	$w_1 \dots w_m$
	$w_1 G_1$	p_1	$-b_1$	$e_{11} \dots e_{1n}$	1
	$w_2 G_2$	p_2	$-b_2$	$e_{21} \dots e_{2n}$	1

	$w_m G_m$	p_m	$-b_m$	$e_{m1} \dots e_{mn}$	

columna 4. Y una matriz identidad colocada en la columna 5 representa la inclusión de las variables de desviación negativa en la tabla.

En problemas donde no se permite la desviación negativa, en esta matriz se reemplaza el 1 por un 0. En otras palabras, todas las variables de desviación no presentes en el modelo deben tener un valor igual a cero.

En la columna 1 aparecen los factores de prioridad p_i y sus pesos w_i para cada variable de desviación positiva (variables básicas) incluyendo las artificiales, como se muestra en la columna 2. La posición (2,3) contiene un valor llamado "desviación total", el cual representa la suma de las desviaciones de los objetivos. La posición (2,4) es simplemente un vector de ceros que representan la inclusión de todas las variables de decisión en el proceso de cálculo. La posición (2,5) almacena los pesos apropiados para cada desviación negativa incluidas en la función objetivo.

Una vez planteada la tabla inicial se continúa con el siguiente procedimiento:

1. Determinar la variable que sale de la base. Esta corresponde a la que tenga el más alto nivel de prioridad ($p_0 \gg p_1 \gg p_m$). Si dos o más variables están dentro

del mismo nivel, entonces se escoge aquella cuyo peso sea mayor; si aún continúa el empate, entonces se selecciona la que tenga el RHS más negativo. Esta variable encabeza la fila pivote i'

2. Determinar cual es la variable que entra a la base. Esta se selecciona hallando la menor relación entre los elementos positivos de la fila pivote y sus correspondientes valores positivos de la fila Z. La columna de menor relación se denomina columna pivote j' y al elemento $e_{i',j'}$ elemento pivote. Si existe empate, entonces se hace el mismo análisis en el siguiente nivel de prioridad. De continuar el empate, se selecciona aquella columna que presente el coeficiente más grande dentro de la fila pivote (se analiza solamente las columnas empatadas).

3. Hacer el intercambio de las dos variables seleccionadas en los pasos 1 y 2 con su respectivo peso y nivel.

4. El nuevo elemento en la posición $e_{i',j'}$ es el recíproco de e_{ij} . Los demás elementos de la fila pivote se hallan dividiendo cada elemento de esta fila por e_{ij} .

5. Los nuevos elementos de la columna pivote (excepto para $e_{i',j'}$) se hallan dividiendo cada uno de sus elementos por $e_{i',j'}$.

6. Excepto para el elemento que representa la desviación total absoluta (Z). Los demás elementos se hallan por la siguiente fórmula:

$$\text{Nuevo elemento} = \text{elemento anterior} - \left[\frac{\text{producto de los dos elementos de las esquinas}}{\text{elemento pivote}} \right]$$

Los elementos de las esquinas se seleccionan fuera de la fila y columna pivote. (esquina superior izquierda esquina inferior derecha).

7. Determinar la nueva desviación total absoluta así:

$$Z = \sum_{i=1}^m |w_i \cdot b_i|$$

8. Chequeo de optimalidad. La solución es óptima si todas las variables básicas son positivas (o sea todos los b_i) y la regla de prioridad está satisfecha. Si una o más variables básicas son negativas, ir al paso 1. Si todos los b_i son positivos pero la regla de prioridad no es satisfecha, la solución no es óptima. Continuar con el paso 9.

9. Determinar cual es la variable que sale de la base. Esto se logra seleccionando en la columna 3 el elemento de mayor valor positivo, en el más alto nivel de prioridad. Esta es la fila pivote i' .

10. Determinar cual es la variable que sale de la base. Esta se selecciona hallando la menor relación entre los coeficientes negativos de la fila pivote y sus respectivos elementos positivos en la fila 2, cambiando el signo del resultado. La columna de menor relación se denomina columna pivote j' . Ir al paso 3.

11. La solución es óptima si las variables básicas son todas positivas y uno o más de los elementos de la fila 2 son negativos.

Para ilustrar este método se resuelve a continuación un ejemplo.

Ejemplo 2.

minimizar: $Z = G_1 n_1 + G_2 p_4 + 5G_3 n_2 + 3G_3 n_3 + G_4 p_1$

Bajo las siguientes restricciones:

$$x_1 + x_2 + n_1 - p_1 = 80$$

$$x_1 + n_2 = 70$$

$$x_2 + n_3 = 45$$

$$x_1 + x_2 + n_4 - p_4 = 90$$

Y

$$x_j, n_i, p_i \geq 0; \quad i = 1, 2, 3, 4; \quad j = 1, 2.$$

La Tabla 11 muestra la tabla inicial. Los resultados de

aplicación del método descrito anteriormente se encuentran condensados en las tablas 12, 13 y 14.

En la Tabla 14 se encuentra la solución óptima. La columna 3 contiene solo valores positivos (todas las variables básicas son positivas) y la fila 2 tiene un valor negativo en la columna p_4 .

La solución puede leerse de esta tabla así:

$$\begin{aligned}x_1 &= 10 \\x_2 &= 20 \\p_1 &= 10 \\n_3 &= 25\end{aligned}$$

La desviación absoluta de los objetivos es $Z = 85$. Examinando la columna (1) puede verse que los niveles de prioridad más altos, p_1 y p_2 , están completamente satisfechos y por lo tanto no aparecen en esta columna.

TABLA 11. Tabla inicial ejemplo 2.

			x_1	x_2	n_1	n_2	n_3	n_4
Prioridades y sus pesos	Z	170	0	0	1	5	3	0
G_4	p_1	-80	1	1	1			
OG_0	p_2	-70	1			1		
OG_0	p_3	-45		1			1	
G_2	p_4	-5	1	1				1

TABLA 12. Segunda tabla ejemplo 2.

			p_2	x_2	n_1	n_2	n_3	n_4
Prioridades	Z	30	0	0	1	5	3	0
y sus pesos								
G_4	p_1	-10	1	1	1	-1		
	x_1	70	1			-1		
OG_0	p_3	-45		1			1	
G_2	p_4	-20	1	1		-1		1

TABLA 13. Tercera tabla ejemplo 2.

			p_2	p_3	n_1	n_2	n_3	n_4
Prioridades	Z	60	0	0	1	5	3	0
y sus pesos								
G_4	p_1	35	1	1	1	-1	-1	
	x_1	70	1			-1	-1	
	x_2	45		1				
G_2	p_4	25	1	1		-1	-1	1

TABLA 14. Tabla óptima ejemplo 2.

			p_2	p_3	n_1	n_2	p_4	n_4
Prioridades	Z	85	3	3	1	2	-3	3
y sus pesos								
G_4	p_1	10			1		1	-1
	x_1	70	1			-1		
	x_2	20	-1			1	1	-1
G_3	n_3	25	1	1		-1	-1	1