

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL

PLANIFICACION DE LA CONSTRUCCION DE VIAS DE  
ACCESO Y AMPLIACION DE LA ESTACION EL ALTO

INFORME DE PROYECTO FINAL PARA GRADUACION

REALIZADO POR

JAVIER BELLO GONZALEZ

NOVIEMBRE 1982

TRIBUNAL EXAMINADOR

Ing. Jorge A. Trejos

Ing. Andrés González

Ing. Francisco Azuola

A MI MADRE

## AGRADECIMIENTO

A mi Profesor Guía, Ing. Jorge A. Trejos Facio, por su dedicación, ayuda y valiosos consejos durante el desarrollo de todo el proyecto.

Al Ing. Andrés González, Profesor de Cátedra y al Ing. Francisco Azuola, miembros del Tribunal Calificador, por sus valiosas sugerencias.

A los compañeros de trabajo en Recope y demás personas que de una u otra forma me ayudaron durante el desarrollo de todo el Proyecto.

EXTRACTO

En el presente informe se detalla la planificación de la construcción de las Vías de Acceso y Ampliación de la Estación El Alto, propiedad de la Refinadora Costarricense de Petróleo, S.A. (RECOPE, S.A.) localizada en El Alto de Ochomogo, Cartago.

Dicha planificación se realiza en base al diseño existente de las mismas y aplicando los conocimientos adquiridos en la práctica y en estudios realizados sobre rendimientos de personal, equipos, métodos constructivos y costos, a los procedimientos y sistemas más eficaces para optimizar el uso de los recursos materiales y humanos que en ella intervienen.

Dentro de la planificación se desarrollan las siguientes actividades:

1. Cálculo de maquinaria, equipos y personal necesarios
2. Elaboración de presupuestos detallados.
3. Determinación de ruta crítica y plazo de construcción.
4. Confección de cronograma de ejecución y control.

Esto se hará con el fin de analizar diferentes alternativas para la ejecución de la obra y recomendar la que se considere más apropiada para la Empresa y para la situación del país.

I. OBJETIVOS Y ALCANCE

## I. OBJETIVOS Y ALCANCE

Dentro de los planes de desarrollo vial del país, ocupan un lugar prioritario los que producen economía de tiempo y combustibles. Por esta razón la autopista San José-Cartago se ha venido construyendo desde hace varios años y se proyecta su conclusión para 1983.

Esto hace indispensable para RECOPE la modificación de sus vías de acceso, ya que de lo contrario, los camiones cisterna se verían obligados a cruzar esa vía de alta velocidad, sin contar con un adecuado sistema de señales de tránsito.

El objetivo de este trabajo es realizar la planificación de la construcción de las vías de Acceso y Ampliación de la Estación El Alto para que la ejecución del proyecto resulte lo más económico posible para la Empresa y esté de acuerdo con las políticas económicas y de consumo de combustibles actuales.

Para realizar una adecuada planificación de las obras se hará una investigación sobre el rendimiento del personal, los equipos con que cuenta RECOPE, con la finalidad de obtener información para asignar duraciones y recursos necesarios a las distintas actividades y para poder determinar que cantidad de equipo y personal es necesario contra

tar para desarrollar adecuadamente el trabajo.

También, se analizarán tres posibles alternativas para la ejecución del proyecto, dependiendo del tipo de intersección que se construya, sea a nivel o a desnivel, y de las necesidades reales de la Empresa. Para seleccionar la alternativa más apropiada se tomarán en cuenta tanto aspectos de funcionalidad y servicios, como los económicos.

Una vez que se tenga seleccionada la o las alternativas más apropiada, se confeccionará un cronograma de ejecución (diagrama de barras) - que indicará el orden en que se deben construir las obras, su plazo de ejecución y las fechas en que se deben hacer cortes de control, inspecciones de determinadas actividades y pedidos de materiales.



II. ESTUDIOS PRELIMINARES

## II. ESTUDIOS PRELIMINARES

Antes de comenzar a planificar la construcción, así como al presupuestar un proyecto, es muy importante investigar y analizar diferentes características y aspectos del sitio en que se desarrollará la obra, con el fin de tenerlos presentes y considerarlos con anterioridad.

Para planificar la construcción del proyecto en cuestión se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

### 2.1 Situación Geográfica

El lugar del país en que se encuentre localizada la propiedad proporciona una idea de la variación que se puede presentar en los costos materiales, en la cercanía a los centros proveedores de materiales, y en la disponibilidad y calidad de mano de obra y equipos.

### 2.2 Clima

El clima del lugar y la estación del año en que se pretenda construir el proyecto, serán un factor que influirá muchísimo en el costo de la obra, ya que afecta directamente los rendimientos de las diferentes actividades.

Debido al clima frío y lluvioso que impera en Cartago en la estación lluviosa, se recomienda la construcción de este proyecto en los meses de verano, ya que de lo contrario, se provocarían grandes trastornos en las actividades iniciales, como el movimiento de tierras y la colocación de tuberías en las que el rendimiento

del personal y el equipo disminuyen bruscamente.

### 2.3 Disponibilidad de Materiales

Este factor, aunque ya se habrá tenido presente en la situación geográfica, debe estudiarse más específicamente ya que podría originar un incremento en los costos de los mismos, producido por los altos costos de acarreo.

Por esta razón es que se localizaron puntos de fuentes de materiales como la grava, que se puede obtener a cortas distancias en los tajos existentes a las orillas del río Reventado o del Arriaz, y el cemento que se puede comprar a menor precio en la Fábrica.

### 2.4 Características del Suelo

El tipo de suelo en que se trabajará es de mucha importancia especialmente para el proceso de movimiento de tierras y excavación de zanjas, ya que el rendimiento de la maquinaria varía dependiendo del tipo de suelo que se deba mover.

Analizando los resultados de los estudios de suelos realizados en el sitio, se puede notar que el material predominante es la arcilla limosa con poca cantidad de piedra, por lo que se usaron los factores de corrección apropiados, tomados de la referencias 1 y 2, para calcular la producción de los equipos.

### 2.5 Facilidad de Transporte

Las vías de acceso que tenga la propiedad, las condiciones en

que se encuentran las carreteras existentes en las cercanías y el congestionamiento son factores que se deben considerar, ya que pueden ocasionar atrasos, daños en los materiales y equipos y aumento en los costos.

En este caso las carreteras y vías de acceso son bastante buenas, sin embargo se consideró el atraso que puede sufrir el suministro de materiales ocasionado por el congestionamiento del tránsito.

III. METODO DE LA RUTA CRITICA

### III. METODO DE LA RUTA CRITICA

#### 3.1 Breve descripción del método y su aplicación:

El Método de la Ruta Crítica es un proceso administrativo de planeación, programación, ejecución y control de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto de construcción que deba desarrollarse en un tiempo dado y al costo óptimo.

Este método es de suma importancia para el constructor pues le permite determinar cuales etapas o actividades del trabajo requieren mayor atención para la conclusión del proyecto en una fecha límite.

El método puede dividirse en dos etapas:

- 1- Planeación y programación
- 2- Ejecución y control

la primera etapa comprende el estudio global del proyecto y termina hasta que todas las personas responsables de las diferentes actividades esten de acuerdo con el desarrollo, tiempo, costo, personal y equipo a usar, tomando como base la red de la Ruta Críti-  
ca diseñada.

La segunda etapa empieza con la construcción y termina al hacerlo la última actividad del proyecto. En esta etapa se deben hacer constantes ajustes debido a las diferencias que se presentan entre lo programado y lo realizado. Sin embargo, entre mayor sea la experiencia de los planificadores y la confiabilidad de los datos de costos, rendimientos, etc. que se hayan usado, menores serán las diferencias. De ahí la importancia del uso continuo de este método.

Las principales ventajas que se pueden obtener del Método de la Ruta Crítica al aplicarlo a la planificación de construcciones son:

1. Descomponer el proceso de construcción en actividades de diferentes órdenes de importancia y organizar, de acuerdo con esa descomposición, la planeación, programación y ejecución del proceso.
2. Coordinar eficientemente el trabajo de cada una de las partes del proceso constructivo.
3. Determinar cuales son las actividades que controlan la duración del proyecto (actividades críticas) y los márgenes de tiempo disponibles para retrasar la terminación de algunas actividades, sin atrasar la terminación del proyecto (holguras)

4. Determinar de antemano los recursos (materiales, personal, equipo, capital, etc.) requeridos en cualquier momento durante la ejecución de la obra.

### 3.2 Representaciones Gráficas:

Las representaciones gráficas del programa de construcción de un proyecto son muy importantes para su ejecución porque - presentan la información de lo que se va a hacer y de cuando se debe hacer, en forma clara y sencilla, haciendo que esa información sea accesible a todas las personas que participan en la construcción de la obras. Las representaciones gráficas - que se harán y presentarán en este informe son las que se comentan seguidamente.

#### 3.2.1 Diagrama de Flechas:

El diagrama de flechas es la representación gráfica que permite presentar más claramente la planeación de un proyecto.

Para obtener esta gráfica se asigna una flecha a cada actividad, cuyo lugar dentro del diagrama está definido por la secuencia e interdependencia que tienen unas actividades con otras.

En los casos en que se necesita indicar que una acti



vidad depende de otra que no se puede ejecutar inmediatamente después de ella, se debe usar una flecha a trazos, que vaya del final de la actividad independiente al inicio de la actividad dependiente. A esta flecha se le llama actividad ficticia y se le asigna una duración cero.

Sobre cada flecha en el diagrama se debe indicar la duración de cada actividad y es conveniente colocar también siglas que permitan identificar rápidamente la actividad.

### 3.2.2 Diagrama de Barras:

El diagrama de barras es de gran utilidad en el proceso de construcción del proyecto porque muestra de una manera clara y sencilla la secuencia que se debe seguir en la ejecución de las diferentes actividades, su duración y las fechas en que se deben iniciar y terminar.

Además, permite señalar el momento en que se deben contratar o retirar maquinaria y personal, ahorrando así tiempo y dinero.

IV. PLANIFICACION DE LAS VIAS DE ACCESO  
Y AMPLIACION DEL PLANTEL EL ALTO

IV. PLANIFICACION DE LAS VIAS DE ACCESO  
Y AMPLIACION DEL PLANTEL EL ALTO

El primer paso en la planeación de un trabajo es desglozarlo en las actividades que son necesarias para su desarrollo. El grado de subdivisión de cada concepto, depende de cada proyecto y está sujeto a la naturaleza del trabajo.

4.1 División del Proyecto en Actividades

Con el fin de facilitar la planificación y dado que varias actividades se repiten en diferentes sectores del proyecto se hizo una división del mismo en las siguientes componentes<sup>1</sup>:

- Línea A
- Línea B
- Línea C
- Línea E
- Línea F
- Línea G
- Línea H
- Línea I
- Línea J
- Línea J<sup>1</sup>
- Línea K
- Línea Marginal (M)

---

1 - Ver láminas 4-1, 4-2, 4-3, al final de este capítulo

- Estacionamiento (Est.)
- Entrada a Producto Limpio (E.P.L.)

Estas componentes fueron divididas a su vez en las siguientes actividades:

- 1- Movimiento de tierras
- 2- Colocar Sub-base
- 3- Colocar Base
- 4- Colocar losa de Hormigón
- 5- Colocar Espaldón e imprimirlo
- 6- Construir cunetas y cordón
- 7- Colocar tuberías pluviales
- 8- Confeccionar tragantes, cajas de registro y canales.

Una vez hecho esto y tomando en cuenta la mano de obra y equipos disponibles así como la tecnología de construcción, se optó por subdividir algunas de estas actividades y agregar algunas otras, obteniéndose la siguiente lista:

- 1- Movimiento de tierra
  - Corte y relleno
  - Compactación
- 2- Botar tierra vegetal
  - Cargar
  - Acarrear
- 3- Sub-base

- Acarreo de grava
  - Colocación
  - Compactación
- 4- Base
- Acarreo de Lastre y de cemento
  - Mezclado y colocación
  - Compactación
- 5- Hormigón
- Acarreo de grava y cemento
  - Fabricar y transportar hormigón
  - Colar y curar losa
- 6- Espaldón
- Acarreo de grava
  - Compactación
  - Imprimación
- 7- Cuneta
- Trazo y formaleteo
  - Fabricar hormigón
  - Colado y cura
- 8- Tuberías
- Suministrar tubería
  - Excavar zanja
  - Colocar y compactar
- 9- Tragantes
- Excavación

- Formaleteo
- Fabricar y colar concreto
- 10- Señales verticales de tránsito
  - Confeccionar
  - Instalar
- 11- Señales horizontales de tránsito
  - Trazar
  - Pintar
- 12- Construir caseta para servicios sanitarios
- 13- Construir casetas para guardas
- 14- Construir techos de entradas

A estas actividades deben agregarse otras que se efectuarán globalmente para todo el proyecto, como:

- Construir talleres, oficinas, bodegas
- Cortar árboles
- Trazado y nivelación
- Limpieza

Además, debe considerarse otra actividad correspondiente a la reubicación de la tubería de agua potable de Cartago, de la cual Recope debe suministrar la tubería y excavar la zanja.

#### 4.2 Cubicación, Asignación de duraciones y presupuestación.

Una vez que se tenía el proyecto dividido en componentes y conociendo las actividades que se deban desarrollar se hizo la cubicación

y medición de las cantidades correspondientes a cada actividad y para cada componente, como se muestra en las tablas siguientes.

#### 4.2.1 Asignación de duraciones

Para asignar la duración a cada actividad, se tomó en cuenta el rendimiento de la maquinaria y el personal que la ejecutará, así como la experiencia de ingenieros que han dirigido con éxito la construcción de obras semejantes.

Así por ejemplo, los rendimientos usados para asignar duraciones a actividades como producción y colocación de hormigón, acarreo y compactación de grava para sub-base, colocación, compactación e imprimación de espaldones, construcción de cabezales, tragantes, tomas, etc., son los obtenidos por Recope en la construcción de las vías de acceso e infraestructura del Puerto de Moín.

En cuanto a los rendimientos de los equipos a utilizar, como mototraillas, tractores, motoniveladoras, dosificadores de hormigón, etc., estos fueron calculados siguiendo las especificaciones de los fabricantes (referencias N°1 y 2) y tomando en cuenta las recomendaciones hechas por ingenieros experimentados en el uso de estos equipos.

También fueron consultadas las tablas de rendimiento que

tiene el Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT) para obtener una base más amplia a la hora de asignar duraciones.

En las tablas que se presentan a continuación se incluyen las producciones de diferentes equipos y la duración programada para cada actividad.

#### 4.2.2 Presupuestación

Los precios unitarios que se utilizaron para presupuestar esta obra en cuanto a mano de obra, materiales y equipo, son los vigentes en setiembre y octubre de 1982, así como los rendimientos mencionados en la sección anterior.

A continuación se presentan las tablas con los presupuestos obtenidos para cada actividad y los presupuestos generales para cada alternativa.

En base a estos presupuestos se determinó que la alternativa llamada "Alternativa de Intersección a Desnivel" es - excesivamente costosa, tanto para el MOPT, que debería correr con el costo del puente y las rampas de acceso, como para Recope, que debería aportar el monto necesario para el resto - del proyecto. Por esta razón es que se hará la planificación de la construcción de las alternativas llamadas "A nivel" y "Más Económica".



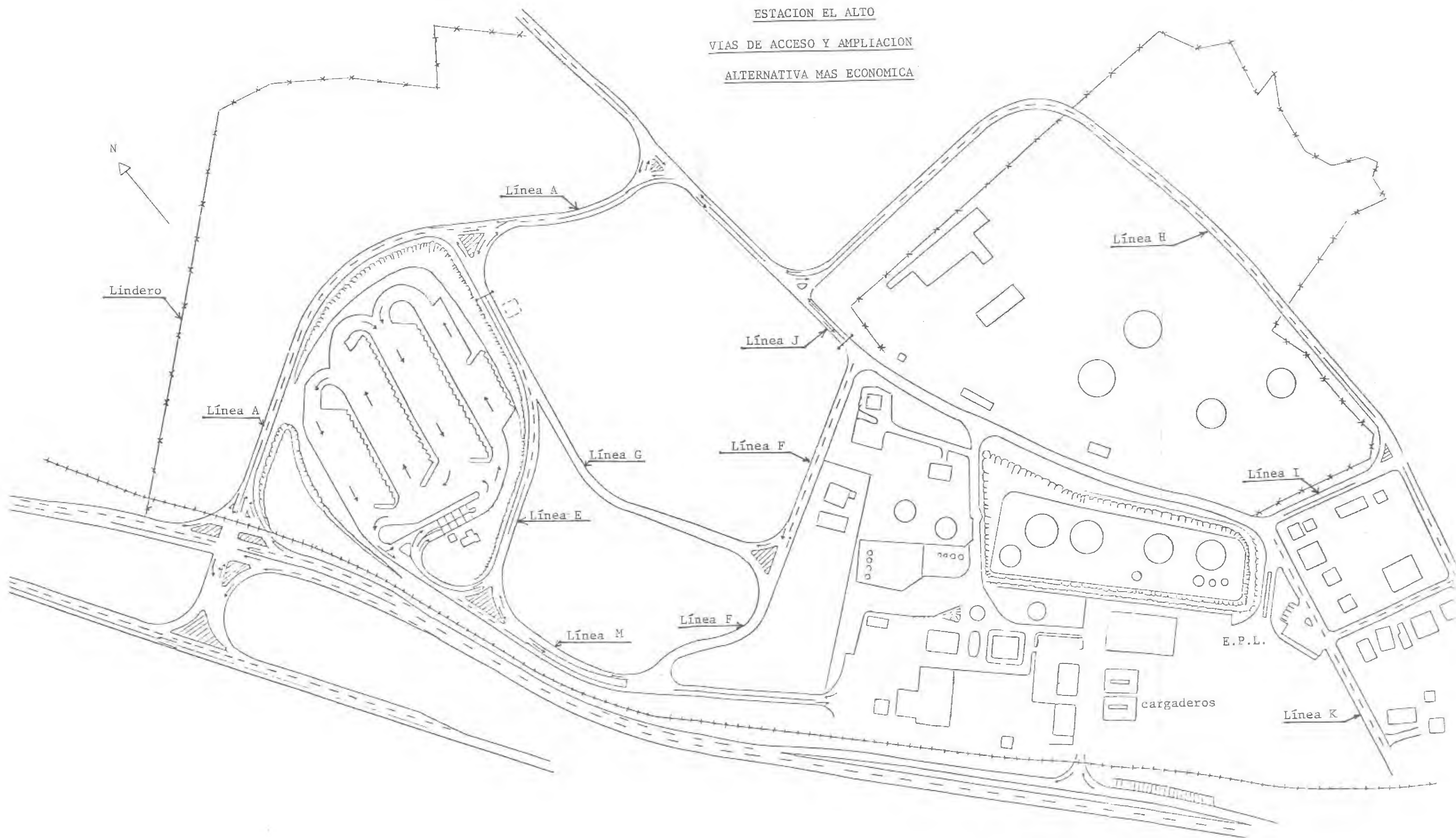
LAMINAS

Lámina 4.1

Lámina 4.2

Lámina 4.3

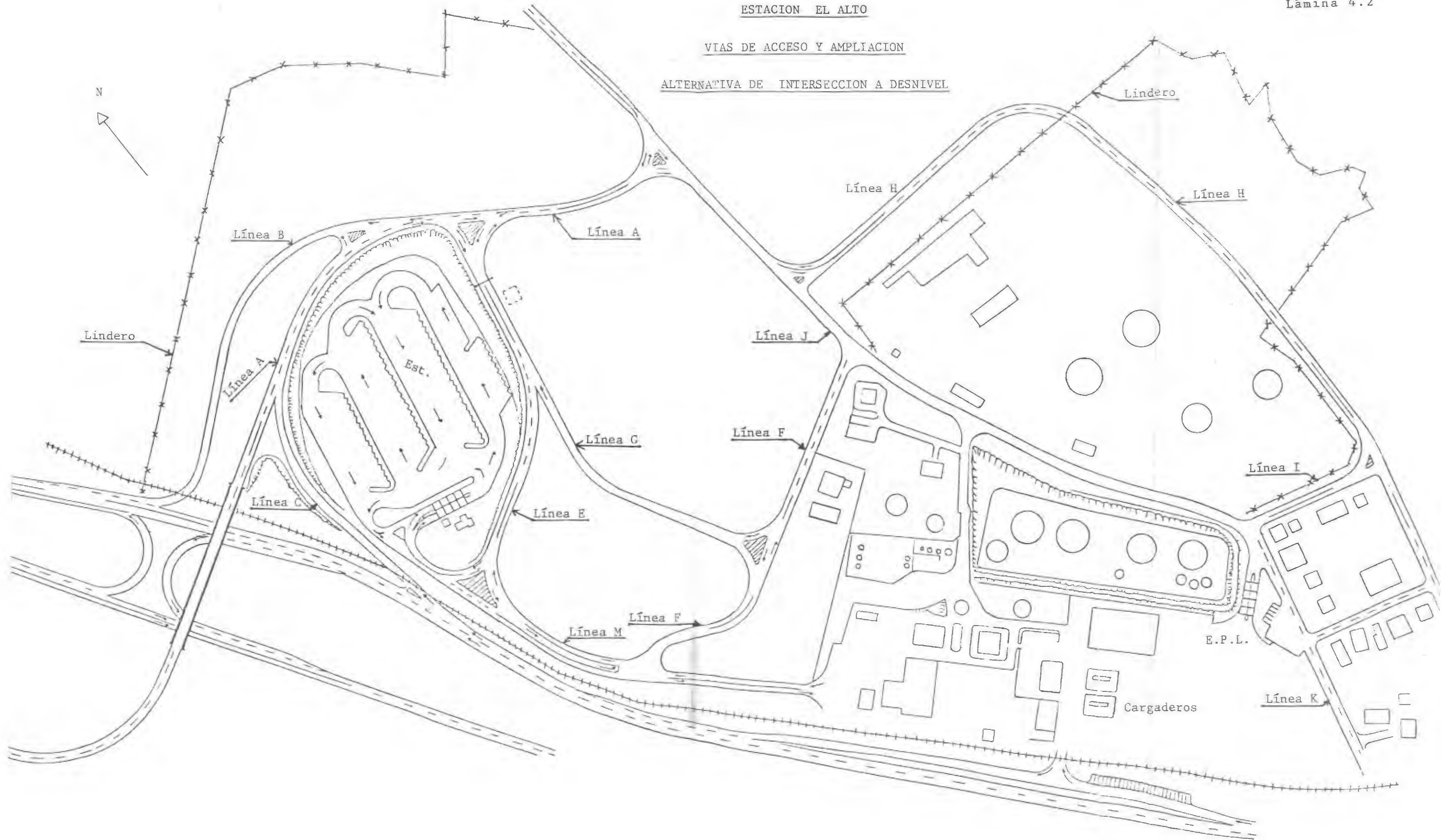
ESTACION EL ALTO  
VIAS DE ACCESO Y AMPLIACION  
ALTERNATIVA MAS ECONOMICA



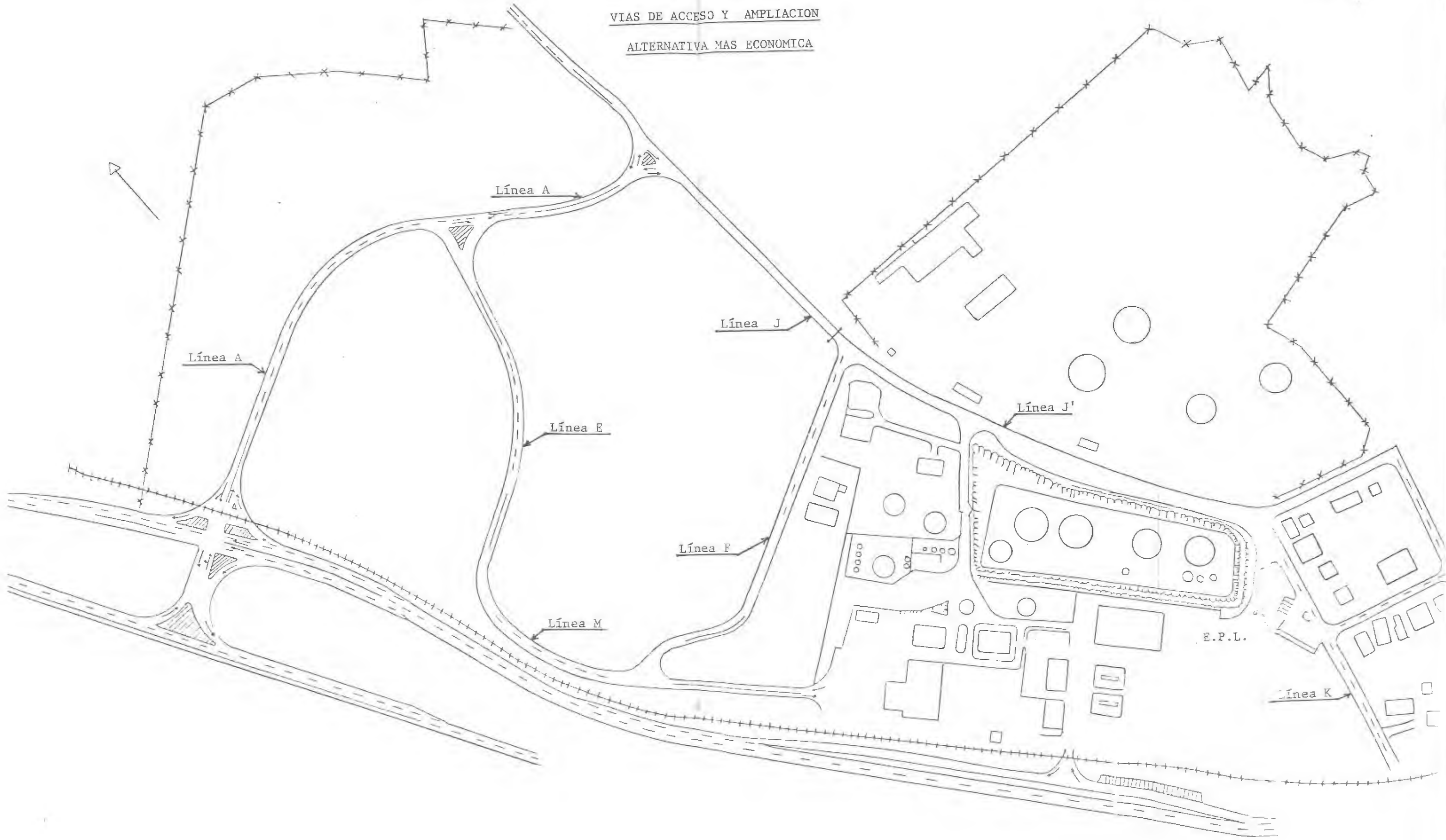
ESTACION EL ALTO

VIAS DE ACCESO Y AMPLIACION

ALTERNATIVA DE INTERSECCION A DESNIVEL



VIAS DE ACCESO Y AMPLIACION  
ALTERNATIVA MAS ECONOMICA



#### 4. 3 TABLAS

#### 4.3.1 TABLAS DE CANTIDADES

ALTERNATIVA DE INTERSECCION A NIVEL

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

DESCRIPCION	VOL. TO- TAL DE CORTE	VOL. COR TE UTIL	VOL. DE RELLENO	VOL. TIE RRA VEGE TAL	BALANCE	VOL. TIE RRA A BO TAR
Línea A	12.500	9.675	13.563	2.027	- 3.888	2.027
Línea E	8.158	6.647	3.283	1.512	+ 3.364	1.512
Línea F	2.145	-	939	2.145	- 939	2.145
Línea G	1.723	-	575	1.723	- 575	1.723
Línea H	7.612	5.945	1.398	1.667	+ 4.547	6.214
Línea Marginal	15.096	14.264	-	832	+14.264	832
Estaciona- miento	58.384	48.624	29.939	6.562	+18.685	6.562
TOTAL	105.618	85.155	49.697	16.468	+35.458	21.015

NOTAS:

- 1- Todos los volúmenes estan expresados en metros cúbicos sueltos (MCS).
- 2- Para transformar los metros cúbicos en banco a metros cúbicos sueltos se usó un factor de expansión de 1.3.
- 3- En la columna correspondiente a Balance, el signo más indica volumen sobrante, y el signo menos volumen faltante.

ALTERNATIVA DE INTERSECCION A DESNIVEL

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

DESCRIPCION	VOL. TOTAL DE CORTE	VOL. CORTE UTIL	VOL. DE RELLENO	VOL. TIERRA VEGETAL	BALANCE	VOL. TIERRA A BOTAR
Línea A	12.500	9.675	22.630	2.027	-12.955	2.027
Línea B	1.131	-	9.476	1.131	- 9.476	1.131
Línea C	597	-	11.424	597	-11.424	597
Línea E	8.158	6.647	3.283	1.512	+ 3.364	1.512
Línea F	2.145	-	939	2.145	- 939	2.145
Línea G	1.723	-	575	1.723	- 575	1.723
Línea H	7.612	5.945	1.398	1.667	+ 4.547	6.214
Línea Marginal	15.096	14.264	-	832	+14.264	832
Estacionamiento	58.384	48.624	29.939	6.562	+18.865	6.562
TOTAL	107.346	85.155	79.664	18.196	+ 5.671	22.743

NOTAS:

- 1- Todos los volúmenes están expresados en metros cúbicos sueltos.
- 2- Para transformar los metros cúbicos en banco a metros cúbicos sueltos se usó un factor de expansión de 1.3.
- 3- En la columna correspondiente al balance el signo más indica volumen sobrante, y el signo menos volumen faltante.



ALTERNATIVA MAS ECONOMICA

RESUMEN DE MOVIMIENTO DE TIERRAS

DESCRIPCION	VOL.TOTAL DE CORTE	VOL.COR TE UTIL	VOL. DE RELLENO	VOL.TIE- RRA VEG .	BALANCE	VOL .TIE - RRA BOTAR
Línea A	12.500	9.675	13.563	2.027	- 3.888	2.027
Línea E	8.158	6.647	3.283	1.512	+ 3.364	1.512
Línea F	2.145	--	939	2.145	- 939	2.145
Línea Marginal	15.096	14.264	--	832	+14.264	832
TOTALES	35.754	30.586	16.846	4.371	+13.740	4.371

NOTAS:

1. Todos los volúmenes están expresados en metros cúbicos sueltos
2. Para convertir los metros cúbicos en banco a metros cúbicos sueltos se usó un factor de expansión de 1.3
3. En la columna correspondiente a Balance. el signo más indica sobrante y el signo menos volumen faltante.

L I N E A    A

ESTACION	SUELO VEGETAL				SUELO NO CLASIFICADO			
	EN CORTE		EN RELLENO		EN CORTE		EN RELLENO	
	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN
0+540	-		3.13	66.80			0.86	146.30
0+560	-		3.55	76.60			13.77	472.80
0+580	-		4.11	86.60			33.51	886.00
0+600	-		4.55	95.70			55.09	1233.10
0+620	-		5.02	104.90			68.22	1548.10
0+640	-		5.47	106.10			86.59	1617.20
0+660	-		5.14	100.4			75.13	1370.20
0+680	-		4.90	96.40			61.94	1186.40
0+700	-		4.74	88.80			56.70	794.80
0+720	-		4.14	81.70			22.78	233.50
0+740	0.00		4.03	40.30	0.00		0.57	
0+760	3.12	31.12	0.00		24.62	246.20		
0+780	3.57	66.8			53.46	708.80		
0+800	3.24	68.1			33.30	867.60		
0+820	3.79	70.3			68.82	1021.20		
0+840	3.57	73.6			57.23	1260.05		
0+860	3.60	71.7			59.10	1163.30		
0+880	3.68	72.8			60.06	1191.60		
0+900	3.46	9.14			52.02	1120.80		
0+910	3.36	68.6			43.46	477.40		
<b>TOTALES</b>		<b>615</b>		<b>944</b>		<b>8057</b>		<b>9489</b>

Volumen Total de Corte = 8.057 + 944 + 615 = 9.616 M<sup>3</sup>

Volumen de Corte Util = 8.057 - 615 = 7.442 M<sup>3</sup>

Volumen de Relleno = 9.489 + 944 = 10.433 M<sup>3</sup>

Volumen de Tierra Vegetal a botar = 615 + 944 = 1.559 M<sup>3</sup>

L I N E A B

ESTACION	R E L L E N O			
	TIERRA VEGETAL		SUELO NO CLASIFICADO	
	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN
0+520	3.43		2.24	
		74.10		207.6
0+540	3.98		18.52	
		83.60		540.00
0+560	4.38		31.88	
		92.60		822.60
0+580	4.88		50.38	
		98.10		1027.20
0+600	4.93		52.34	
		100.10		1106.80
0+620	5.08		58.34	
		98.10		1029.60
0+640	4.73		44.62	
		88.60		680.00
0+660	4.13		23.38	
		80.10		387.60
0+680	3.88		15.38	
		78.60		339.00
0+700	3.98		18.52	
		76.60		278.60
0+720	3.68		9.34	
TOTAL		870		6419

Volumen de Relleno = 6419 + 870 = 7289 M<sup>3</sup>

L I N E A C

ESTACION	R E L L E N O			
	TIERRA VEGETAL		SUELO NO CLASIFICADO	
	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN
0+474	0.00	34.43	0.00	----
0+496	3.13	68.86	0.00	250.91
0+518	3.13	72.24	22.81	880.85
0+539	3.44	81.20	61.08	1640.90
0+559	4.06	93.80	103.01	2423.40
0+579	5.00	107.73	139.33	3133.31
0+600	5.25		159.08	
TOTAL		459		8329

Volumen de Relleno = 8329 + 459 = 8788 M<sup>3</sup>

Línea E:

$$\text{Area de Corte} = 130 + 328 = 458 \text{ m}^2$$

$$\text{Area de Relleno} = 90 \times 68 = 158 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud de corte} = 90 + 35 + 30 + 40 = 195 \text{ m.}$$

$$\text{Longitud de relleno} = 95 + 65 + 15 = 175 \text{ m.}$$

$$\text{Area de capa vegetal en corte} = 195 \times 0.25 = 49 \text{ m}^2.$$

$$\text{Area de capa vegetal en relleno} = 175 \times 0.25 = 44 \text{ m}^2.$$

$$\text{Volumen total de corte} = (458 + 44) \times 12.5 = 6.275 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen en corte util} = (458 - 49) \times 12.5 = 5.113 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Relleno} = (158 + 44) \times 12.5 = 2525 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen en tierra vegetal a botar} = (49 + 44) \times 12.5 = 1163 \text{ m}^3$$

Notas:

- 1- Los cálculos de volúmenes de corte y relleno se hicieron en base al perfil de la línea y no con secciones transversales.
- 2- El espesor de la capa vegetal se tomó de los estudios de suelos y en este caso se usó 0.25 m.

Línea F

Volumen de Corte por capa vegetal =  $(12.5 \times 0.8) \times 165 = 1.650 \text{ m}^3$

Volumen de Relleno =  $(12.5 \times 0.35) \times 165 = 722 \text{ m}^3$

Notas:

- 1.- Los cálculos de volúmenes de corte y relleno se hicieron en base al perfil de la línea y no con secciones transversales.
- 2.- De acuerdo con los estudios de suelos, se usó un espesor de capa vegetal de 0.80 m., para calcular el volumen de corte.
- 3.- La longitud en que es necesario hacer sustituciones de suelo vegetal, se determinó a partir de los resultados de los estudios de suelos, esto es de la estación 0+460 a la 0+625.

Línea G

Volumen de Corte por capa vegetal =  $(9.2 \times 0.6) \times 240 = 1.325 \text{ m}^3$

Volumen de Relleno =  $(9.2 \times 0.20) \times 240 = 442 \text{ m}^3$

Notas:

- 1.- Los volúmenes de corte y de relleno se calcularon en base al perfil de la línea y no con secciones transversales.
- 2.- De acuerdo con los estudios de suelos se usó un espesor de capa vegetal de 0.60 m., para calcular el volumen de corte.

Línea H:

Area de Corte =  $25 + 20 + 257.5 + 122.4 = 424.9 \text{ m}^2$

Area de Relleno =  $5.9 + 19.7 + 22.7 = 48.3 \text{ m}^2$

Longitud de Corte =  $63 + 29 + 180 = 272 \text{ m}$ .

Longitud de Relleno =  $25 + 55 + 58 = 138 \text{ m}$ .

Area de capa vegetal en corte =  $272 \times 0.25 = 68.0 \text{ m}^2$

Area de capa vegetal en relleno =  $138 \times 0.25 = 34.5 \text{ m}^2$

TALUDES EN CORTE

TALUDES EN RELLENO

Longitud	Altura Promedio	Area	Volumen
65	1.80	0.81	51.65
70	1.70	0.82	50.40
25	1.00	0.25	6.25
60	0.40	0.04	2.40
			112

Longitud	Altura Promedio	Area	Volumen
25	0.60	0.18	4.50
50	0.90	0.41	20.50
45	0.80	0.32	14.40
			40

Volumen total de Corte =  $(424.9 + 34.5) 12.5 + 112 = 5855 \text{ m}^3$

Volumen de corte útil =  $(424.9 - 68.0) 12.5 + 112 = 4573 \text{ m}^3$

Volumen de relleno =  $(48.3 + 34.5) 12.5 + 40 = 1075 \text{ m}^3$

Volumen de tierra vegetal a bota =  $(68.0 + 34.5) 12.5 = 1282 \text{ m}^3$

L I N E A M A R G I N A L

ESTACION	C O R T E			
	CAPA VEGETAL		SUELO NO CLASIFICADO	
	AREA	VOLUMEN	AREA	VOLUMEN
0+470	3.50	39.50	22.55	353.45
0+480	4.40	50.65	48.14	716.75
0+490	5.73	60.40	95.21	1064.25
0+500	6.35	59.90	117.64	1247.30
0+510	5.63	56.05	131.82	1321.85
0+520	5.58	56.15	132.35	1422.30
0+530	5.65	55.40	152.11	1451.75
0+540	5.43	52.30	138.24	1258.65
0+550	5.03	48.15	113.49	975.00
0+560	4.60	44.40	81.51	719.40
0+570	4.28	41.30	62.37	519.15
0+580	3.98	38.65	41.46	341.40
0+590	3.75	36.50	26.82	220.30
0+600	3.55		17.24	
TOTAL		640		11612

Volumen total de Corte = 11612 M<sup>3</sup>

Volumen de Corte Util = 11612 - 640 = 10972 M<sup>3</sup>

Volumen de tierra vegetal a botar = 640 M<sup>3</sup>



E S T A C I O N A M I E N T O

Sec ción	SUELO VEGETAL				SUELO NO CLASIFICADO			
	CORTE		RELLENO		CORTE		RELLENO	
	Area	Volumen	Area	Volumen	Area	Volumen	Area	Volumen
1	4.83	116.80	15.39	364.50	29.60	792.20	53.77	1958.18
2	6.85	164.60	21.06	435.90	49.62	1322.20	142.05	3352.33
3	9.61	222.20	22.53	449.30	82.60	2263.95	193.19	3852.47
4	12.61	287.70	22.40	421.90	143.75	3725.75	192.06	3693.95
5	16.16	321.80	19.79	374.90	228.83	4930.90	177.33	3390.92
6	16.06	363.00	17.70	296.20	264.27	6103.15	161.76	2568.99
7	20.24	421.10	11.92	182.00	346.05	7995.70	95.14	1288.31
8	21.87	447.80	6.28	62.80	453.52	9997.90	33.69	336.95
9	22.99	114.85	0.00	0.00	546.27	2731.15	0.00	0.00
Pie Talud	0.00		0.00		0.00		0.00	
TOTAL		2460		2588		39863		20442

Volumen total de corte =  $2460 + 2588 + 39863 = 44911 \text{ m}^3$

Volumen de Corte útil =  $39863 - 2460 = 37403 \text{ m}^3$

Volumen de relleno necesario =  $20442 - 23030 \text{ m}^3$

Volumen de Tierra vegetal a botar =  $5048 \text{ m}^3$

SISTEMA DE AGUAS PLUVIALES

LINEA A:

Tubería de 10 cm.	=	100 m.
Tubería de 15 cm.	=	30 m.
Tubería de 25 cm.	=	55 m.
Tubería de 61 cm.	=	25 m.
Tubería de 122 cm.	=	35 m.
Canal de concreto	=	170 m.
Tomas	=	5 c/u
Cabezales	=	3 c/u

$$\begin{aligned} \text{Excavación} &= (0.6 \times 0.3) \times 100 + (0.6 \times 0.3) \times 30 + (0.6 \times 0.6) \times 55 + \\ &\quad (1.7 \times 0.9) \times 25 + (2.25 \times 1.8) \times 35 + (1.8 \times 0.7) \times 170 + \\ &\quad 3.675 \times 5 = 453 \text{ MCB} \end{aligned}$$

$$\text{Total excavación} = 453 \times 1.3 = 588 \text{ MCS}$$

LINEA E:

Tubería de 61 cm.	=	50 m.
Tubería de 91 cm.	=	25 m.
Tomas	=	3 c/u

$$\text{Excavación} = (1.70 \times 0.9) \times 50 + (2.00 \times 1.35) \times 25 = 144 \text{ MCB}$$

$$\text{Total excavación} = 144 \times 1.3 = 187 \text{ MCS}$$

LINEA F:

Tubería de 61 cm	=	55 m.
Excavación	=	$(1.70 \times 0.90) \times 55 = 84.15 \times 1.3 = 110$ MCS
Canal de concreto	=	85 m.
Cabezales	=	1 c/u

LINEA G:

Tubería de 91 cm.	=	15 m.
Tomas	=	1
Excavación	=	$3.7 + (2.00 \times 1.35) \times 15 = 44$ MCB
Total a excavar	=	$44 \times 1.3 = 58$ MCS

LINEA H:

Tubería de 61 cm.	=	50 m.
Tomas	=	5 c/u
Excavación	=	$(1.7 \times 0.9) \times 50 + 3.675 \times 5 = 95$ MCB
Total a excavar	=	$95 \times 1.3 = 124$ MCS

LINEA I:

Tubería 61 cm.	=	40 m.
Tomas	=	2 c/u
Excavación	=	$(1.70 \times 0.9) \times 40 + 3.675 \times 2 = 68.55$ MCB
Total a excavar	=	$68.55 \times 1.3 = 89$ MCS

LINEA J:

Tubería de 61 cm.	=	20 m.
Tomas	=	1 c/u
Cabezal	=	1 c/u
Excavación	=	$(1.7 \times 0.9) \times 20 + 3.8 = 34.4$ MCB
Total a excavar	=	$34 \times 1.3 = 45$ MCS

LINEA MARGINAL

Tubería de 61 cm.	=	50 m.
Tomas	=	3 c/u
Cabezales	=	3 c/u
Excavación	=	$(1.7 \times 0.9) \times 50 + 3.675 \times 3 = 87.5$ MCB
Total a excavar	=	$87.5 \times 1.3 = 114$ MCS

ESTACIONAMIENTO:

Tubería de 122 cm	=	165 m.
Tubería de 91 cm	=	115 m.
Tubería de 15 cm	=	60 m.
Tubería de 10 cm	=	60 m.
Cordón	=	1470 m.
Canal	=	80 m.

Tragantes dobles = 4 c/u

Tragantes sencillos = 3 c/u

Pozos de registro = 2 c/u

Alcantarilla Tipo A = 2 c/u

Calezales = 3 c/u

Excavación =  $(2.25 \times 1.8) \times 165 + (2.0 \times 1.35) \times 1.15 +$   
 $(0.6 \times 0.3) \times 120 + (1.8 \times 1.7) \times 80 + 14.4 \times 4$   
 $+ 5.11 \times 5 + 9.42 \times 2 + 20.19 \times 2 = 1377 \text{ MCB}$

Total a excavar =  $1377.3 \times 1.3 = 1791 \text{ MCS}$

RESUMEN DE MATERIALES NECESARIOS PARA PAVIMENTAR

I- ALTERNATIVA DE INTERSECCION A NIVEL

LINEA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	SUB-BASE (MCS)	BASE (MCS)	HORMIGON (m <sup>3</sup> )	CUNETAS (m )	ESPALDON (m <sup>2</sup> )
A	520	6.10	2.790	1.882	616	770	1.193
E	400	6.10	2.174	1.466	480	695	1.078
F	325	6.10	1.744	1.177	385	615	953
G	285	6.10	1.661	1.121	335	445	690
H	730	6.10	3.755	2.533	831	1.320	2.046
I	210	9.10	1.363	918	356	400	620
J	100	6.10	537	362	119	100	155
K	130	6.10	698	471	154	130	202
Marginal	270	10.10	1.912	1.287	529	270	418
<hr/>							
	2.970		16.634	11.217	3.805	4.745	7.355

II- ALTERNATIVA INTERSECCION A DESNIVEL

LINEA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	SUB-BASE (MCS)	BASE (MCS)	HORMIGON (m <sup>3</sup> )	CUNETAS (m)	ESPALDON (m <sup>2</sup> )
A	520	6.10	2.790	1.882	616	770	1.193
B	270	6.10	1.449	977	321	540	837
C	210	6.10	1.126	759	250	420	651
E	400	6.10	2.174	1.466	480	695	1.078
F	325	6.10	1.744	1.177	385	615	953
G	285	6.10	1.661	1.121	335	445	690
H	730	6.10	3.755	2.533	831	1.320	2.046
I	210	9.10	1.363	918	356	400	620
J	100	6.10	537	362	119	100	155
K	130	6.10	698	471	154	130	202
Marginal	270	10.10	1.912	1.287	529	270	418
<hr/>							
TOTAL	3.450		19.209	12.953	4.376	5.705	8.843

### III ALTERNATIVA MAS ECONOMICA

LINEA	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	SUB-BASE (MCS)	BASE (MCS)	HORMIGON (m <sup>3</sup> )	CUNETAS (m )	ESPALDON (m <sup>2</sup> )
A	520	6.10	2.790	1.882	616	770	1.193
E	400	6.10	2.174	1.466	480	695	1.078
F	325	6.10	1.174	1.177	385	615	953
J	100	6.10	537	362	119	100	155
J <sup>1</sup>	230	9.60	1.942	1.309	430	460	713
K	130	6.10	893	601	253	130	202
Marginal	270	10.10	1.912	1.287	529	270	418
TOTAL	1.835		10.391	7.006	2.402	2.910	7.420

#### Estacionamiento para Cisternas

$$\text{Area total} = 15.760 \text{ M}^2$$

$$\text{Area de jardineras} = 3.200 \text{ M}^2$$

$$\text{Hormigón} = (15.760 - 3.200) \times 0.15 \times 1.08 = 2.035 \text{ M}^3$$

$$\text{Base} = 15.760 \times 0.20 \times 1.3 \times 1.10 = 4.098 \text{ MCS}$$

$$\text{Sub-base} = 15.760 \times 0.30 \times 1.3 \times 1.10 = 6.146 \text{ MCS}$$

$$\text{Cordón} = 1.470 \text{ M}$$

#### NOTAS:

- 1- El Estacionamiento se construirá sólo en las alternativas de Intersección a nivel y a desnivel, no en la alternativa más económica.
- 2- El volumen de Hormigón se aumentó en un 8% para considerar las pérdidas producidas por el manipuleo y el desperdicio.
- 3- Los volúmenes de materiales para base y sub-base se aumentaron en un 10% para tomar en cuenta las pérdidas producidas por la manipulación y el desperdicio.



CANTIDADES DE CEMENTO Y  
AGREGADOS NECESARIOS

<u>DESCRIPCION</u>	<u>CEMENTO</u> <u>(sacos)</u>	<u>GRAVA</u> <u>(m<sup>3</sup>)</u>	<u>LASTRE</u> <u>(m<sup>3</sup>)</u>
Línea A	14.000	4.360	1.880
Línea B	7.300	2.240	980
Línea C	5.680	1.580	760
Línea E	12.060	3.010	1.470
Línea F	8.920	2.565	1.180
Línea G	7.500	2.320	1.120
Línea H	18.740	5.465	2.535
Línea I	4.045	1.640	920
Línea J	2.450	755	360
Línea J'	9.050	2.755	1.310
Línea K	5.005	1.370	600
Línea M	9.740	2.010	1.285
Est.	33.315	9.375	4.100
E.P.L.	<u>1.910</u>	<u>335</u>	<u>195</u>
TOTAL	<u>139.715</u>	<u>39.780</u>	<u>18.695</u>

#### 4.3.2 TABLAS DE PRODUCCIONES Y RENDIMIENTOS

Producción de Mototraillas 631B (Circuito A-1)

Peso: Vacía = 42.300 kg., Cargada = 76.300 Kg.

Eficiencia:  $45/60 = 0.75$

Distancia de acarreo: 450 m.

Distancia de Retorno : 450 m.

Resistencia total: Acarreo =  $4\% + (-4\%) = 0\%$

Retorno =  $4\% + 6\% = 10\%$

Cálculo del Ciclo

Tiempo de cargada = 1.00 min.

Tiempo de maniobra y descarga = 1.10 min.

Tiempo de Acarreo = 0.75 min = 36 KPH

Tiempo de Retorno = 1.20 min = 22 KPH

Ciclo Total 4.05 min,

Factor Tiempo =  $1.40/4.05 = 0.35$

Producción Máxima = 340 MCB/hr.

Producción Esperada =  $340 \times 0.35 \times 0.75 = 88 \text{ MCB/hr} = 115 \text{ MCS/hr.}$

Producción de Mototraillas 631B (Circuito A-2)

Peso = Vacía = 42.300 Kg. Cargada: 76.300 Kg.

Distancia de Acarreo = 350 m.

Distancia de Retorno = 450 m.

Eficiencia =  $45/60 = 0.75$

Resistencia total : Acarreo =  $4\% + (-4\%) = 0\%$

Retorno =  $4\% + 8\% = 12\%$

Cálculo del Ciclo

Tiempo de Cargada = 1.00 min

Tiempo de Maniobras y descarga = 0.90 min

Tiempo de Acarreo = 0.65 min = 32 K.P.H.

Tiempo de Retorno = 1.60 min = 17 K.P.H

Ciclo Total = 4.15

Factor Tiempo =  $1.40/4.15 = 0.34$

Producción Máxima = 330 MCB/hr.

Producción Esperada =  $330 \times 0.34 \times 0.75 = 83$  MCB/hr = 108 MCS/hr.

Se usará Circuito A-1 por ser más productivo.

Producción de Mototrailla 631 B (Circuito E)

Peso: Vacía = 42.300 Kg. Cargada= 76.300 Kg.

Distancia de Acarreo = 225 m

Distancia de Retorno = 225 m

Eficiencia =  $45/60$  = 0.75

Resistencia total: Acarreo =  $4\% + (-4\%) = 0\%$

Retorno =  $4\% + 6\% = 10\%$

Cálculo del Ciclo

Tiempo de Cargada = 1.20 minutos

Tiempo de maniobras y descarga = 0.90 minutos

Tiempo de Acarreo = 0.45 minutos = 30 KPH

Tiempo de Retorno = 0.70 minutos = 20 KPH

Ciclo Total = 3.25 minutos

Factor Tiempo =  $1.40 / 3.25 = 0.43$

Producción Máxima = 440 MCB/hr.

Producción Esperada =  $440 \times 0.43 \times 0.75 = 142 \text{ MCB/hr} = 185 \text{ MCS/hr.}$

Producción de Mototrailla (Circuito H)

Peso: Vacía	=	42.300 Kg.		Cargada	=	76.300 Kg.
Distancia de acarreo	=	300 m				
Distancia de retorno	=	600 m				
Eficiencia = 45/60	=	0.75				
Resistencia total: Acarreo	=	4%				
				Promedio	=	6%
Retorno	=	8%				

Cálculo del Ciclo

Tiempo de Cargada	=	1.00 minutos		
Tiempo de maniobra y descarga	=	0.90 minutos		
Tiempo de acarreo	=	0.75 minutos	=	24 KPH
Tiempo de Retorno	=	<u>1.55</u> minutos	=	23.5 KPH
Ciclo Total	=	4.20 minutos		

Factor Tiempo =  $1.40 / 4.20 = 0.333$

Producción máxima = 320 MCB/hr.

Producción Esperada =  $320 \times 0.333 \times 0.75 = 80$  MCB/hr. = 105 MCS/hr.

Producción de Mototrailla 631 B (Circuito M-1)

Peso: Vacía= 42.300 Kg. Cargada= 76.300 Kgs.

Distancia de Acarreo = 600 m

Distancia de Retorno = 300 m

Eficiencia =  $45/60$  = 0.75

Resistencia Total: Acarreo =  $2\% + .4\% = 6\%$

Retorno = 4%

Cálculo del Ciclo:

Tiempo de Cargada = 1.00 minutos

Tiempo de Maniobras y descarga = 0.90 minutos

Tiempo de Acarreo = 1.80 minutos = 20 KPH

Tiempo de Retorno = 0.60 minutos = 30 KPH

Ciclo Total = 4.30 minutos

Factor tiempo =  $1.40/4.30 = 0.33$

Producción Máxima = 350 MCB/hr.

Producción esperada=  $350 \times 0.33 \times 0.75 = 85$  MCB/hr. = 108 MCS/hr

Producción de Mototrailla 631 B (Circuito M-2)

Distancia de Acarreo = 250 m.

Distancia de Retorno = 250 m.

Eficiencia =  $45/60 = 0.75$

Resistencia total : Acarreo = 4%

Retorno =  $4\% + 4\% = 8\%$

Cálculo del Ciclo:

Tiempo de Cargada = 1.00 min.

Tiempo de Maniobras  
y Descarga = 0.90 min.

Tiempo de Acarreo = 0.65 min = 23 K.P.H.

Tiempo de Retorno = 0.75 min = 20 K.P.H.

Ciclo Total = 3.30 min.

Factor Tiempo =  $1.40/3.30 = 0.43$

Producción Máxima = 400 MCB/hr.

Producción Esperada =  $400 \times 0.42 \times 0.75 = 127 \text{ MCB/hr} = 165 \text{ MCS/hr.}$



CALCULO DE PRODUCCION DE CUADRILLA DE ACARREO

Por teoría de Colas

Longitud de viaje (promedio) = 6.000 m

Velocidad Promedio = 30 KPH = 500 m/ minuto

Capacidad de Vagoneta promedio = 8.0 MCS

a) Cargador CAT. 966

Capacidad del Cargador = 111 MCS/hr

Tiempo de viaje =  $\frac{6000}{500}$  = 12 minutos

Tiempo de Cargada =  $\frac{8.0}{111} \times 60$  = 4.32 minutos

Factor tiempo: =  $\frac{4.32}{12}$  = 0.36

Número de vagonetas = 8

Probabilidad de Vagoneta disponible para cargar :  $P_t$

$$P_t = 1 - P_0$$
$$P_0 = \left( \sum_{i=0}^n \frac{n!}{(n-i)!} (r)^i \right)^{-1}$$

$$P_t = 0.995$$

Producción esperada = 111 X 0.995 = 110 MCS/hr.

b) Cargador CAT. 988

Capacidad del cargador = 193

Tiempo de viaje = 12 minutos

Tiempo de Cargada =  $\frac{8.0}{12} \times 60 = 2.49$  minuto

Factor tiempo =  $\frac{2.48}{12} = 0.20$

Número de Vagonetas = 8

Probabilidad de que haya vagoneta disponible para cargar:  $P_t = 0.930$

Producción esperada =  $193 \times 0.930 = 180$  MCS/hr.

Cuadrilla Propuesta:

- 1 cargador CAT. 988
- 8 vagonetas para 8 MCS
- 3 peones
- 1 Tractor D-5 "Bulldozer"
- 1 operador

CALCULO DE PRODUCCION DE TRACTORES

Producción esperada = Producción Máxima x Factores de Corrección.

FACTORES DE CORRECCION:

1. Por Material: Material difícil de cortar = 0.70, Material suelto= 1.20
2. Por Pendiente: - 5% Promedio = 1.08
3. Pot Técnica: Método de zanja = 1.20, En paraleo = 1.15
4. Por Operador: Operadpr promedio = 0.75
5. Por Eficiencia: 45 min/hr. - 0.75
6. Por Pesi del material  $\frac{\text{Base}}{\text{Natural}} : \frac{1360}{1600} = 0.85$

CASO 1: Cortando arcilla plástica en paralelo.

Factor Resultante 1 =  $0.70 \times 1.08 \times 1.15 \times 0.75 \times 0.75 \times 0.85 = 0.4157$

CASO 2: Empujando material suelto en paralelo.

Factor Resultante 2 =  $1.20 \times 1.08 \times 1.15 \times 0.75 \times 0.75 \times 1.0 = 0.8384$

CASO 3: Cortando arcilla plástica por método de zanja.

Factor Resultante 3 =  $0.70 \times 1.08 \times 1.20 \times 0.75 \times 0.75 \times 0.85 = 0.4338$

TABLA DE PRODUCCIONES

Tractor Tipo Distancia de Empuje	D-5			D-6			D-9		
	MAXIMA	ESPERADA		MAXIMA	ESPERADA		MAXIMA	ESPERADA	
		Caso 1	Caso 2		Caso 1	Caso 2		Caso 1	Caso 3
75	90	37	75	130	54	109	540	225	234
90	70	29	59	100	42	84	460	191	200
105	55	23	46	75	31	63	390	162	169

NOTA:

Todas las producciones están expresadas en metros cúbicos sueltos (MCS).

Cálculo de la Producción de Cargadores

Cálculo del Ciclo

Ciclo base = 0.45 minutos  
Distancia de acarreo = 50 m. (promedio)  
Tiempo de acarreo =  $0.30 \times 2 = 0.60$  minutos

Factores de Corrección

Por Material = + 0.02  
Por condiciones de Cargado = + 0.02  
Por condiciones de Operación = + 0.04  
+ 0.08

Ciclo total =  $0.45 + 0.60 + 0.08 = 1.13$  minutos

Ciclos por hora =  $\frac{60}{1.13} = 53$

Eficiencia =  $45/60 = 0.75$

Producción = capacidad del balde X ciclos por hora X eficiencia

Cargador 966

Capacidad del balde = 3.10 MCS

Eficiencia del balde para tierra vegetal y grava = 0.90

Capacidad real del Balde =  $3.10 \times 0.9 = 2.79$  MCS

Producción =  $2.79 \times 53 \times 0.75 = 111$  MCS/hr

Cargador 988

Capacidad del balde = 5.40 MCS

Eficiencia del Balde para tierra vegetal = 0.90

Capacidad real del Balde =  $5.4 \times 0.9 = 4.86$  MCS

Producción =  $4.86 \times 53 \times 0.75 = 193$  MCS/hr.

Cargador 950

Capacidad del balde = 2.4 MCS

Eficiencia del balde para grava = 0.9

Capacidad real del balde = 2.16 MCS

Producción =  $2.16 \times 53 \times 0.75 = 86$  MCS/hr.

Producción de Retroexcavador ("Back Hoe")

Ciclos = 3.0 por minuto\*

Capacidad del cucharón =  $0.57 \text{ MCS} \times 0.9 = 0.513$  MCS

Eficiencia =  $45/60 = 0.75$

Producción =  $0.513 \times 3.0 \times 60 \times 0.75 = 70$  MCS/hr.

\* Incluye tiempo de traslados

Producción de Equipo de Compactación

a- Tractor Caterpillar Modelo 815 B

Número de Pasadas = 8  
Espesor de cada capa = 15 cm  
Velocidad Promedio = 8 Km/hr. = 130 m/minuto  
Producción Máxima = 295 MCC/hr.  
Eficiencia =  $45/60$  = 0.75  
Producción Esperada =  $295 \times 0.75 = 221$  MCC/hr. = 288 MCS/hr.

b- Rodillo "Pata de Cabra"

Ancho del rodillo = 0.90 m  
Numero de Pasadas = 8  
Espesor de la capa = 0.15 m  
Velocidad promedio = 8 Km/hr. = 8.000 m/hr. = 130 m/minutos  
Producción Máxima =  $\frac{0.90 \times 8.000 \times 0.15}{8} = 135$  MCC/hr  
Eficiencia =  $45/60 = 0.75$   
Producción Esperada =  $135 \times 0.75 = 100$  MCC/hr. = 130 MCS/hr

RENDIMIENTOS USADOS

<u>ACTIVIDAD</u>	<u>RENDIMIENTO</u>
Colocar y compactar sub-base	100 mcs/hr.
Colocar y compactar base	75 mcs/hr.
Colar Hormigón	9 m <sup>3</sup> /hr.
Colocar y compactar espaldón	50 m <sup>2</sup> /hr.
Construir cuneta	10 ml/hr.
Construir canales	5 ml/hr.
Tubería de Aguas Pluviales	3 ml/hr.
Pintura de señales de tránsito	20 ml/hr.



#### 4.3.3. TABLAS DE PRESUPUESTOS

PRESUPUESTO DE ALTERNATIVA A NIVEL

Descripción	Costo
Trabajos Preliminares	460.000.00
Línea A	6.633.959.00
Línea E	4.610.389.00
Línea F	3.778.596.00
Línea G	3.110.670.00
Línea H	5.727.282.00
Línea I	2.744.972.00
Línea J	970.498.00
Línea K	1.661.942.00
Línea Marginal	4.598.798.00
Estacionamiento	18.477.515.00
Entrada a Producto Limpio	3.071.750.00
Formaleta Metálica	230.000.00
Mano de Obra	<u>4.080.000.00</u>
	60.161.371.00
10% Imprevistos	<u>6.016.137.00</u>
	66.177.508.00
15% Administración	<u>9.926.626.00</u>
TOTAL	Ø76.104.134.00

PRESUPUESTO DE ALTERNATIVA A DESNIVEL

Descripción	Costo
Trabajos Preliminares	460.000.00
Línea A	6.633.959.00
Línea B	3.441.600.00
Línea C	2.706.779.00
Línea E	4.610.389.00
Línea F	3.778.596.00
Línea G	3.110.670.00
Línea H	5.727.282.00
Línea I	2.744.972.00
Línea J	970.498.00
Línea K	1.661.942.00
Marginal	4.598.798.00
Estacionamiento	18.477.515.00
Entrada a Producto Limpio	3.071.750.00
Formaleta metálica	230.000.00
Mano de Obra	<u>4.080.000.00</u>
	70.949.750.00
10% Imprevistos	<u>7.094.975.00</u>
	78.044.725.00
15% Administración	<u>11.706.708.00</u>
	89.751.433.00
Puente y rampas de acceso	<u>28.500.000.00</u>
TOTAL	Ø118.251.433.00

PRESUPUESTO ALTERNATIVA MAS ECONOMICA

<u>Descripción</u>	<u>Costo</u>
Trabajos Preliminares	Ø 370.000.00
Línea A	6.633.959.00
Línea E	4.610.389.00
Línea F	3.778.596.00
Línea J	970.498.00
Línea J'	3.365.450.00
Línea K	1.661.942.00
Línea Marginal	4.112.430.00
Entrada a Propducto Limpio	2.481.750.00
Formaleta metálica	235.000.00
Mano de Obra	<u>1.632.000.00</u>
	Ø 29.852.014.00
10% Imprevistos	<u>2.985.201.00</u>
	32.837.215.00
15% Administración	<u>4.925.582.00</u>
TOTAL.....Ø	<u><u>37.762.797.00</u></u>

Nota:

Al presupuesto calculado para la Entrada a Producto Limpio se le suman Ø 410.000.00 para considerar la caseta de servicios sanitarios y se le rebaja Ø 1.000.000.00 a lo presupuestado para el techo de entrada, pues se propone sustituirlo por uno prefabricado más económico.

PRESUPUESTO LINEA A

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo total
Corte y bote de capa vegetal	m <sup>3</sup>	2.027	87	176.349
Excavación y relleno de tierra	m <sup>3</sup>	9.675	66	638.550
Sub-base graduación D	m <sup>3</sup>	2.790	352	982.080
Base estabilizada	m <sup>3</sup>	1.882	700	1.317.400
Asfalto emulsionado	lts	1.670	17	28.390
Hormigón de 40 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	616	2.965	1.826.440
Excavación para estructuras	m <sup>3</sup>	588	150	88.200
Tubería de horm.ref.clase III de 61 cm Ø	m.	25	1.800	45.000
Tubería de horm.ref.clase III de 122 cm Ø	m.	35	6.570	229.950
Tubería para subdrenajes de 10 cm. Ø	m.	100	114	11.400
Tubería para subdrenajes de 15 cm Ø	m.	30	138	4.140
Tubería para subdrenajes de 25 cm Ø	m.	55	372	20.460
Tomas o tragantes	c.u	5	13.600	68.000
Cabezales	c.u	3	10.000	30.000
Canal de hormigón	c.u	170	2.000	340.000
Relleno granular para subdrenajes	m <sup>3</sup>	43	500	21.500
Cunetas de hormigón	m.	770	1.000	770.000
Señales de tránsito verticales	c.u	8	2.700	21.600
Señales de tránsito horizontales	m.	580	25	14.500
				6.633.959

PRESUPUESTO LINEA B

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
Corte y bote de capa vegetal	m <sup>3</sup>	1.131	87	98.397
Excavación y relleno de tierra	m <sup>3</sup>	9.476	66	625.416
Sub-base graduación D	m <sup>3</sup>	1.449	352	510.048
Base estabilizada	m <sup>3</sup>	977	700	683.900
Asfalto emulsionado	lts	1.172	17	19.924
Hormigón de 400 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	321	2.965	951.765
Cunetas de hormigón	m.	540	1.000	540.000
Señales de tránsito verticales	c.u	2	2.700	5.400
Señales de tránsito horizontales	m.	270	25	6.750
				3.441.600

PRESUPUESTO LINEA C.

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Corte y bote de capa vegetal	m <sup>3</sup>	597	87	51.939
Excavación y Relleno de tierra	m <sup>3</sup>	11.424	41	539.784
Sub-base graduación D	m <sup>3</sup>	1.126	352	396.352
Base estabilizada	m <sup>3</sup>	759	700	531.300
Asfalto emulsionado	lts	912	17	15.504
Hormigón de 400 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	250	2.965	741.250
Cunetas de hormigón	m.	420	1.000	420.000
Señales de tránsito Verticales	c.u	2	2.700	5.400
Señales de tránsito horizontales	m.	210	25	5.250
				2.706.779

PRESUPUESTO LINEA E

DESCRIPCION	Unidades	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Corte y Bote decapa vegetal	M <sup>3</sup>	1.512	87	131.544
Excavación y Relleno Tierra	M <sup>3</sup>	6.647	41	272.527
Sub-base graduación D	M <sup>3</sup>	2.174	352	765.248
Base estabilizada	M <sup>3</sup>	1.466	700	1.026.200
Asfalto emulsionado	lts.	1.510	17	25.670
Hormigón de 400 Kg./cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	480	2.965	1.423.200
Excavación para estructuras	M <sup>3</sup>	187	150	28.050
Tubería de horm. ref. clase III de 61 cm. Ø	M	50	1.800	90.000
Tubería de horm.ref.clase III de 91 cm Ø	M	25	3.870	96.750
Tomas o tragantes	c/u.	3	13.600	40.800
Cunetas de hormigón	M	695	1.000	695.000
Señales de tránsito verticales	c/u.	2	2.700	5.400
Señales de tránsito horizontales	M	400	25	10.000
				4.610.389



PRESUPUESTO LINEA F

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Corte y Bote de capa vegetal	M <sup>3</sup>	2.145	87	186.615
Excavación y relleno de tierra	M <sup>3</sup>	939	70	65.965
Sub-base graduación D	M <sup>3</sup>	1.744	352	613.888
Base estabilizada	M <sup>3</sup>	1.117	700	823.900
Asfalto emulsuionado	lts.	1.334	17	22.678
Hormigón de 400 kg./cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	385	2.965	1.141.525
Excavación para estructuras	M <sup>3</sup>	110	150	16.500
Tubería de horm. ref. clase III de 61 cm Ø	M	55	1.800	99.000
Cabezales	c/u.	1	10.000	10.000
Canal de hormigón	M	85	2.000	170.000
Cunetas de hormigón	M	615	1.000	615.000
Señales de tránsito verticales	c/u.	2	2.700	5.400
Señales de tránsito horizontales	M	325	25	8.125
				3.778.596

PRESUPUESTO LINEA G

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Corte y bote de capa vegetal	M <sup>3</sup>	1.723	87	149.901
Excavación y relleno de tierra	M <sup>3</sup>	575	70	40.250
Sub-base graduación D	M <sup>3</sup>	1.661	352	584.672
Base estabilizada	M <sup>3</sup>	1.121	700	784.700
Asfalto emulsionado	lts.	966	17	16.422
Hormigón de 400 Kg./cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	335	2.965	993.275
Excavación para estructuras	M <sup>3</sup>	58	150	8.700
Tubería de horm. clase III de 91 cm Ø	M	15	3.870	58.050
Tomas o tragantes	c/u.	1	13.600	13.600
Cunetas de hormigón	M	445	1.000	445.000
Señales de tránsito verticales	c/u.	3	2.700	8.100
Señales de tránsito horizontales	M	320	25	8.000
				3.110.670

PRESUPUESTO LINEA H

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Corte y Bote de capa vegetal	M <sup>3</sup>	1.612	87	140.244
Excavación y relleno de tierra	M <sup>3</sup>	6.000	72	433.500
Sub-base graduación D	M <sup>3</sup>	3.755	352	1.321.760
Base estabilizada	M <sup>3</sup>	2.533	700	1.773.100
Asfalto emulsuionado	lts.	2.864	17	48.688
Hormigón de 400 Kg/cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	831	2.965	2.463.915
Excavación para estructuras	M <sup>3</sup>	124	150	18.848
Tubería de horm. clase III de 61 cm Ø	M	50	1.800	90.000
Tomas o tragantes	c/u.	5	13.600	68.000
Cunetas de hormigón	M	1.320	1.000	1.320.000
Señales de tránsito verticales	c/u.	4	2.700	10.800
Señales de tránsito horizontales	M	800	25	20.000
				5.727.282

PRESUPUESTO LINEA I

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Sub-base graduación D	M <sup>3</sup>	1.363	352	479.776
Base estabilizada	M <sup>3</sup>	918	700	642.600
Asfalto emulsionado		868	17	14.756
Hormigón de 400 Kg./cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	356	2965	1.055.540
Excavación para estructuras	M <sup>3</sup>	89	150	13.350
Tubería de hormigón clase III de 61cm Ø	M	40	1800	72.800
Tomas o tragantes	c/u.	2	13600	27.200
Cabezales	c/u.	3	10000	30.000
Cunetas de hormigón	M	400	1000	400.000
Señales de tránsito verticales	c/u.	1	2700	2.700
Señales de tránsito horizontales	M	250	25	6.250
				2.744.972

PRESUPUESTO LINEA J

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Sub-base graduación D	M <sup>3</sup>	537	352	189.024
Base estabilizada	M <sup>3</sup>	362	700	253.400
Asfalto emulsionado	lts.	217	17	3.689
Hormigón de 400 Kg./cm <sup>2</sup>	M <sup>3</sup>	119	2.965	352.835
Excavación para estructuras	M <sup>3</sup>	45	150	6.750
Tubería de hormigón clase III de 61cm Ø	M	20	1.800	36.000
Tomas o tragantes	c/u.	1	13.600	13.600
Cabezales	c/u.	1	10.000	10.000
Cunetas de hormigón	M	100	1.000	100.000
Señales de tránsito verticales	c/u.	1	2.700	2.700
Señales de tránsito horizontales	M	100	25	2.500
				970.498

PRESUPUESTO LINEA J'

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Sub-base y graduación D	M3	1.942	352	683.584
Base estabilizada	M <sup>3</sup>	1.309	700	916.300
Asfalto emulsionado	lts.	998	17	16.966
Hormigón de 400 Kg/cm	M <sup>3</sup>	430	2.965	1.274.950
Cunetas de hormigón	M	460	1.000	460.000
Señales de tránsito verticales	c/u.	2	2.700	5.400
Señales de tránsito horizontales	M	330	25	8.250
				3.365.450

PRESUPUESTO LINEA K

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Sub-base graduación D	M <sup>3</sup>	893	352	314.336
Base estabilizada	M <sup>3</sup>	601	700	420.700
Asfalto emulsionado	lts.	283	17	4.811
Hormigón de 400 Kg/cm	M <sup>3</sup>	253	2.965	750.145
Cunetas de hormigón	M	130	1.000	130.000
Señales de tránsito verticales	c/u.	1	2.700	2.700
Señales de tránsito horizontales	M	130	25	3.250
Cordón de hormigón	M	100	360	36.000
				1.661.942

PRESUPUESTO LINEA MARGINAL

DESCRIPCION	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Corte y Bote de capa vegetal	M <sup>3</sup>	832	87	72.384
Excavación y relleno de tierra	M <sup>3</sup>	12.750	71	905.250
Sub-base graduación D	M <sup>3</sup>	1.912	352	673.024
Base estabilizada	M <sup>3</sup>	1.287	700	900.900
Asfalto emulsificado		585	17	9.945
Hormigón de 400 Kg./M <sup>3</sup>	M <sup>3</sup>	529	2.965	1.568.485
Excavación para estructuras	M <sup>3</sup>	114	150	17.100
Tubería de hormigón clase III de 61 cm Ø	M	50	1.800	90.000
Tomas o tragantes	c/u.	3	13.600	40.800
Cabezales	c/u.	3	10.000	30.000
Cunetas de hormigón	M	270	1.000	270.000
Señales de tránsito verticales	c/u.	5	2.700	13.500
Señales de tránsito horizontales	c/u.	300	25	7.500
				4.598.798

NOTA:

El costo total de la Excavación y relleno de tierra se reduce en Ø487.234 en caso de construirse la Alternativa más económica, por lo que el costo total de la línea sería de Ø4.102.002.00



PRESUPUESTO DEL ESTACIONAMIENTO

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unit.	Costo Total
Corte y bote de capa vegetal	m <sup>3</sup>	6.562	87	570.894
Excavación y relleno de Tierra	m <sup>3</sup>	48.624	41	1.993.584
Sub-base graduación D.	m <sup>3</sup>	6.146	352	2.163.392
Base estabilizada	m <sup>3</sup>	4.098	700	2.868.600
Hormigón de 400 kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	2.035	2.965	6.033.775
Excavación para estructuras	m <sup>3</sup>	1.791	150	268.650
Tubería de horm.ref.clase III de 91 cm Ø	m.	115	3.870	445.050
Tubería de horm.ref.clase III de 122 cm Ø	m.	165	6.570	1.084.050
Tubería para subdrenajes de 10 cm. Ø	m.	60	114	6.840
Tubería para subdrenajes de 15 cm. Ø	m.	60	138	8.280
Relleno granular para subdrenajes	m <sup>3</sup>	25	500	12.500
Tragantes dobles	c.u	4	15.000	60.000
Tragantes sencillos	c.u	3	13.000	40.800
Pozos de registro	c.u	2	15.000	30.000
Alcantarilla tipo A	c.u	2	17.000	34.000
Cabezales	c.u	3	10.000	30.000
Canal de hormigón	m.	80	2.000	160.000
Cordón de hormigón	m.	1.470	360	529.200.
Señales de tránsito verticales	c.u	2	2.700	5.400
Señales de tránsito horizontales	m.	100	25	2.500
Caseta de Guardas	m <sup>2</sup>	15	8.000	120.000
Caseta de servicios sanitarios	m <sup>2</sup>	41	10.000	410.000
Techo de entrada	m <sup>2</sup>	200	8.000	1.600.000
				18.477.515

PRESUPUESTO DE ENTRADA A PRODUCTO LIMPIO

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo Unitario	Costo Total
Corte y Acarreo capa vegetal	m <sup>3</sup>	195	87	16.965
Excavación y relleno tierra	m <sup>3</sup>	650	87	56.550
Sub-base graduación D	m <sup>3</sup>	175	352	61.600
Base estabilizadora	m <sup>3</sup>	117	700	81.900
Hormigón de 400 Kg/cm <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	99	2.965	293.535
Excavación para estructuras	m <sup>3</sup>	90	150	13.500
Tubería de horm.ref.claseIII de 61 cm.	m	45	1.800	81.000
Cabezalez	c.u	3	10.000	30.000
Canal de hormigón	m	30	2.000	60.000
Señales de Tránsito verticales	c.u	1	2.700	2.700
Caseta de guardas	m <sup>2</sup>	15	8.000	120.000
Techo de entrada	m <sup>2</sup>	200	8.000	1.600.000
Muro de contención	m	40	3.750	150.000
Cordón de hormigón	m	150	360	54.000
Cerca de malla	m	90	5.000	450.000
				3.071.750

PRESUPUESTO CUADRILLA DE  
MOVIMIENTO DE TIERRAS

2	Mototraillas CAT. 631B de 450 HP	∅ 7.168.00
1	Tractor D-8 empujador de 310 HP	2.300.00
1	Tractor D-5 "Bulldozer" de 105 HP	1.093.00
1	Tractor 815 Compactador de 228 HP	1.391.00
1	Rodillo para de cabro vibratorio	317.00
1	Motoniveladora 120 G.de 135 HP	972.00
4	Peones a ∅ 37.75/hr.	131.00
1	Capataz a ∅ 42.8/hr.	43.00
6	Operadores a ∅ 42.8/hr.	257.00
	Aceites, grasas y filtros	<u>1.500.00</u>
		<u>∅ 15.172.00</u>

PRESUPUESTO CUADRILLA PARA

BOTAR TIERRA VEGETAL

1 Cargador 988	¢ 2.791.00
8 Vagonetas de 8 m <sup>3</sup> a ¢ 710/c.u	5.680.00
1 Tractor CAT. D-5	1.093.00
4 Ayudantes a ¢ 38.2/c.u	153.00
Aceites, grasas y filtros	<u>500.00</u>
	<u>¢ 10.216.00</u>

Producción = 118 mes/hr.

Costo Unitario = ¢ 87.00

PRESUPUESTO DE INTERSECCION A DESNIVEL

<u>Descripción</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Costo Unitario</u>	<u>Costo Total</u>
Puente Prefabricado	m <sup>2</sup>	800	30.000	¢ 24.000.000
Rampa de Acceso	m.	300	15.000	<u>4.500.000</u>
				<u>¢ 28.500.000</u>

Mano de Obra: Cuadrilla base.

Cuadrilla base:	1 Capataz -	¢ 12.000.00
	1 Carpinteros	24.000.00
	2 Ayudantes	20.000.00
	2 Albañiles	24.000.00
	2 Ayudantes	20.000.00
	4 Peones	<u>36.000.00</u>
		<u>¢136.000.00/mes</u>

COSTO DEL HORMIGÓN

1. COSTO DE PRODUCCION DE AGREGADOS

A. Mano de Obra (Por hora)

1 Encargado a ¢ 32.50	¢ 32.50
3 Ayudantes a ¢ 28.35	85.05
1 Operador de cargador a ¢ 31.65	31.65
1 Electricista a ¢ 31.65	<u>31.65</u>
	¢ 180.85
Cargas Sociales (48%)	<u>86.80</u>
	¢ 267.65
Factor tiempo extra 30%	<u>80.30</u>
Sub-Total	¢ 347.95

B. Equipo (Por hora)

1 Quebrador de quijadas	¢ 341.65
1 Trituradora de rodillos	344.00
1 Criba vibratoria	131.05
2 Transportadores	542.90
2 Motores de 22.4 KW	142.40
2 Motores de 60 KW	32.75
1 Cargador Cat. 922	<u>805.00</u>
Sub-Total	¢ 2.337.75

C. Agregados

18.70 m <sup>3</sup> a ¢ 352.00/m <sup>3</sup>	¢ <u>6.582.40</u>
Costo Total	¢ 9.268.10

Producción Promedio = 18 m<sup>3</sup>/ hr.

Costo de los agregados = ¢ 514.90/m<sup>3</sup>

II. COSTO DE FABRICACION

A. Mano de Obra (Por hora)

1 Encargado	a	∅ 32.50	∅	32.50
5 Peones	a	∅ 27.50		137.50
1 Electricista	a	∅ 31.65		31.65
1 Operador de Cargados	a	∅ 31.65		<u>31.65</u>
			∅	233.30
		Cargas Sociales (48%)		<u>120.00</u>
			∅	345.30
		Factor tiempo extra (30%)		<u>103.60</u>
		Sub- Total	∅	<u><u>448.90</u></u>

B. Equipo (Por hora)

1 Camión tanque			∅	702.00
2 Fajas transportadoras	a	∅ 491.40		982.80
1 Silo para cemento	a	∅ 187.00		187.00
1 Báscula y silos para agregados	a	∅ 453.25		453.25
1 Compresor de 3.75 KW	a	∅ 196.55		196.55
2 Motores de 37.5 KW	a	∅ 88.95		177.90
1 Cargador Cat.950	a	∅ 1.226.25		<u>1.226.25</u>
		Sub- Total	∅	<u><u>3.907.75</u></u>

Costo de Fabricación ∅ 4.356.65

Producción Promedio = 12 m<sup>3</sup>/hr.

Costo de Fabricación = ∅ 363.30

C. Materiales

12	Sacos de cemento a ¢ 114 c/u	¢ 1.368.00
1.3 m <sup>3</sup>	de Agregados a ¢ 514.90/m <sup>3</sup>	<u>669.35</u>
	Costo unitario de materiales	¢ 2.037.35

Costo del Hormigón = ¢ 2.400.65/m<sup>3</sup>

III. COSTO DE COLOCACION

A. Materiales (Por metro lineal de pavimento)

Formaleta	¢ 101.00
Acero para juntas	22.20
Clavos, alambre, brocas, etc.	<u>36.30</u>
	¢ 159.50

Producción promedio = 18 m/hr.

Costo de materiales= ¢ 8.85

B. Equipo: (por hora)

2	Camiones mezcladores	¢ 1.834.00
1	Planta eléctrica	216.90
1	Vibrador	148.10
1	Cortadora de disco	292.50
1	Camión tanque	<u>702.00</u>
		¢ 3.192.60



C. Mano de Obra

4	Carpinteros	a	∅ 30.00/hr	∅	120.00
4	Ayudantes	a	∅ 28.35/hr		113.40
2	Albañiles	a	∅ 30.00/hr		60.00
1	Capataz	a	∅ 32.50/hr		32.50
10	Peones	a	∅ 27.50/hr		275.00
1	Chofer para camión		∅ 31.65/hr		<u>31.65</u>
				∅	632.55
			Cargas Sociales (48%)		<u>303.60</u>
				∅	936.15
			Factor tiempo extra (30%)		<u>280.85</u>
				∅	1.217.00
			Administración sobre equipo y mano de obra (15%)		<u>661.45</u>
			Costo total de colocación	∅	5.079.90/hr
			Rendimiento = 9 m <sup>3</sup> /hr.		
			Costo de Colocación	∅	564.35
			Costo del Hormigón		<u>2.400.65</u>
			Costo del Hormigón colocado	∅	2.965.00

V. PLANIFICACION

## V. PLANIFICACION

Para poder planear adecuadamente la forma en que se ejecutarán las ac tividades se debe determinar las relaciones esenciales entre ellas, pues aunque muchas de ellas se pueden realizar simultáneamente, otras deben or denarse de acuerdo con la secuencia que deben seguir de acuerdo a sus in terdependencias.

### 5.1 Orden de Ejecución de las actividades

Para determinar la interdependencia o la relación entre activida des se tomaron en cuenta, en primer lugar, las restricciones físicas, analizando cuales actividades se deben realizar inmediatamente des - pués de haberse concluido una actividad y cuales deberían estar he - chas antes de efectuar la misma. En segundo lugar, se tomaron en - cuenta otros factores que determinan la secuencia de las actividades. Los factores considerados son:

#### 5.1.1. Restricciones de Equipo:

Esto es, cuando debe aplazarse una actividad porque el equi po para realizarla no está disponible. El caso más claro de - este tipo de restricciones se da en el movimiento de tierra, ya que por lo elevado del costo de las máquinas por hora no es re comendable contratar grandes cantidades de equipo, pues ocasio

narían una excesiva demanda de recursos al inicio del proyecto. Sin embargo, el equipo contratado debe ser lo suficiente como para realizar esa actividad en la estación seca, para lograr así una mayor eficiencia de las máquinas y mantener baja la duración de la actividad.

#### 5.1.2 Restricciones de Mano de Obra:

Estas ocurren cuando es difícil conseguir personal especializado en cierta actividad o cuando la cantidad de personal trabajando en la obra es tal que contratar personas extra ocasionaría trastornos tanto en la ejecución como en la administración de la obra.

En la planificación de este proyecto se trató de mantener un número constante de personal a lo largo de toda la obra, para disminuir los costos y para poder controlar los rendimientos de las cuadrillas. Por esta razón es que actividades como la construcción de cunetas dependen de la construcción de casetas y techos de entrada, o la construcción de casetas para servicios sanitarios dependen de la colocación de tuberías para aguas pluviales.

En las tablas siguientes muestra la forma en que se planificaron las actividades, teniendo en cuenta las interdependencias y restricciones enunciadas anteriormente.

## 5.2 Diagrama de Flechas

Como se explicó en la Sección 3.2.1, el Diagrama de Flechas permite presentar claramente la forma en que se planificó un proyecto.

Con las secuencias de actividades obtenidas como se explicó en la sección 4.2 y las duraciones asignadas en la Sección 4.3 se construyó el diagrama de flechas representativo de la planeación realizada para cada alternativa (figuras 5.3.1 y 5.3.2).

Debido a la gran cantidad de actividades e interdependencias que se tienen para cada alternativa se usó un programa de computadora, el 5 PAPO4 Recope, para calcular las rutas críticas y las holguras totales.

Los resultados obtenidos se presentan en las figuras 5.3.3. y 5.3.4.

### 5.3 Diagrama de Barras

Con los datos obtenidos en las secciones anteriores y en base al Diagrama de Flechas se elaboró el Diagrama de Barras. En él se incluyen, aparte de la duración y secuencia de actividades, las fechas de inicio y terminación de cada actividad, las holguras y se hacen resaltar las actividades críticas.

Además se indican en este mismo diagrama, los traslados de personal de una actividad a otra, para facilitar el manejo de personal y facilitar el control de campo.

Por otra parte se incluyen también en esta gráfica, las fechas en las que se deben hacer cortes de control en el programa, para determinar como se está ejecutando el plan y poder hacer correcciones en caso de ser necesarias.

El día siguiente al que se escogió para hacer el corte, se toma como nueva fecha de inicio y la duración de las actividades que esten en proceso será el tiempo que les falte para ser concluidas.

A continuación se presenta el Diagrama de Barras para este proyecto y la tabla Maestra de Actividades, obtenida a partir del diagrama de flechas por medio de la computadora. Esta tabla está diseñada para llevar el control de ejecución del proyecto y permite llevar un control de las horas hombre empleadas, avance físico, fechas de inicio y termino reales, y corrige el diagrama de flechas, dependiendo de las fechas en que se comenzó y terminó cada actividad.

#### 5.4 Flujo de Recursos

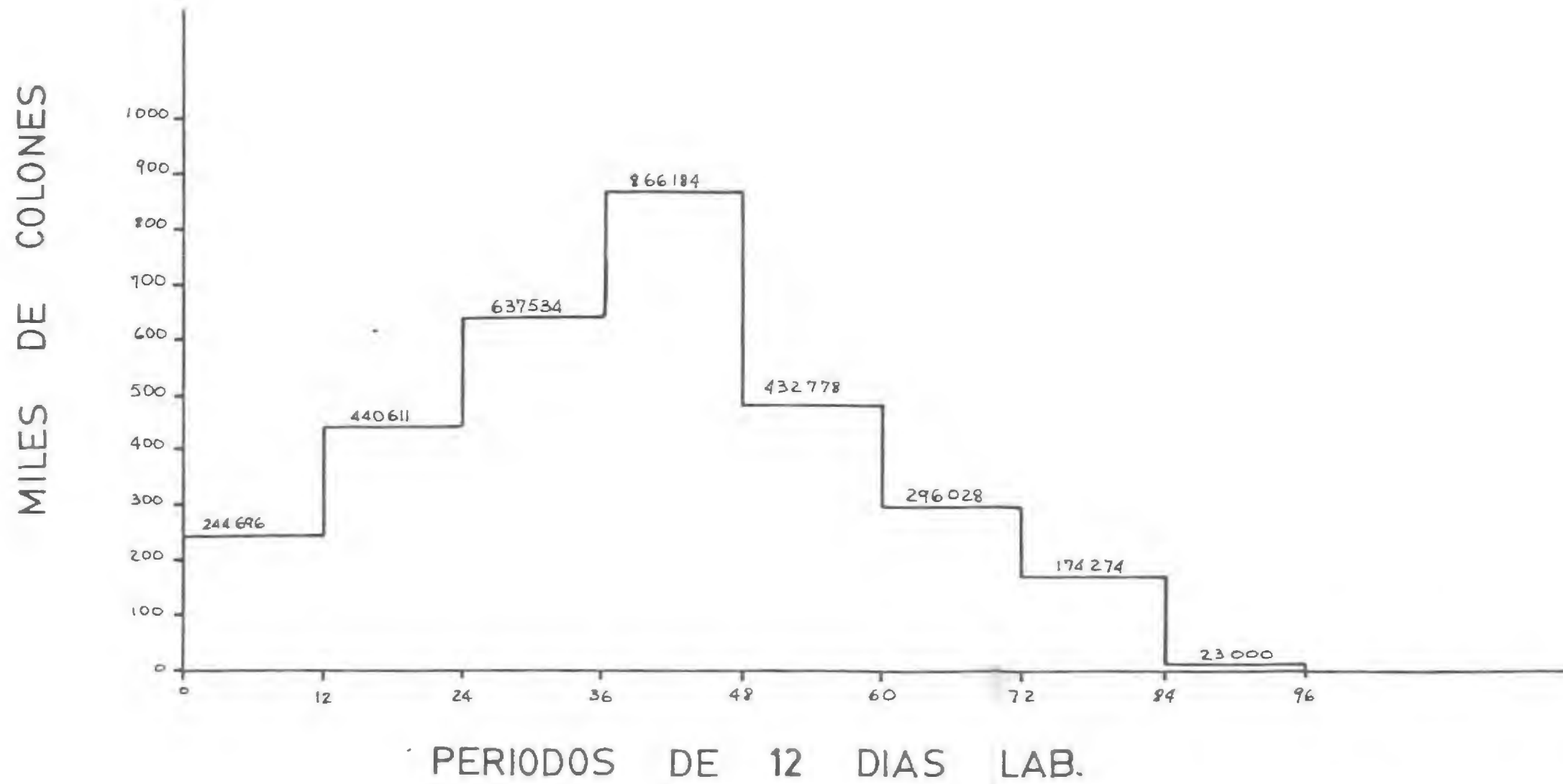
Para la ejecución de cualquier proyecto es de suma importancia conocer el diagrama de flujo de recursos, para poder saber de antemano la cantidad que se debe desembolsar para cada período.

En este caso, se construirá el diagrama de flujo de recursos para períodos de dos semanas, que corresponden a 11 días laborales, pues se acostumbra pagar quincenalmente.

El diagrama de Flujo de Recursos obtenido para este proyecto es el que se presenta seguidamente.

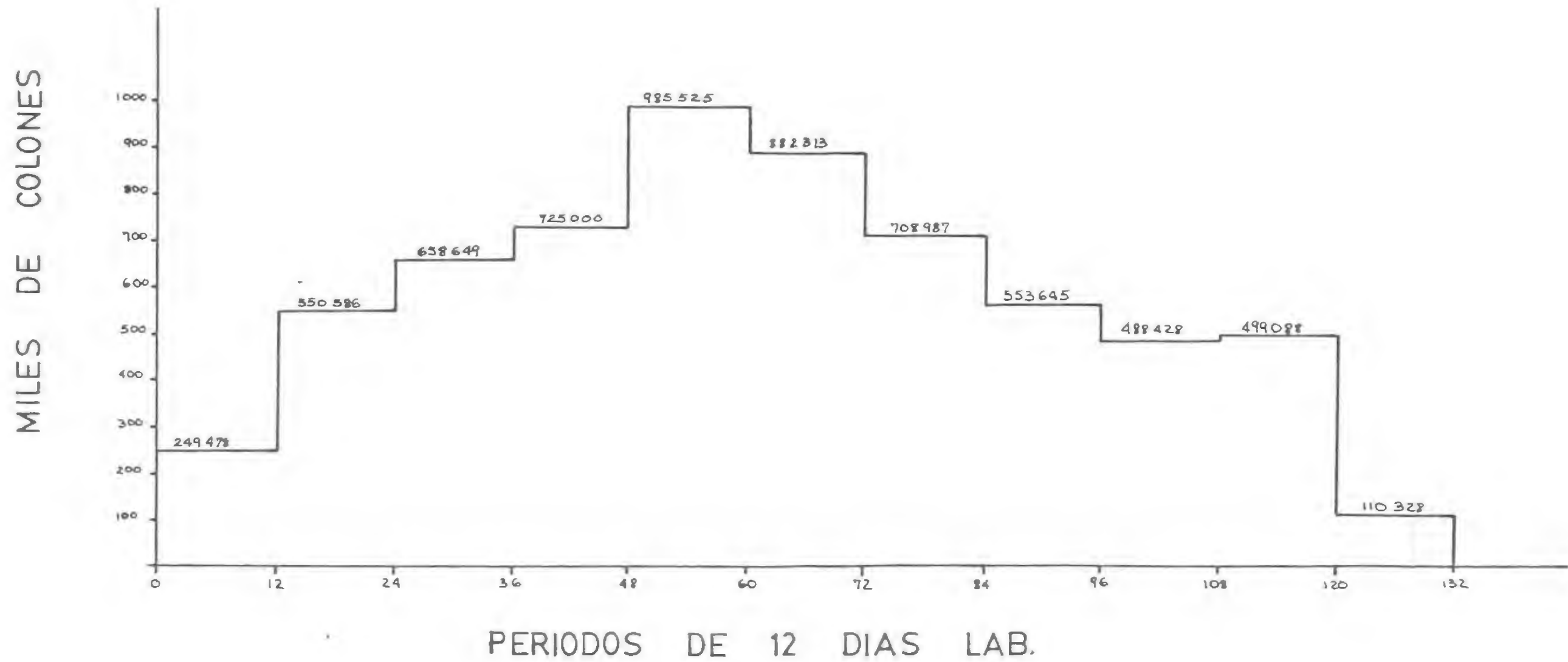
# ALTERNATIVA MAS ECONOMICA

## FLUJO DE RECURSOS





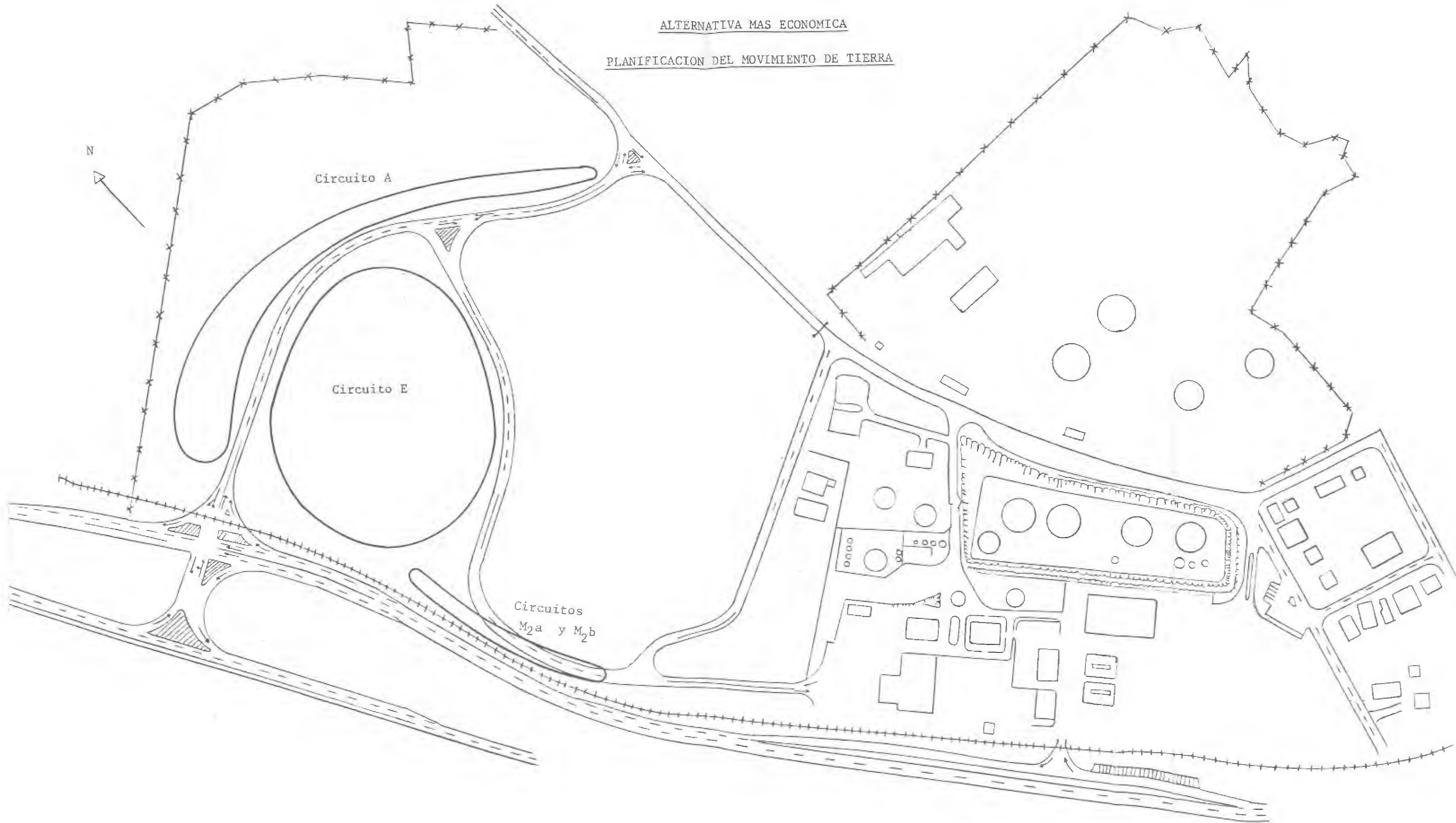
# ALTERNATIVA A NIVEL FLUJO DE RECURSOS



5.5. TABLAS

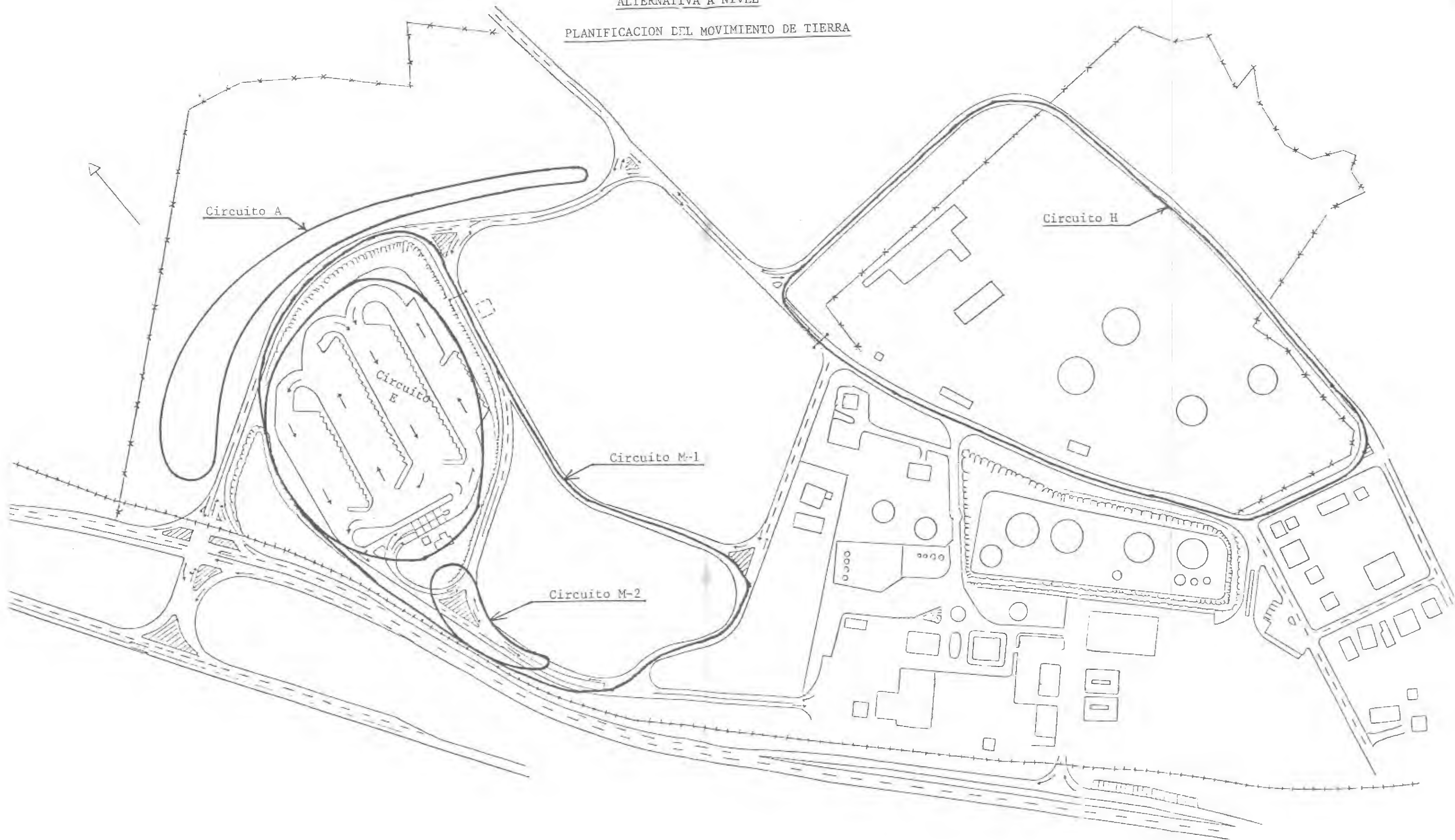
#### 5.5.1 TABLAS DE PLANIFICACION

ALTERNATIVA MAS ECONOMICA  
PLANIFICACION DEL MOVIMIENTO DE TIERRA



ALTERNATIVA A NIVEL

PLANIFICACION DEL MOVIMIENTO DE TIERRA



ALTERNATIVA A NIVEL Y A DESNIVEL

PLANIFICACION DEL MOVIMIENTO DE TIERRAS

Cuadrilla Propuesta:

- 2 Mototraillas 631 B (Caterpillar)
- 1 Tractor D-8 Empujador
- 1 Tractor D-5 (Bulldozer)
- 1 Tractor 815 (Compactaodr)
- 1 Rodillo "Pata de Cabro" Vibratorio
- 1 Motoniveladora 120 G.
  
- 4 Ayudantes
- 1 Capataz
- 6 Operadores

Circuito E

a) Corte = 48.624 MCS del Estacionamiento

Relleno= 29.329 + 13.564 = 42.829 MCS en Estacionamiento y Línea A,  
más (48.624-42.829) = 5.732 MCS a colocar entre el estaciona  
miento y la Producción de la Cuadrilla = 185 x 2 = 370 MCS/hr.

Duración=  $\frac{48.624}{370} = 132$  hrs.

a 10 hrs/día =  $\frac{132}{10} = 14$  días.

- b) Corte = 6.647 MCS de Línea E.  
Relleno = 3.283 MCS a colocar en Línea E  
3.364 MCS a colocar entre líneas A y el lindero  
Producción de la cuadrilla =  $185 \times 2 = 370$  MCS/hr.  
Duración =  $\frac{6.647}{370} = 18$  hrs.  
a 10 hrs/día -  $\frac{18}{10} = 2$  días.

Circuito M-1

- a) Corte = 14.264 MCS de Línea Marginal  
Relleno = 1.514 MCS a colocar en líneas F y G  
12.750 MCS a colocar entre línea A y el lindero  
Producción de la Cuadrilla =  $108 \times 2 = 216$  MCS/hr.  
Duración =  $\frac{14,264}{216} = 66$  hrs.  
a 10 hrs/día  $\frac{66}{10} = 7$  días

Circuito A -1

- a) Corte = 9.675 MCS  
Relleno = 9.675 MCS a colocar entre línea A y el lindero  
Producción de la Cuadrilla =  $115 \times 2 = 230$  MCS/hr  
Duración =  $\frac{9.675}{230} = 42$  hrs.  
a 10 hrs/día  $\frac{42}{10} = 5$  días

Circuito H

A) Corte = 6.000 MCS

Relleno = 1.400 MCS a colocar en línea H

4.600 MCS a colocar entre Línea H, Lindero en Río Arriaz

Producción de la Cuadrilla =  $105 \times 2 = 210$  MCS/hr.

Duración =  $\frac{6.000}{210} = 29$  hrs.

a 10 hrs/día =  $\frac{29}{10} = 3$  días.

Volumen Disponible en Botaderos

1. Entre estacionamiento y vía Férrea

$V = (92 \times \frac{100}{2}) \times 1.3 = 5.980$  MCS

2. Entre línea A y el lindero

$V = (460 \times 55) \times 1.3 = 32.890$  MCS

Total = 38.870 MCS

Sobrante = 35.458 MCS

Diferencia = +3.412 MCS

El Botadero es adecuado.



ALTERNATIVA MAS ECONOMICA

PLANIFICACION DEL NOVIMIENTO DE TIERRAS

Cuadrilla Propuesta:

2 Mototraillas Cat 631 B  
1 Tractor D-8 Empujador  
1 Tractor D-5 "Bulldozer"  
1 Tractor 815 (compactador)  
1 Rodillo "pata de cabro" (vibratorio)  
1 Motoniveladora 120 G (Cat)  
  
6 Ayudantes  
1 Capataz  
6 Operarios  
1 Topógrafo

Circuito A

Corte = 9.675 MCS de Línea A

Relleno = 13.563 MCS de Línea A

Producción de Cuadrilla = 115 x 2 = 230 MCS/hr

Duración =  $\frac{9.675}{230}$  = 42 hrs.

a 10 hrs/día =  $\frac{42}{10}$  = 5 días

Circuito E

Corte = 6.647 MCS de Línea E

Relleno = 3.283 MCS a colocar en Línea E

3.400 MCS a colocar en Línea A

Producción de la Cuadrilla =  $185 \times 2 = 370$  MCS/hr.

Duración =  $\frac{6.647}{370} = 18$  hrs.

A 10 hrs/día = 2 días

Circuito M-2a - Alternativa con Mototraillas

Corte = 14.264 MCS de Línea Marginal

Relleno = Se colocaron los 14.264 MCS en el área de Estacionamiento

Producción de la cuadrilla =  $165 \times 2 = 330$  MCS/hr.

Duración =  $\frac{14.264}{330} = 44$  hrs.

A 10 hr/día =  $\frac{44}{10} = 5$  días

Circuito M-2b- Alternativa con Tractor D-9 "Bulldozer"

Corte = 14.264 MCS de Línea Marginal

Relleno = Se colocaron los 14.264 MCS en el área prevista para Estacionamiento de cisternas

Producción= 200 MCS/hr.

Duración =  $\frac{14.264}{200} = 72$  hrs.

A 10 hrs/día =  $\frac{72}{10} = 8$  días

ANALISIS ECONOMICO ENTRE CIRCUITOS M-2a y M-2b

Alternativa con Mototraillas

<u>Cuadrilla</u>	<u>Costo/hr.</u>	<u>Costo Total</u> (44 hrs.)
2 Motoniveladoras 631 B a ¢3584 c/u	¢ 7.168.00	¢ 315.392.00
1 Tractor D-8 (Empujador)	2.300.00	101.200.00
1 Tractor D-5 ("Bulldozer")	1.093.00	48.092.00
1 Tractor 815 (Compactador)	1.391.00	61.204.00
1 Motoniveladora 120 G.	904.00	39.776.00
1 Capataz a ¢ 42.80	42.80	1.883.20
5 Operadores a ¢ 42.80	256.80	11.299.20
4 Peones a ¢ 32.75	<u>131.00</u>	<u>5.764.00</u>
Total	¢ 13.286.60	¢ 584.610.40

Alternativa con Tractor D-9

<u>Cuadrilla</u>	<u>Costo/hr.</u>	<u>Costo Total</u> (72 hrs.)
1 Tractor D-9 "Bulldozer"	¢ 3.141.00	¢ 226.152.00
1 Tractor 815 Compatacor	1.391.00	100.152.00
1 Motoniveladora 120 G.	904.00	65.088.00
1 Capataz a ¢ 42.80/hr.	42.80	3.081.60
3 Operadores a ¢ 42.80/hr.	128.40	9.244.80
2 Ayudantes a ¢ 32.75/hr.	<u>65.50</u>	<u>4.176.00</u>
	¢ 5.672.70	¢ 408.434.40

Diferencia = ¢ 176.176.00

Usar Alternativa con Tractor D-9, Circuito M-2b

ALTERNATIVA DE INTERSECCION A NIVEL

DURACION Y COSTO DE PAVIMENTACION

LINEA	LONGITUD	SUB-BASE		BASE		HORMIGON	
		DURACION	COSTO	DURACION	COSTO	DURACION	COSTO
A	520	3	982.080	3	1.317.400	7	1.826.440
E	400	2	765.248	2	1.026.200	5	1.423.200
F	325	2	613.880	2	823.900	4	1.141.525
G	285	2	584.672	2	784.700	4	993.275
H	730	4	1.321.760	4	1.766.100	9	2.463.915
I	210	2	479.776	2	642.600	4	1.055.540
J	100	1	189.024	1	253.400	1	352.835
K	130	1	314.336	1	625.100	3	750.145
Marginal	270	2	673.024	2	900.900	6	1.568.485
Estacionamiento	-	6	2.163.392	6	2.868.600	23	6.033.775
TOTAL			8.087.192		11.008.900		17.609.135

ALTERNATIVA DE INTERSECCION A DESNIVEL

DURACION Y COSTO DE PAVIMENTACION

LINEA	LONGI- TUD	SUB--BASE		BASE		HORMIGON	
		DURACION	COSTO	DURACION	COSTO	DURACION	COSTO
A	520	3	982.080	3	1.317.400	7	1.826.440
B	270	2	510.048	2	683.900	4	951.765
C	210	1	396.352	1	531.300	3	741.250
E	400	2	765.248	2	1.026.200	6	1.423.200
F	325	2	613.880	2	823.900	5	1.141.525
G	285	2	584.672	2	784.700	4	993.275
H	730	4	1.321.760	4	1.766.100	9	2.463.915
I	210	2	479.776	2	642.600	4	1.055.540
J	100	1	189.024	1	253.400	2	352.835
K	130	1	314.336	1	625.100	3	750.145
MARGINAL	270	2	673.024	2	900.900	6	1.568.485
Estacio- namiento	-	6	2.163.392	6	2.868.600	23	6.033.775
TOTAL			8.993.592		12.224.100		19.302.150

ALTERNATIVA MAS ECONOMICA

DURACION Y COSTO DE PAVIMENTACION

LINEA	LONGI TUD	SUB-BASE		BASE		HORMIGON	
		DURACION	COSTO	DURACION	COSTO	DURACION	COSTO
A	520	3	982.080	3	1.317.400	7	1.826.440
E	400	2	765.248	2	1.026.200	5	1.423.200
F	325	2	613.880	2	823.900	4	1.141.525
J	100	1	189.024	1	642.600	2	352.835
J'	230	2	683.584	2	916.300	5	1.274.950
K	130	1	314.336	1	625.100	3	750.145
Marginal	270	2	673.024	2	900.900	6	1.568.485
TOTAL			4.221.176		6.252.400		8.337.580

DIAGRAMAS DE FLECHAS

FIGURAS 5.3.1. y 5.3.2

DIAGRAMA DE FLECHAS C.P.M.  
PROYECTO T371: Vías de acceso y ampliación Estación El Alto  
- ALTERNATIVA A NIVEL -

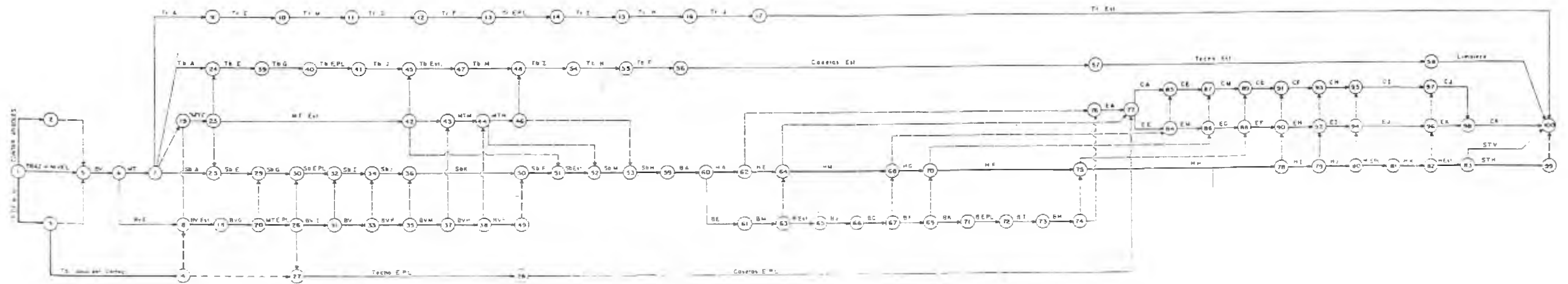
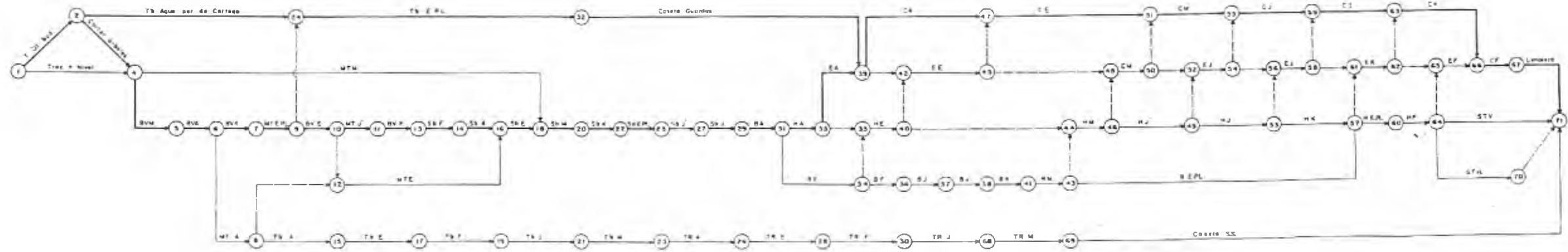




DIAGRAMA DE FLECHAS - CPM  
PROYECTO T 370: Vías de acceso y ampliación Estación El Alto  
- ALTERNATIVA MAS ECONOMICA -



LISTADO DEL C.P.M.

FIGURAS 5.3.3. y 5.3.4.

COD PROYECTO: T370EA  
FECHA INICIO: 10-01-83

NOM PROYECTO: VIAS DE ACCESO Y AMPLIACION  
CPM REALIZADO POR: PLANIFICACION

P	Q	ACTIVIDAD DESCRIPCION	DURA- CION (DIAS)	FECHAS MAS TEMPRANAS		FECHAS MAS TARDIAS		HOLGURAS (DIAS)		RUTA CRITICA
				INICIO	FIN	INICIO	FIN	TOTAL	LIBRE	
1	2	CONST. TALL. OFC. BOD.	2	10-01-83	11-01-83	10-01-83	11-01-83	0	0	R.C.
1	3	TRAZADO Y NIVELACION	5	10-01-83	14-01-83	11-01-83	15-01-83	1	1	
2	4	CORTAR AHEDLES	4	12-01-83	15-01-83	12-01-83	15-01-83	0	0	R.C.
2	24	TUB. AGUA POT. CARTAGO	17	12-01-83	31-01-83	12-01-83	31-01-83	0	0	R.C.
4	5	BOTAR VEGETAL M	1	17-01-83	17-01-83	17-01-83	17-01-83	0	0	R.C.
4	16	MOV. TIERRA P	9	17-01-83	26-01-83	29-01-83	08-02-83	11	11	
5	6	BOTAR VEGETAL A	2	18-01-83	19-01-83	18-01-83	19-01-83	0	0	R.C.
6	7	BOTAR VEGETAL K	1	20-01-83	20-01-83	20-01-83	20-01-83	0	0	R.C.
6	8	MOV. TIERRA J	5	20-01-83	25-01-83	29-01-83	03-02-83	8	0	
7	9	MOV. TIERRA E.P.L.	3	21-01-83	24-01-83	21-01-83	24-01-83	0	0	R.C.
8	12	** FICTICIA **	0	21-01-83	24-01-83	21-01-83	24-01-83	8	0	
8	15	TUBERIAS A	8	26-01-83	03-02-83	05-02-83	14-02-83	9	0	
9	10	BOTAR VEGETAL E	1	25-01-83	25-01-83	25-01-83	25-01-83	0	0	R.C.
9	24	** FICTICIA **	0	25-01-83	25-01-83	25-01-83	25-01-83	6	6	
10	11	MOV. TIERRA J1	2	26-01-83	27-01-83	26-01-83	27-01-83	0	0	R.C.
10	12	** FICTICIA **	0	26-01-83	27-01-83	26-01-83	27-01-83	8	0	
11	13	BOTAR VEGETAL F	2	28-01-83	29-01-83	28-01-83	29-01-83	0	0	R.C.
12	16	MOV. TIERRA E	2	28-01-83	27-01-83	04-02-83	05-02-83	8	8	
13	14	SUB-BASE F	3	31-01-83	02-02-83	31-01-83	02-02-83	0	0	R.C.
14	16	SUB-BASE A	3	03-02-83	05-02-83	03-02-83	05-02-83	0	0	R.C.
15	17	TUBERIAS E	3	04-02-83	07-02-83	15-02-83	17-02-83	9	0	
16	18	SUB-BASE E	2	07-02-83	08-02-83	07-02-83	08-02-83	0	0	R.C.
17	19	TUBERIAS F	2	08-02-83	09-02-83	18-02-83	19-02-83	9	0	
18	20	SUB-BASE M	2	09-02-83	10-02-83	09-02-83	10-02-83	0	0	R.C.
19	21	TUBERIAS J	1	10-02-83	10-02-83	21-02-83	21-02-83	9	0	
20	22	SUB-BASE K	1	11-02-83	11-02-83	11-02-83	11-02-83	0	0	R.C.
21	23	TUBERIAS G	3	11-02-83	14-02-83	22-02-83	24-02-83	9	0	
22	25	SUB-BASE E.P.L.	1	12-02-83	12-02-83	12-02-83	12-02-83	0	0	R.C.
23	26	TRAGANTES A	15	15-02-83	03-03-83	25-02-83	14-03-83	9	0	
24	32	TECHO E.P.L.	15	01-02-83	17-02-83	01-02-83	17-02-83	0	0	R.C.
25	27	SUB-BASE J1	2	14-02-83	15-02-83	14-02-83	15-02-83	0	0	R.C.
26	28	TRAGANTES E	5	04-03-83	09-03-83	15-03-83	19-03-83	9	0	
27	29	SUB-BASE J	1	16-02-83	16-02-83	16-02-83	16-02-83	0	0	R.C.
28	30	TRAGANTES F	2	10-03-83	11-03-83	21-03-83	22-03-83	9	0	
29	31	BASE A	3	17-02-83	19-02-83	17-02-83	19-02-83	0	0	R.C.
30	38	TRAGANTES J	5	12-03-83	17-03-83	23-03-83	28-03-83	9	0	
31	33	HORMIGON A	7	21-02-83	28-02-83	21-02-83	28-02-83	0	0	R.C.
31	34	BASE E	2	21-02-83	22-02-83	26-02-83	28-02-83	5	0	
32	39	CASETA GUARDAS	15	18-02-83	07-03-83	18-02-83	07-03-83	0	0	R.C.
33	35	** FICTICIA **	0	18-02-83	07-03-83	18-02-83	07-03-83	3	0	
33	34	ESPALDON A	6	01-03-83	07-03-83	01-03-83	07-03-83	0	0	R.C.
34	35	** FICTICIA **	0	01-03-83	07-03-83	01-03-83	07-03-83	8	5	
34	36	BASE F	2	23-02-83	24-02-83	01-03-83	02-03-83	5	0	
35	40	HORMIGON E	5	01-03-83	05-03-83	04-03-83	09-03-83	3	0	
36	37	BASE J	1	25-02-83	25-02-83	03-03-83	03-03-83	5	0	
37	36	BASE J1	2	26-02-83	26-02-83	04-03-83	05-03-83	5	0	
38	41	BASE K	1	01-03-83	01-03-83	07-03-83	07-03-83	5	0	
39	42	** FICTICIA **	0	01-03-83	01-03-83	07-03-83	07-03-83	3	0	
39	47	CUNETAS A	9	08-03-83	17-03-83	08-03-83	17-03-83	0	0	R.C.

ANALISIS CPM DE PROYECTOS

COD PROYECTO: T370EA  
FECHA INICIO: 10-01-83

NOM PROYECTO: VIAS DE ACCESO Y AMPLIACION  
CPM REALIZADO POR: PLANIFICACION

ACTIVIDAD		DESCRIPCION	DURACION (DIAS)	FECHAS MAS TEMPRANAS		FECHAS MAS TARDIAS		HOLGURAS (DIAS)		RUUTA CRITICA
P	Q			INICIO	FIN	INICIO	FIN	TOTAL	LIBRE	
40	42	** FICTICIA **	0	08-03-83	17-03-83	08-03-83	17-03-83	4	1	
40	44	** FICTICIA **	0	08-03-83	17-03-83	08-03-83	17-03-83	3	0	
41	43	BASE M	2	02-03-83	03-03-83	08-03-83	09-03-83	5	0	
42	45	ESPALDON E	4	08-03-83	11-03-83	11-03-83	15-03-83	3	0	
43	44	** FICTICIA **	0	08-03-83	11-03-83	11-03-83	15-03-83	5	2	
43	57	BASE E.P.L	1	04-03-83	04-03-83	28-03-83	28-03-83	20	13	
44	46	HORMIGON M	5	07-03-83	11-03-83	10-03-83	15-03-83	3	0	
45	47	** FICTICIA **	0	07-03-83	11-03-83	10-03-83	15-03-83	5	5	
45	48	** FICTICIA **	0	07-03-83	11-03-83	10-03-83	15-03-83	3	0	
46	48	** FICTICIA **	0	07-03-83	11-03-83	10-03-83	15-03-83	3	0	
46	49	HORMIGON J1	5	12-03-83	17-03-83	16-03-83	21-03-83	3	0	
47	51	CUNETAS E	7	18-03-83	25-03-83	18-03-83	25-03-83	0	0	R.C.
48	50	ESPALDON M	5	12-03-83	17-03-83	16-03-83	21-03-83	3	0	
49	52	** FICTICIA **	0	12-03-83	17-03-83	16-03-83	21-03-83	3	0	
49	53	HORMIGON J	1	18-03-83	18-03-83	25-03-83	25-03-83	5	0	
50	51	** FICTICIA **	0	18-03-83	18-03-83	25-03-83	25-03-83	7	7	
50	52	** FICTICIA **	0	18-03-83	18-03-83	25-03-83	25-03-83	3	0	
51	55	CUNETAS M	3	26-03-83	29-03-83	26-03-83	29-03-83	0	0	R.C.
52	54	ESPALDON J1	4	18-03-83	22-03-83	22-03-83	25-03-83	3	0	
53	56	** FICTICIA **	0	18-03-83	22-03-83	22-03-83	25-03-83	6	3	
53	57	HORMIGON K	1	19-03-83	19-03-83	28-03-83	28-03-83	7	0	
54	55	** FICTICIA **	0	19-03-83	19-03-83	28-03-83	28-03-83	6	6	
54	56	** FICTICIA **	0	19-03-83	19-03-83	28-03-83	28-03-83	3	0	
55	59	CUNETAS J1	6	30-03-83	05-04-83	30-03-83	05-04-83	0	0	R.C.
56	58	ESPALDON J	2	23-03-83	24-03-83	26-03-83	28-03-83	3	0	
57	60	HORMIGON E.P.L	2	21-03-83	22-03-83	29-03-83	30-03-83	7	0	
57	61	** FICTICIA **	0	21-03-83	22-03-83	29-03-83	30-03-83	7	0	
58	59	** FICTICIA **	0	21-03-83	22-03-83	29-03-83	30-03-83	10	10	
58	61	** FICTICIA **	0	21-03-83	22-03-83	29-03-83	30-03-83	3	0	
59	63	CUNETAS J	1	06-04-83	06-04-83	06-04-83	06-04-83	0	0	R.C.
60	64	HORMIGON F	4	23-03-83	28-03-83	31-03-83	04-04-83	7	0	
61	62	ESPALDON K	6	25-03-83	31-03-83	29-03-83	04-04-83	3	0	
62	63	** FICTICIA **	0	25-03-83	31-03-83	29-03-83	04-04-83	5	5	
62	65	** FICTICIA **	0	25-03-83	31-03-83	29-03-83	04-04-83	3	0	
63	66	CUNETAS K	2	07-04-83	08-04-83	07-04-83	08-04-83	0	0	R.C.
64	65	** FICTICIA **	1	07-04-83	08-04-83	07-04-83	08-04-83	7	0	
64	70	SENALES VERTICAL.TRANSITO	9	28-03-83	06-04-83	29-04-83	09-05-83	26	0	
64	71	SENALES HORIZONT.TRANSITO	19	28-03-83	18-04-83	18-04-83	09-05-83	16	18	
65	66	ESPALDON F	4	01-04-83	05-04-83	05-04-83	06-04-83	3	3	
66	67	CUNETAS F	7	09-04-83	16-04-83	09-04-83	16-04-83	0	0	R.C.
67	71	LIMPIEZA	19	18-04-83	09-05-83	18-04-83	09-05-83	0	0	R.C.
68	69	IRIGANTES M	20	18-03-83	09-04-83	29-03-83	20-04-83	9	0	
69	71	CASETA S.S.	16	11-04-83	28-04-83	21-04-83	09-05-83	9	9	
70	71	** FICTICIA **	0	11-04-83	28-04-83	21-04-83	09-05-83	26	28	

TARJETAS Y FORMULARIOS CONTINUA S.A.I TEL 16-04 06

NUMERO DE ACTIVIDADES= 93  
 DURACION CALCULADA = 103  
 FECHA TERMINACION = 09-05-83  
 OBSERVACION: FECHAS NO INCLUYE DOMINGOS

RECOPE S.A.

PYDCPM04A

DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN Y DESARROLLO  
ANÁLISIS CPM DE PROYECTOS

PAG 1

24/11/82

COD PROYECTO: T371  
FECHA INICIO: 10-01-83NOM PROYECTO: VIAS DE ACCESO Y AMPLIAC. PEA  
CPM REALIZADO POR: PLANIFICACION

ACTIVIDAD		DESCRIPCION	DURA- CION (DIAS)	FECHAS MAS TEMPRANAS		FECHAS MAS TARDIAS		HOLGURAS (DIAS)		RUTA CRITICA
P	Q			INICIO	FIN	INICIO	FIN	TOTAL	LIBRE	
1	2	CORTAR ARBOLES	4	10-01-83	13-01-83	25-01-83	26-01-83	13	0	
1	3	CONST. TALL. OFC. BOV.	2	10-01-83	11-01-83	10-01-83	11-01-83	0	0	R.C.
1	5	TRAZADO Y NIVELACION	4	10-01-83	13-01-83	25-01-83	28-01-83	13	0	
2	5	** FICTICIA **	0	10-01-83	13-01-83	25-01-83	28-01-83	13	0	
3	4	TUB. AGUA POT. CARTAGO	18	12-01-83	01-02-83	12-01-83	01-02-83	0	0	R.C.
3	5	** FICTICIA **	0	12-01-83	01-02-83	12-01-83	01-02-83	15	2	
4	6	** FICTICIA **	0	12-01-83	01-02-83	12-01-83	01-02-83	0	0	R.C.
4	27	** FICTICIA **	0	12-01-83	01-02-83	12-01-83	01-02-83	32	9	
5	6	BOTAR VEGETAL A	2	14-01-83	15-01-83	29-01-83	31-01-83	13	0	
6	7	MOV. TIERRA A	5	17-01-83	21-01-83	07-02-83	11-02-83	18	0	
6	8	BOTAR VEGETAL E	1	17-01-83	17-01-83	01-02-83	01-02-83	13	13	
7	9	TRAGANTES A	14	22-01-83	07-02-83	02-03-83	17-03-83	33	0	
7	19	** FICTICIA **	0	22-01-83	07-02-83	02-03-83	17-03-83	18	9	
7	24	TUBERIAS A	8	22-01-83	31-01-83	22-02-83	02-03-83	26	5	
7	25	SUB-BASE A	3	22-01-83	25-01-83	12-02-83	15-02-83	18	10	
8	18	BOTAR VEGETAL EST.	4	02-02-83	05-02-83	02-02-83	05-02-83	0	0	R.C.
8	19	** FICTICIA **	0	02-02-83	05-02-83	02-02-83	05-02-83	9	0	
9	10	TRAGANTES E	9	08-02-83	17-02-83	18-03-83	28-03-83	33	0	
10	11	TRAGANTES M	15	18-02-83	07-03-83	29-03-83	14-04-83	33	0	
11	12	TRAGANTES G	3	08-03-83	10-03-83	15-04-83	18-04-83	33	0	
12	13	TRAGANTES F	2	11-03-83	12-03-83	19-04-83	20-04-83	33	0	
13	14	TRAGANTES E.P.L	7	14-03-83	21-03-83	21-04-83	28-04-83	33	0	
14	15	TRAGANTES I	14	22-03-83	06-04-83	29-04-83	14-05-83	33	0	
15	16	TRAGANTES H	3	07-04-83	09-04-83	16-05-83	18-05-83	33	0	
16	17	TRAGANTES J	5	11-04-83	15-04-83	19-05-83	24-05-83	33	0	
17	100	TRAGANTES EST.	45	16-04-83	07-06-83	25-05-83	15-07-83	33	33	
18	20	BOTAR VEGETAL G	2	07-02-83	08-02-83	07-02-83	08-02-83	0	0	R.C.
18	23	** FICTICIA **	0	07-02-83	08-02-83	07-02-83	08-02-83	7	0	
19	23	MOV. TIERRA E	2	02-02-83	03-02-83	12-02-83	14-02-83	9	2	
20	26	MOV. TIERRA E.P.L	3	09-02-83	11-02-83	09-02-83	11-02-83	0	0	R.C.
20	29	** FICTICIA **	0	09-02-83	11-02-83	09-02-83	11-02-83	8	0	
23	24	** FICTICIA **	0	09-02-83	11-02-83	09-02-83	11-02-83	21	0	
23	25	** FICTICIA **	0	09-02-83	11-02-83	09-02-83	11-02-83	8	0	
23	42	MOV. TIERRA EST.	11	07-02-83	18-02-83	15-02-83	26-02-83	7	0	
24	39	TUBERIAS E	3	07-02-83	09-02-83	03-03-83	05-03-83	21	0	
25	29	SUB-BASE E	2	07-02-83	08-02-83	16-02-83	17-02-83	8	0	
26	27	** FICTICIA **	0	07-02-83	08-02-83	16-02-83	17-02-83	23	0	
26	30	** FICTICIA **	0	07-02-83	08-02-83	16-02-83	17-02-83	7	0	
26	31	BOTAR VEGETAL I	1	12-02-83	12-02-83	12-02-83	12-02-83	0	0	R.C.
27	28	TECHO E.P.L	41	12-02-83	31-03-83	11-03-83	27-04-83	23	0	
28	77	CASSETAS E.P.L	17	01-04-83	20-04-83	28-04-83	17-05-83	23	3	
29	30	SUB-BASE G	2	09-02-83	10-02-83	18-02-83	19-02-83	8	1	
30	32	SUB-BASE E.P.L	1	12-02-83	12-02-83	21-02-83	21-02-83	7	0	
31	32	** FICTICIA **	0	12-02-83	12-02-83	21-02-83	21-02-83	7	0	
31	33	BOTAR VEGETAL J	1	14-02-83	14-02-83	14-02-83	14-02-83	0	0	R.C.
32	34	SUB-BASE I	2	14-02-83	15-02-83	22-02-83	23-02-83	7	0	
33	34	** FICTICIA **	0	14-02-83	15-02-83	22-02-83	23-02-83	8	1	
33	35	BOTAR VEGETAL K	2	15-02-83	16-02-83	15-02-83	16-02-83	0	0	R.C.
34	36	SUB-BASE J	1	16-02-83	16-02-83	24-02-83	24-02-83	7	0	



RECOPE S.A.

PYDCPM04A

DIRECCION DE PLANIFICACION Y DESARROLLO

PAG 2

24/11/82

ANALISIS CPM DE PROYECTOS

COD PROYECTO: T371

NOM PROYECTO: VIAS DE ACCESO Y AMPLIAC. PEA

FECHA INICIO: 10-01-83

CPM REALIZADO POR: PLANIFICACION

P	U	ACTIVIDAD DESCRIPCION	DURA- CION (DIAS)	FECHAS MAS TEMPRANAS		FECHAS MAS TARDIAS		HOLGURAS (DIAS)		RUTA CRITICA
				INICIO	FIN	INICIO	FIN	TOTAL	LIBRE	
35	36	** FICTICIA **	0	16-02-83	16-02-83	24-02-83	24-02-83	7	0	
35	37	BOTAR VEGETAL M	2	17-02-83	18-02-83	17-02-83	18-02-83	0	0	R.C.
36	50	SUB-BASE K	1	17-02-83	17-02-83	25-02-83	25-02-83	7	7	
37	38	BOTAR VEGETAL H	3	19-02-83	22-02-83	19-02-83	22-02-83	0	0	R.C.
37	43	** FICTICIA **	0	19-02-83	22-02-83	19-02-83	22-02-83	7	0	
38	44	** FICTICIA **	0	19-02-83	22-02-83	19-02-83	22-02-83	11	4	
38	49	BOTAR VEGETAL F	3	23-02-83	25-02-83	23-02-83	25-02-83	0	0	R.C.
39	40	TUBERIAS G	1	10-02-83	10-02-83	07-03-83	07-03-83	21	0	
40	41	TUBERIAS E.P.L	3	11-02-83	14-02-83	08-03-83	10-03-83	21	0	
41	45	TUBERIAS J	1	15-02-83	15-02-83	11-03-83	11-03-83	21	3	
42	43	** FICTICIA **	0	15-02-83	15-02-83	11-03-83	11-03-83	7	0	
42	45	** FICTICIA **	0	15-02-83	15-02-83	11-03-83	11-03-83	18	0	
42	51	** FICTICIA **	0	15-02-83	15-02-83	11-03-83	11-03-83	9	9	
43	44	MOV. TIERRA M	7	19-02-83	26-02-83	28-02-83	07-03-83	7	0	
44	46	MOV. TIERRA H	3	28-02-83	02-03-83	08-03-83	10-03-83	7	0	
44	52	** FICTICIA **	0	28-02-83	02-03-83	08-03-83	10-03-83	8	8	
45	47	TUBERIAS EST	14	19-02-83	07-03-83	12-03-83	28-03-83	18	0	
46	48	** FICTICIA **	0	19-02-83	07-03-83	12-03-83	28-03-83	24	6	
46	53	** FICTICIA **	0	19-02-83	07-03-83	12-03-83	28-03-83	7	7	
47	48	TUBERIAS M	2	08-03-83	09-03-83	29-03-83	30-03-83	18	0	
48	54	TUBERIAS I	2	10-03-83	11-03-83	31-03-83	01-04-83	18	0	
49	50	** FICTICIA **	0	10-03-83	11-03-83	31-03-83	01-04-83	0	0	R.C.
50	51	SUB-BASE F	3	26-02-83	01-03-83	26-02-83	01-03-83	0	0	R.C.
51	52	SUB-BASE EST.	6	02-03-83	08-03-83	02-03-83	08-03-83	0	0	R.C.
52	53	SUB-BASE M	2	09-03-83	10-03-83	09-03-83	10-03-83	0	0	R.C.
53	54	SUB-BASE H	4	11-03-83	15-03-83	11-03-83	15-03-83	0	0	R.C.
54	55	TUBERIAS H	2	12-03-83	14-03-83	02-04-83	04-04-83	18	0	
55	56	TUBERIAS F	2	15-03-83	16-03-83	05-04-83	06-04-83	18	0	
56	57	CASSETAS EST.	36	17-03-83	27-04-83	07-04-83	18-05-83	18	0	
57	58	TECHO EST.	40	28-04-83	13-06-83	19-05-83	04-07-83	18	0	
58	100	LIMPIEZA	10	14-06-83	24-06-83	05-07-83	15-07-83	18	18	
59	60	BASE A	3	16-03-83	18-03-83	16-03-83	18-03-83	0	0	R.C.
60	61	BASE E	2	19-03-83	21-03-83	22-03-83	23-03-83	2	0	
60	62	HORMIGON A	7	19-03-83	26-03-83	19-03-83	26-03-83	0	0	R.C.
61	62	** FICTICIA **	0	19-03-83	26-03-83	19-03-83	26-03-83	5	5	
61	63	BASE M	2	22-03-83	23-03-83	24-03-83	25-03-83	2	0	
62	64	HORMIGON E	5	28-03-83	01-04-83	28-03-83	01-04-83	0	0	R.C.
62	76	** FICTICIA **	0	28-03-83	01-04-83	28-03-83	01-04-83	41	21	
63	64	** FICTICIA **	0	28-03-83	01-04-83	28-03-83	01-04-83	8	8	
63	65	BASE EST.	6	24-03-83	30-03-83	26-03-83	01-04-83	2	0	
64	66	HORMIGON M	6	02-04-83	08-04-83	02-04-83	08-04-83	0	0	R.C.
64	77	** FICTICIA **	0	02-04-83	08-04-83	02-04-83	08-04-83	39	19	
65	66	BASE J	1	31-03-83	31-03-83	02-04-83	02-04-83	2	0	
66	67	BASE G	3	01-04-83	04-04-83	04-04-83	06-04-83	2	0	
67	68	** FICTICIA **	0	01-04-83	04-04-83	04-04-83	06-04-83	4	4	
67	69	BASE F	2	05-04-83	06-04-83	07-04-83	08-04-83	2	0	
68	70	HORMIGON G	8	09-04-83	18-04-83	09-04-83	18-04-83	0	0	R.C.
68	84	** FICTICIA **	0	09-04-83	18-04-83	09-04-83	18-04-83	41	15	
69	70	** FICTICIA **	0	09-04-83	18-04-83	09-04-83	18-04-83	10	10	

RECOPES S.A.

PYDCPM04A

DIRECCION DE PLANIFICACION Y DESARROLLO  
ANALISIS CPM DE PROYECTOS

PAG 3

24/11/82

COD PROYECTO: T371  
FECHA INICIO: 10-01-83NOM PROYECTO: VIAS DE ACCESO Y AMPLIAC. PEA  
CPM REALIZADO POR: PLANIFICACION

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	DURA- CION (DIAS)	FECHAS MAS TEMPRANAS		FECHAS MAS TARDIAS		HOLGURAS (DIAS)		RUTA CRITICA
			INICIO	FIN	INICIO	FIN	TOTAL	LIBRE	
69	71	BASE K	07-04-83	07-04-83	09-04-83	09-04-83	2	0	
70	75	HORMIGON F	19-04-83	22-04-83	19-04-83	22-04-83	0	0	R.C.
70	86	** FICTICIA **	19-04-83	22-04-83	19-04-83	22-04-83	40	9	
71	72	BASE E.P.L	08-04-83	08-04-83	11-04-83	11-04-83	2	0	
72	73	BASE J	09-04-83	11-04-83	12-04-83	13-04-83	2	0	
73	74	BASE H	12-04-83	20-04-83	14-04-83	22-04-83	2	0	
74	75	** FICTICIA **	12-04-83	20-04-83	14-04-83	22-04-83	2	2	
74	76	** FICTICIA **	12-04-83	20-04-83	14-04-83	22-04-83	20	0	
75	78	HORMIGON H	23-04-83	03-05-83	23-04-83	03-05-83	0	0	R.C.
75	88	** FICTICIA **	23-04-83	03-05-83	23-04-83	03-05-83	39	7	
76	77	ESPALDON A	21-04-83	23-04-83	14-05-83	17-05-83	20	0	
77	80	ESPALDON E	25-04-83	26-04-83	25-05-83	26-05-83	26	0	
77	85	CUNETAS A	25-04-83	03-05-83	18-05-83	26-05-83	20	0	
78	79	HORMIGON I	04-05-83	07-05-83	04-05-83	07-05-83	0	0	R.C.
78	81	** FICTICIA **	04-05-83	07-05-83	04-05-83	07-05-83	35	1	
79	80	HORMIGON J	09-05-83	09-05-83	09-05-83	09-05-83	0	0	R.C.
79	82	** FICTICIA **	09-05-83	09-05-83	09-05-83	09-05-83	38	1	
80	81	HORMIGON E.P.L	10-05-83	11-05-83	10-05-83	11-05-83	0	0	R.C.
80	94	** FICTICIA **	10-05-83	11-05-83	10-05-83	11-05-83	51	2	
81	82	HORMIGON K	12-05-83	14-05-83	12-05-83	14-05-83	0	0	R.C.
82	83	HORMIGON EST.	16-05-83	17-06-83	16-05-83	17-06-83	0	0	R.C.
82	96	** FICTICIA **	16-05-83	17-06-83	16-05-83	17-06-83	49	0	
83	99	SENALES HORIZ. TRANSITO	16-06-83	15-07-83	18-06-83	15-07-83	0	0	R.C.
83	100	SENALES VERT. TRANSITO	16-06-83	23-06-83	11-07-83	15-07-83	19	19	
84	85	** FICTICIA **	16-06-83	23-06-83	11-07-83	15-07-83	26	6	
84	86	ESPALDON M	27-04-83	26-04-83	02-06-83	03-06-83	31	0	
85	87	CUNETAS E	04-05-83	11-05-83	27-05-83	03-06-83	20	0	
86	87	** FICTICIA **	04-05-83	11-05-83	27-05-83	03-06-83	31	11	
86	88	ESPALDON G	29-04-83	30-04-83	06-06-83	07-06-83	32	0	
87	89	CUNETAS F	12-05-83	14-05-83	04-06-83	07-06-83	20	0	
88	89	** FICTICIA **	12-05-83	14-05-83	04-06-83	07-06-83	32	12	
88	90	ESPALDON F	02-05-83	04-05-83	10-06-83	13-06-83	34	0	
89	91	ESPALDON G	16-05-83	20-05-83	08-06-83	13-06-83	20	0	
90	91	** FICTICIA **	16-05-83	20-05-83	08-06-83	13-06-83	34	14	
90	92	ESPALDON H	05-05-83	09-05-83	17-06-83	21-06-83	37	0	
91	93	CUNETAS F	21-05-83	28-05-83	14-06-83	21-06-83	20	0	
92	93	** FICTICIA **	21-05-83	28-05-83	14-06-83	21-06-83	37	17	
92	94	ESPALDON I	10-05-83	11-05-83	06-07-83	07-07-83	49	0	
93	95	CUNETAS H	30-05-83	14-06-83	22-06-83	07-07-83	20	0	
94	95	** FICTICIA **	30-05-83	14-06-83	22-06-83	07-07-83	49	29	
94	96	ESPALDON J	12-05-83	12-05-83	11-07-83	11-07-83	51	2	
95	97	CUNETAS I	15-06-83	18-06-83	08-07-83	12-07-83	20	0	
96	97	** FICTICIA **	15-06-83	18-06-83	08-07-83	12-07-83	50	30	
96	98	ESPALDON K	16-05-83	17-05-83	12-07-83	13-07-83	49	29	
97	98	CUNETAS J	20-06-83	20-06-83	13-07-83	13-07-83	20	0	
98	100	CUNETAS K	21-06-83	22-06-83	14-07-83	15-07-83	20	20	
99	100	** FICTICIA **	21-06-83	22-06-83	14-07-83	15-07-83	0	0	R.C.

NUMERO DE ACTIVIDADES = 145

DURACION CALCULADA = 161

FECHA TERMINACION = 15-07-83

OBSERVACION: FECHAS NO INCLUYE DOMINGOS

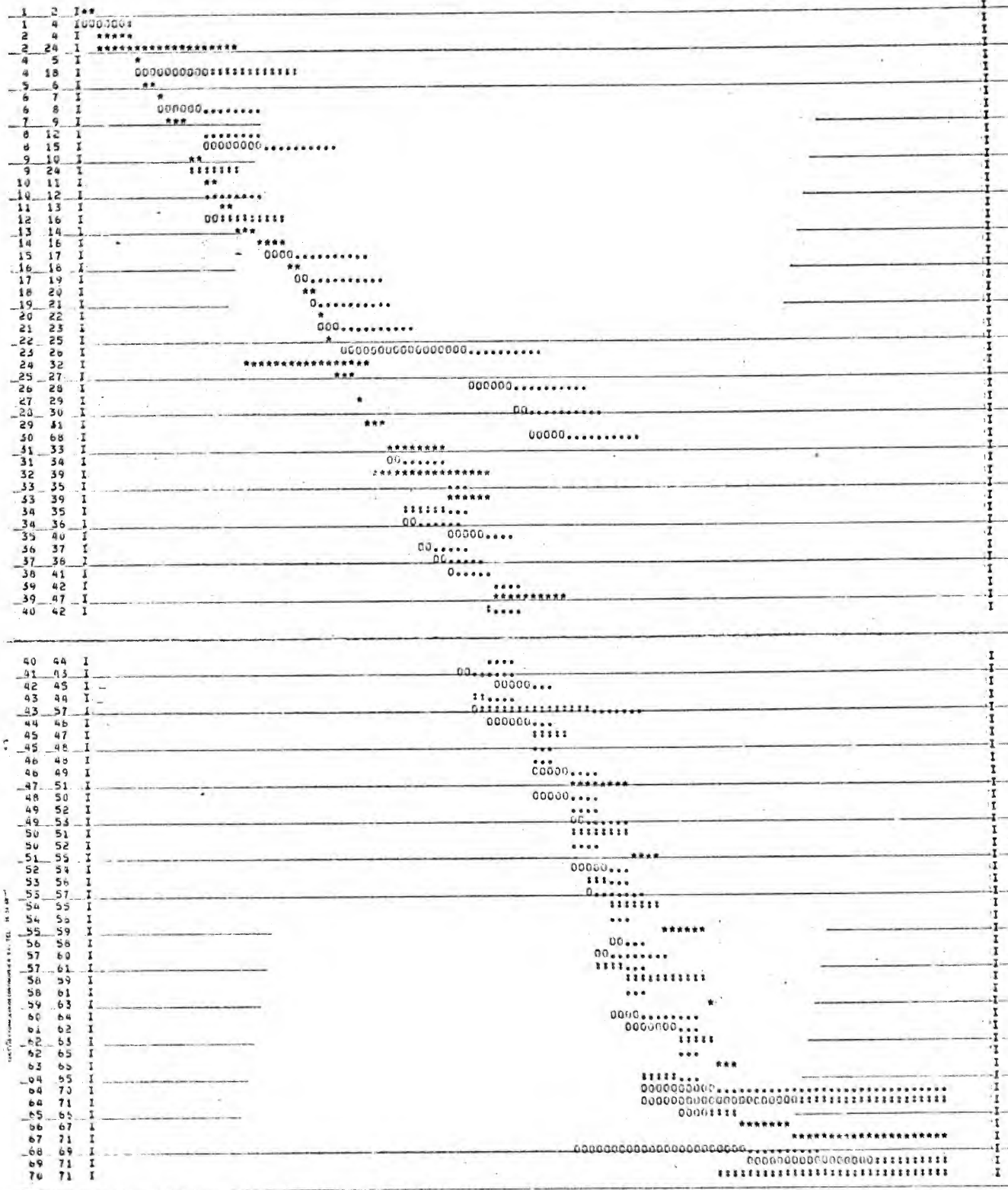
DIAGRAMA DE BARRAS  
MAESTRO DE ACTIVIDADES



CRM PROYECTO: T370EA NOM PROYECTO: VIAS DE ACCESO Y AMPLIACION  
FECHA INICIO: 10-01-83 CRM REALIZADO POR: PLANIFICACION

GRAFICO DE BARRAS

ESCALA DE REFERENCIA ( 10 ESPACIOS = 9 DIAS -NO INCLUYE DOMINGOS- )



10-01-83 14-01-83 19-01-83 09-02-83 19-02-83 02-03-83 12-03-83 23-03-83 02-04-83 13-04-83 23-04-83 04-05-83 14-05-83

SINBOLOGIA  
OOO = DURACION PROGRAMADA  
III = REALIZADA (LINEA Y TOTAL)

CF

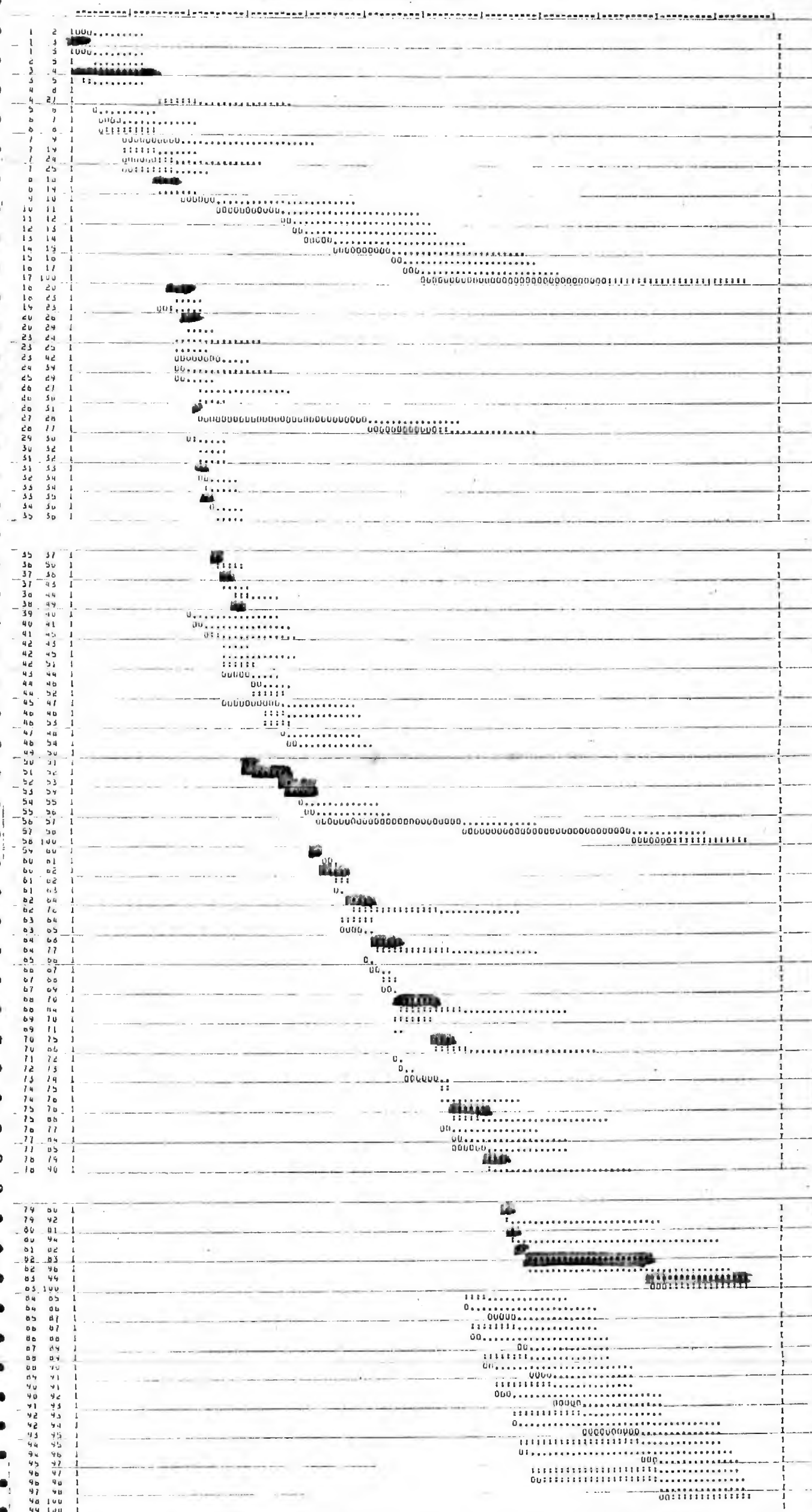
PROYECTO	ACT	DESCRIPCION	PROGRAMACION ORIGINAL			ULTIMA PROGRAMACION			E J E C U C I O N		HORS HOME	AVA FIS	RT CR	CA AT
			INICIO	TERMINO	DUR	INICIO	TERMINO	DUR	INICIO	TERMINO				
T370EA	1	CONST. TALL. OFC. BOD.	10/01/83	11/01/83	2	10/01/83	11/01/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	2	CORTAR ARBOLES	12/01/83	15/01/83	4	12/01/83	15/01/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	3	TRAZADO Y NIVELACION	10/01/83	14/01/83	5	10/01/83	14/01/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	4	MOV. TIERRA A	19/01/83	24/01/83	5	19/01/83	24/01/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	5	BOTAR VEGETAL A	17/01/83	18/01/83	2	17/01/83	18/01/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	6	MOV. TIERRA E	25/01/83	26/01/83	2	25/01/83	26/01/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	7	BOTAR VEGETAL E	24/01/83	24/01/83	1	24/01/83	24/01/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	8	BOTAR VEGETAL F	27/01/83	28/01/83	2	27/01/83	28/01/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	9	MOV. TIERRA J1	25/01/83	26/01/83	2	25/01/83	26/01/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	10	BOTAR VEGETAL K	19/01/83	19/01/83	1	19/01/83	19/01/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	11	MOV. TIERRA M	15/01/83	25/01/83	9	15/01/83	25/01/83	9	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	12	BOTAR VEGETAL M	15/01/83	15/01/83	1	15/01/83	15/01/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	13	MOV. TIERRA E.P.L.	20/01/83	22/01/83	3	20/01/83	22/01/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	14	SUB-BASE A	02/02/83	04/02/83	3	02/02/83	04/02/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	15	SUB-BASE E	05/02/83	07/02/83	2	05/02/83	07/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	16	SUB-BASE F	29/01/83	01/02/83	3	29/01/83	01/02/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	17	SUB-BASE J	15/02/83	15/02/83	1	15/02/83	15/02/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	18	SUB-BASE J1	12/02/83	14/02/83	2	12/02/83	14/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	19	SUB-BASE K	10/02/83	10/02/83	1	10/02/83	10/02/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	20	SUB-BASE M	08/02/83	09/02/83	2	08/02/83	09/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	21	SUB-BASE E.P.L.	11/02/83	11/02/83	1	11/02/83	11/02/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	22	BASE A	16/02/83	18/02/83	3	16/02/83	18/02/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	23	BASE E	19/02/83	21/02/83	2	19/02/83	21/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	24	BASE F	22/02/83	23/02/83	2	22/02/83	23/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	25	BASE J	24/02/83	24/02/83	1	24/02/83	24/02/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	26	BASE J1	25/02/83	26/02/83	2	25/02/83	26/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	27	BASE K	28/02/83	28/02/83	1	28/02/83	28/02/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	28	BASE M	01/03/83	02/03/83	2	01/03/83	02/03/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	29	BASE E.P.L.	03/03/83	03/03/83	1	03/03/83	03/03/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	30	HORMIGON A	19/02/83	26/02/83	7	19/02/83	26/02/83	7	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	31	HORMIGON E	28/02/83	04/03/83	5	28/02/83	04/03/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	32	HORMIGON F	23/03/83	26/03/83	4	23/03/83	26/03/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	33	HORMIGON J	17/03/83	17/03/83	1	17/03/83	17/03/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	34	HORMIGON J1	11/03/83	16/03/83	5	11/03/83	16/03/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	35	HORMIGON K	18/03/83	18/03/83	1	18/03/83	18/03/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	36	HORMIGON M	05/03/83	10/03/83	5	05/03/83	10/03/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	37	HORMIGON E.P.L.	21/03/83	22/03/83	2	21/03/83	22/03/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	38	ESPALDON A	04/03/83	10/03/83	6	04/03/83	10/03/83	6	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	39	ESPALDON C	11/03/83	15/03/83	4	11/03/83	15/03/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	40	ESPALDON F	05/04/83	08/04/83	4	05/04/83	08/04/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	41	ESPALDON J	26/03/83	28/03/83	2	26/03/83	28/03/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	42	ESPALDON J1	22/03/83	25/03/83	4	22/03/83	25/03/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	43	ESPALDON K	29/03/83	04/04/83	6	29/03/83	04/04/83	6	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	44	ESPALDON M	16/03/83	21/03/83	5	16/03/83	21/03/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	45	CUNETAS A	11/03/83	21/03/83	9	11/03/83	21/03/83	9	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	46	CUNETAS E	22/03/83	29/03/83	7	22/03/83	29/03/83	7	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	47	CUNETAS F	18/04/83	25/04/83	7	18/04/83	25/04/83	7	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	48	CUNETAS J	14/04/83	14/04/83	1	14/04/83	14/04/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	49	CUNETAS J1	07/04/83	13/04/83	6	07/04/83	13/04/83	6	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	50	CUNETAS K	15/04/83	16/04/83	2	15/04/83	16/04/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	51	CUNETAS M	04/04/83	06/04/83	3	04/04/83	06/04/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	52	TUBERIAS A	25/01/83	02/02/83	8	25/01/83	02/02/83	8	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	53	TUBERIAS E	03/02/83	05/02/83	3	03/02/83	05/02/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	54	TUBERIAS F	07/02/83	08/02/83	2	07/02/83	08/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	55	TUBERIAS J	09/02/83	09/02/83	1	09/02/83	09/02/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0

PROYECTO	ACT	DESCRIPCION	PROGRAMACION ORIGINAL			ULTIMA PROGRAMACION			EJECUCION		HORS HOMB	AVA FIS	RT CR	CA AT
			INICIO	TERMINO	DUR	INICIO	TERMINO	DUR	INICIO	TERMINO				
T370EA	56	TUBERIAS M	10/02/83	12/02/83	3	10/02/83	12/02/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	57	TRAGANTES A	14/02/83	02/03/83	15	14/02/83	02/03/83	15	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	58	TRAGANTES E	03/03/83	08/03/83	5	03/03/83	08/03/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	59	TRAGANTES F	09/03/83	10/03/83	2	09/03/83	10/03/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	60	TRAGANTES J	11/03/83	16/03/83	5	11/03/83	16/03/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	61	TRAGANTES M	17/03/83	08/04/83	20	17/03/83	08/04/83	20	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	62	CASETA S.S.	09/04/83	27/04/83	16	09/04/83	27/04/83	16	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	63	CASETA GUARDAS	18/02/83	07/03/83	15	18/02/83	07/03/83	15	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	64	TECHO E.P.L	01/02/83	17/02/83	15	01/02/83	17/02/83	15	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	65	SENALES VERTICAL TRANSITO	28/03/83	06/04/83	9	28/03/83	06/04/83	9	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	66	SENALES HORIZONT TRANSITO	28/03/83	18/04/83	19	28/03/83	18/04/83	19	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	67	LIMPIEZA	07/04/83	28/04/83	19	07/04/83	28/04/83	19	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T370EA	68	TUB. AGUA PDT. CARTAGO	12/01/83	31/01/83	17	12/01/83	31/01/83	17	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0

COD PROYECTO: 1371 NOM PROYECTO: VIAS DE ACCESO Y AMPLIAC. MEA  
FECHA INICIO: 10-01-83 CPM REALIZADO POR: PLANIFICACION

GRAFICO DE BARRAS

ESCALA DE REFERENCIA (10 ESPACIOS = 14 DIAS -NO INCLUYE DOMINGOS- )



10-01-83 25-01-83 10-02-83 26-02-83 15-03-83 31-03-83 16-04-83 03-05-83 19-05-83 04-06-83 21-06-83 07-07-83 23-07-83

SIMBOLOGIA  
 OOOO = DURACION PROGRAMADA  
 IIII = HUELGAS (LIBRE Y TOTAL)  
 . . . . = HUELGAS TOTAL  
 \*\*\* = RUTA CRITICA



SPAPU4 RECOPE		MAESTRO DE ACTIVIDADES							24/11/82		1			
PROYECTO	ACT	DESCRIPCION	PROGRAMACION ORIGINAL			ULTIMA PROGRAMACION			E J E C U C I O N		HORS HOMB	AVA FIS	RT CR	CA AT
			INICIO	TERMINO	DUR	INICIO	TERMINO	DUR	INICIO	TERMINO				
T371	1	CONST. TALL. OFC. BOD.	10/01/83	11/01/83	2	10/01/83	11/01/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	2	CORTAR ARBOLES	10/01/83	13/01/83	4	10/01/83	13/01/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	3	TRAZADO Y NIVELACION	10/01/83	13/01/83	4	10/01/83	13/01/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	4	MOV. TIERRA A	17/01/83	21/01/83	5	17/01/83	21/01/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	5	BOTAR VEGETAL A	14/01/83	15/01/83	2	14/01/83	15/01/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	6	MOV. TIERRA E	22/01/83	24/01/83	2	22/01/83	24/01/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	7	BOTAR VEGETAL E	17/01/83	17/01/83	1	17/01/83	17/01/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	8	BOTAR VEGETAL F	08/02/83	10/02/83	3	08/02/83	10/02/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	9	BOTAR VEGETAL G	22/01/83	24/01/83	2	22/01/83	24/01/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	10	MOV. TIERRA H	18/02/83	21/02/83	3	18/02/83	21/02/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	11	BOTAR VEGETAL H	04/02/83	07/02/83	3	04/02/83	07/02/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	12	BOTAR VEGETAL I	28/01/83	28/01/83	1	28/01/83	28/01/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	13	BOTAR VEGETAL J	29/01/83	29/01/83	1	29/01/83	29/01/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	14	BOTAR VEGETAL K	31/01/83	01/02/83	2	31/01/83	01/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	15	MOV. TIERRA M	10/02/83	17/02/83	7	10/02/83	17/02/83	7	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	16	BOTAR VEGETAL M	02/02/83	03/02/83	2	02/02/83	03/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	17	MOV. TIERRA EST.	25/02/83	09/03/83	11	25/02/83	09/03/83	11	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	18	BOTAR VEGETAL EST.	18/01/83	21/01/83	4	18/01/83	21/01/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	19	MOV. TIERRA E.P.L	25/01/83	27/01/83	3	25/01/83	27/01/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	20	SUB-BASE A	29/01/83	01/02/83	3	29/01/83	01/02/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	21	SUB-BASE E	02/02/83	03/02/83	2	02/02/83	03/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	22	SUB-BASE F	12/02/83	15/02/83	3	12/02/83	15/02/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	23	SUB-BASE G	04/02/83	05/02/83	2	04/02/83	05/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	24	SUB-BASE H	25/02/83	01/03/83	4	25/02/83	01/03/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	25	SUB-BASE I	08/02/83	09/02/83	2	08/02/83	09/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	26	SUB-BASE J	10/02/83	10/02/83	1	10/02/83	10/02/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	27	SUB-BASE K	11/02/83	11/02/83	1	11/02/83	11/02/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	28	SUB-BASE M	23/02/83	24/02/83	2	23/02/83	24/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	29	SUB-BASE EST.	16/02/83	22/02/83	6	16/02/83	22/02/83	6	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	30	SUB-BASE E.P.L	07/02/83	07/02/83	1	07/02/83	07/02/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	31	BASE A	02/03/83	04/03/83	3	02/03/83	04/03/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	32	BASE E	05/03/83	07/03/83	2	05/03/83	07/03/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	33	BASE F	22/03/83	23/03/83	2	22/03/83	23/03/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	34	BASE G	18/03/83	21/03/83	3	18/03/83	21/03/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	35	BASE H	29/03/83	06/04/83	8	29/03/83	06/04/83	8	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	36	BASE I	26/03/83	28/03/83	2	26/03/83	28/03/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	37	BASE J	17/03/83	17/03/83	1	17/03/83	17/03/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	38	BASE K	24/03/83	24/03/83	1	24/03/83	24/03/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	39	BASE M	08/03/83	09/03/83	2	08/03/83	09/03/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	40	BASE EST.	10/03/83	16/03/83	6	10/03/83	16/03/83	6	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	41	BASE E.P.L	25/03/83	25/03/83	1	25/03/83	25/03/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	42	HORMIGON A	05/03/83	12/03/83	7	05/03/83	12/03/83	7	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	43	HORMIGON E	14/03/83	18/03/83	5	14/03/83	18/03/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	44	HORMIGON F	06/04/83	09/04/83	4	06/04/83	09/04/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	45	HORMIGON G	28/03/83	05/04/83	8	28/03/83	05/04/83	8	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	46	HORMIGON H	12/04/83	21/04/83	9	12/04/83	21/04/83	9	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	47	HORMIGON I	22/04/83	26/04/83	4	22/04/83	26/04/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	48	HORMIGON J	27/04/83	27/04/83	1	27/04/83	27/04/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	49	HORMIGON K	30/04/83	03/05/83	3	30/04/83	03/05/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	50	HORMIGON M	21/03/83	26/03/83	6	21/03/83	26/03/83	6	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	51	HORMIGON EST.	04/05/83	06/06/83	29	04/05/83	06/06/83	29	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	52	HORMIGON E.P.L	28/04/83	29/04/83	2	28/04/83	29/04/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	53	ESPALDON A	07/04/83	09/04/83	3	07/04/83	09/04/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	54	ESPALDON E	12/04/83	13/04/83	2	12/04/83	13/04/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	55	ESPALDON F	19/04/83	21/04/83	3	19/04/83	21/04/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0

SPAF04		RECOPÉ	MAESTRO DE ACTIVIDADES							24/11/82		2		
PROYECTO	ACT	DESCRIPCION	PROGRAMACION ORIGINAL			ULTIMA PROGRAMACION			E J E C U C I O N		HORS HOMB	AVA FIS	RT CR	CA AT
			INICIO	TERMINO	DUR	INICIO	TERMINO	DUR	INICIO	TERMINO				
T371	56	ESPALDON G	16/04/83	18/04/83	2	16/04/83	18/04/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	57	ESPALDON H	22/04/83	26/04/83	4	22/04/83	26/04/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	58	ESPALDON I	27/04/83	28/04/83	2	27/04/83	28/04/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	59	ESPALDON J	29/04/83	29/04/83	1	29/04/83	29/04/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	60	ESPALDON K	04/05/83	05/05/83	2	04/05/83	05/05/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	61	ESPALDON L	14/04/83	15/04/83	2	14/04/83	15/04/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	62	CUNETAS A	12/04/83	20/04/83	6	12/04/83	20/04/83	6	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	63	CUNETAS B	21/04/83	26/04/83	7	21/04/83	28/04/83	7	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	64	CUNETAS C	09/05/83	16/05/83	7	09/05/83	16/05/83	7	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	65	CUNETAS D	03/05/83	07/05/83	5	03/05/83	07/05/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	66	CUNETAS E	17/05/83	01/06/83	14	17/05/83	01/06/83	14	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	67	CUNETAS F	02/06/83	06/06/83	4	02/06/83	06/06/83	4	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	68	CUNETAS G	07/06/83	07/06/83	1	07/06/83	07/06/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	69	CUNETAS H	08/06/83	09/06/83	2	08/06/83	09/06/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	70	CUNETAS I	29/04/83	02/05/83	3	29/04/83	02/05/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	71	TUBERIAS A	22/01/83	31/01/83	8	22/01/83	31/01/83	8	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	72	TUBERIAS B	01/02/83	03/02/83	3	01/02/83	03/02/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	73	TUBERIAS C	05/03/83	07/03/83	2	05/03/83	07/03/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	74	TUBERIAS D	04/02/83	04/02/83	1	04/02/83	04/02/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	75	TUBERIAS E	03/03/83	04/03/83	2	03/03/83	04/03/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	76	TUBERIAS F	01/03/83	02/03/83	2	01/03/83	02/03/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	77	TUBERIAS G	09/02/83	09/02/83	1	09/02/83	09/02/83	1	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	78	TUBERIAS H	26/02/83	28/02/83	2	26/02/83	28/02/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	79	TUBERIAS EST.	10/02/83	25/02/83	14	10/02/83	25/02/83	14	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	80	TUBERIAS E.P.L	05/02/83	08/02/83	3	05/02/83	08/02/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	81	TRAGANTES A	22/01/83	07/02/83	14	22/01/83	07/02/83	14	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	82	TRAGANTES B	08/02/83	17/02/83	9	08/02/83	17/02/83	9	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	83	TRAGANTES C	11/03/83	12/03/83	2	11/03/83	12/03/83	2	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	84	TRAGANTES D	08/03/83	10/03/83	3	08/03/83	10/03/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	85	TRAGANTES E	07/04/83	09/04/83	3	07/04/83	09/04/83	3	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	86	TRAGANTES F	22/03/83	06/04/83	14	22/03/83	06/04/83	14	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	87	TRAGANTES G	12/04/83	16/04/83	5	12/04/83	16/04/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	88	TRAGANTES H	16/02/83	07/03/83	15	16/02/83	07/03/83	15	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	89	TRAGANTES EST.	18/04/83	08/06/83	45	18/04/83	08/06/83	45	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	90	TRAGANTES E.P.L	14/03/83	21/03/83	7	14/03/83	21/03/83	7	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	91	TECHU EST.	19/04/83	03/06/83	40	19/04/83	03/06/83	40	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	92	CASETAS EST.	08/03/83	18/04/83	36	08/03/83	18/04/83	36	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	93	TECHU E.P.L	02/02/83	21/03/83	41	02/02/83	21/03/83	41	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	94	CASETAS E.P.L	22/03/83	09/04/83	17	22/03/83	09/04/83	17	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	95	SENALES VERT. TRANSITO	07/06/83	11/06/83	5	07/06/83	11/06/83	5	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	96	SENALES HORIZ. TRANSITO	04/05/83	31/05/83	24	04/05/83	31/05/83	24	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	97	LIMPIEZA	04/06/83	15/06/83	10	04/06/83	15/06/83	10	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0
T371	98	TUB. AGUA PUL. CARTAGO	12/01/83	01/02/83	18	12/01/83	01/02/83	18	00/00/00	00/00/00	0	0	0	0

CFR

TUBERIA SUCEDIDA (ALTERNAR) P. 13

VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Analizando los resultados obtenidos en este trabajo se puede llegar a las siguientes conclusiones:

1. Hacer la planificación de la construcción de un proyecto por el Método de la Ruta Crítica, o por cualquier otro método, es indispensable para la adecuada ejecución de la obra, ya que permite organizar la construcción en forma tal que la utilización y distribución de los recursos sea óptima.

Además, al hacer el plan de trabajo se pueden prever y resolver posibles dificultades económicas y de necesidades de personal y maquinaria, que sin esta programación sería imposible determinar.

2. Al planear se debe hacer énfasis en la fase de asignación de duraciones y presupuestación, para lo cual es necesario tener un archivo de costos y rendimientos obtenidos en proyectos similares. Este archivo se debe ir actualizando cada vez que se realiza un nuevo proyecto, pues además de servir como evaluación al plan de ejecución de la obra, será de suma utilidad a la hora de hacer la planificación de otros proyectos en el futuro.
3. Toda empresa o compañía constructora debe contar con un equipo -



de profesionales dedicados exclusivamente a la planificación, programación y control de obras, para que este personal, de acuerdo a sus conocimientos y experiencia, colabore con el ingeniero designado como jefe de proyecto al hacer estimaciones y planes constructivos. Así, este equipo de profesionales conocerá los antecedentes, métodos constructivos, tipos de equipo y personal que se tenía en mente al planificar el proyecto y podrá ayudar al Ingeniero de Proyecto en el seguimiento y control de la obra para que ésta se desarrolle de acuerdo al programa pre-establecido.

4. El programa de trabajo se debe explicar a todo el personal que trabaja en la obra, para que se enteren de los fines perseguidos con la programación, de los rendimientos que se pretende obtener y de todas las consideraciones que se hicieron durante la confección del plan. Esto con el fin de que los trabajadores no se sientan presionados o urgidos, pues eso podría ocasionar reacciones contraproducentes.

Además, al conocer ellos el programa, podrían optimar y expresar sus ideas, lo que serviría de retroalimentación entre los programadores y los trabajadores.

5. La experiencia obtenida en países desarrollados, en los que la programación por medio del Método de la Ruta Crítica es una actividad indispensable, indica que el costo total de la programación

y el control de una obra es bajo comparado con la economía que produce una programación adecuada y seria en el costo total de la obra.

Por esta razón, resultaría muy conveniente generalizar el uso de la programación, ya sea por el Método de la Ruta Crítica o por cualquier otro, pero no como un simple requisito u obligación para el Ingeniero de Proyecto, sino como una actividad seria y controlada, basada en datos reales y confiables y no en improvisaciones.

Para esto es necesario llevar un registro de rendimientos y costos y tratar de subdividir los proyectos en las mismas actividades y éstas a su vez en los mismos renglones, también es conveniente hacer los cálculos en formularios previamente diseñados, que sean iguales para la etapa de ejecución de la obra y que se puedan utilizar para todos los proyectos.

Por lo tanto, cada empresa o institución debería contar con un equipo de trabajo que sea capaz de optimizar la ejecución de un proyecto tanto en la fase netamente técnica y de Ingeniería como la de control y administración de obras, para que colabore con el Ingeniero de Proyecto en la planificación de la obra.

BIBLIOGRAFIA

1. CARTERPILLAR

Rendimientos de los Productos Caterpillar.

Caterpillar Tractor Co. Peoría, Illinois, E. U. A. 1981

2. S. W. NUNNALLY

Managing Contruction Equipment.

Prentice - Hall, Inc.. New Jersey. E. U. A. 1977

3. ANTILL, JAMES M

Método de la Ruta Crítica v su Aplicación a la Construc-  
ción. Lumusa - Willey. México D. F. 1967

4. MONTAÑO GARCIA, AGUSTIN

Iniciación al método del Camino Crítico.

Editorial Trillas, México D. F. 1974

5. RODRIGUEZ CABALLERO, MELCHOR

Aplicaciones en Ingeniería de Métodos Modernos de Planifi-  
cación y Control de procesos Productivos.

Editorial Limusa. México D. F. 1972

6. APUNTES DE CLASE

Curso Planificación de la Construcción. IC-0904

Profesor: Ing. Andrés González M. Facultad de Ingeniería  
Universidad de Costa Rica. 1980

7. BRAVO STAHL, JORGE ARTURO

Planificación Constructiva de Urbanizaciones.

Tesis Ingeniero Civil. Universidad de Costa Rica. 1980

8. BULGARELLI MEDINA, CAROLINA

Programación y control de obras civiles.

Tesis Ingeniera Civil. Universidad de Costa Rica. 1980

## INDICE

	Pag.
I. OBJETIVOS Y ALCANCES .....	2
II. ESTUDIOS PRELIMINARES .....	5
2.1 Situación Geográfica .....	6
2.2 Clima.....	6
2.3 Disponibilidad de Materiales .....	7
2.4 Características de suelo .....	7
2.5 Facilidad de Transporte .....	7
III. METODO DE LA RUTA CRITICA .....	9
3.1 Breve descripción del Método .....	10
3.2 Representación Gráficas .....	12
3.2.1 Diagrama de Flechas .....	12
3.2.2 Diagrama de Barras.....	13
IV. PLANIFICACION DE LAS VIAS DE ACCESO Y AMPLIACION DEL PLANTEL EL ALTO .....	14
4.1. División del Proyecto en Actividades .....	15
4.2. Cubicación, Asignación de duraciones y Presupuestación.....	18
4.2.1 Asignación de duraciones .....	19
4.2.2 Presupuestación .....	20

	Pag.
V. PLANIFICACION .....	86
5.1 Orden de Ejecución de las Actividades.....	87
5.1.1 Restricciones de Equipo.....	87
5.1.2 Restricciones de mano de obra.....	88
5.2 Diagrama de Flechas .....	89
5.3 Diagrama de Barras.....	90
5.4 Flujo de Recursos .....	91
5.5 Tablas.....	94
5.5.1 Tablas de Planificación .....	94
Diagramas de Flechas .....	107
Listado del C.P.M. ....	110
VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	123
BIBLIOGRAFIA.....	127