



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO  
FACULTAD DE INGENIERIA

Programación y Control del Proyecto  
de Expansión de la Siderúrgica  
Lázaro Cárdenas - Las Truchas, S.A

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE :  
Ingeniero de Minas y Metalurgista

P r e s e n t a n :

Mario de Jesús Ayala Galindo

Ernesto Diaz Camacho

MEXICO, D. F.

1 9 8 3



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE INGENIERIA  
Dirección  
60-I-95

Señores AYALA GALINDO MARIO DE JESUS Y  
DIAZ CAMACHO ERNESTO,  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud, me es grato hacer de su conocimiento el tema que aprobado por esta Dirección, propuso el Prof. Ing. - Raúl L. García Reimbert, para que lo desarrollen como tesis para su Examen Profesional de la carrera de INGENIERO DE MINAS Y METALURGISTA.

"PROGRAMACION Y CONTROL DEL PROYECTO DE EXPANSION DE LA SIDERURGICA LAZARO CARDENAS-LAS TRUCHAS, S.A."

- I GENERALIDADES.
- II DESCRIPCION DE LOS PROCESOS.
- III PROGRAMA DE DESARROLLO.
- IV PROGRAMA DE REALIZACION DE LA EXPANSION.
- V CONCEPTOS GENERALES DEL SISTEMA DE PROGRAMACION Y CONTROL "CPM"
- VI SISTEMA DE CONTROL DEL PROYECTO DE EXPANSION DE LA SIDERURGICA.
- VII ANALISIS DE RESULTADOS.
- VIII CONCLUSIONES.

Ruego a ustedes se sirvan tomar debida nota de que en cumplimiento con lo especificado por la Ley de Profesiones, deberán prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable para sustentar Examen Profesional; así como de la disposición de la Coordinación de la Administración-Escolar en el sentido de que se imprima en lugar visible de los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente.  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D.F., 27 de agosto de 1982.  
EL DIRECTOR

Ing. Javier Jiménez Espriú.

JJE'MRV:gtg

A MIS PADRES:

SR. TOMAS DIAZ VAZQUEZ

SRA. MARIA EFIGENIA CAMACHO DE DIAZ

POR SU APOYO INCONDICIONAL DE SIEM-  
PRE.

A MIS HERMANOS.

A MIS PADRES:

SR. MARGARITO AYALA GARCIA  
SRA. CONCEPCION GALINDO R. DE AYALA  
POR SU GRAN APOYO Y ESFUERZO QUE ME  
BRINDARON PARA LA REALIZACION DE MI  
CARRERA.

A MI ESPOSA ARACELI Y  
MI HIJO MARIO NOEL.

A MIS HERMANOS.

Deseamos expresar nuestro mas sincero agradecimiento a la Siderúrgica LAZARO CARDENAS-LAS TRUCHAS, S. A., por las facilidades que nos proporcionaron para la realización del presente trabajo.

A todas aquellas personas que contribuyeron en forma directa o indirecta, en especial a:

ING. CARLOS PONS LICEAGA

ING. RAFAEL ESPINOZA GOMEZ

ING. RAUL GARCIA REIMBERT

A los profesores y compañeros de quienes recibimos - su apoyo incondicional.

Al H. Jurado examinador.

## C O N T E N I D O

	<u>Página</u>
Resumen	i
Introducción	ii
I.- GENERALIDADES	1
I.1 Localización Geográfica	1
I.2 Vías de Comunicación y Acceso	1
I.3 Clima	3
I.4 Actividades Económicas	4
I.5 Geología	4
II.- DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO	10
II.1 Explotación de las Minas de Hierro	11
II.2 Planta Concentradora	20
II.3 Ferroaducto	24
II.4 Planta de Cal	26
II.5 Planta Peletizadora	28
II.6 Reducción Directa	32
II.7 Acería Eléctrica	34
II.8 Colada Continua	39
II.9 Laminación	41
II.10 Plantas de Servicios y Sistemas Aux.	42

	<u>Página</u>
III.- PROGRAMA DE DESARROLLO	46
IV.- PROGRAMA DE REALIZACION DE LA EXPANSION	55
V.- CONCEPTOS GENERALES DEL SISTEMA DE PROGRAMACION "CPM"	64
V.1 Conceptos fundamentales de Redes de Ruta Crítica	67
V.2 Algoritmos para la determinación de la Ruta Crítica y Cálculo de Tiempos y Holguras	69
VI.- SISTEMA DE CONTROL DEL PROYECTO DE EXPANSION DE LA SIDERURGICA	74
VI.1 Organización para el control del proyecto	77
VI.2 Coordinación	78
VI.3 Programación del Proyecto	83
VI.4 Carga y Procesamiento de Datos	86
VI.5 Análisis de tiempos de la Red	96
VI.6 Actividades Sumarizadas	102
VI.7 Medición de Avance	103

	<u>Página</u>
VII.- ANALISIS DE RESULTADOS	110
VII.1 Calendario de Revisión	110
VII.2 Reportes Obtenidos	112
VII.3 Análisis de Resultados	121
VII.4 Actualización del Programa	126
VII.5 Gráficas de Control de Avance	127
VIII.- CONCLUSIONES	131
Bibliografía	138

## R E S U M E N

La puesta en marcha de la ampliación del complejo siderúrgico Lázaro Cárdenas-Las Truchas motivó la introducción de sistemas computarizados de planeación y control. Actualmente se trabaja con uno de ellos, con el cual se pretende establecer estrategias de planeación y control para el proyecto de ampliación denominado SICARTSA II.

El objetivo principal del presente trabajo y de acuerdo con la magnitud del proyecto, es el de proponer mejoras en la utilización, flujo de información y análisis de resultados del sistema en base a las necesidades de la empresa.

Para el logro del objetivo planteado, se inicia con la descripción de los alcances físicos del proyecto, desde la extracción de mineral de hierro hasta la producción de plancha de acero como producto final; asimismo se describe el programa de realización del proyecto desde su inicio a su terminación.

También se mencionan las características operativas y administrativas del sistema computarizado denominado CPA (Critical Path Analysis), cuyo diseño se basa en los conceptos de la ruta crítica.

Se presentan además los parámetros y condiciones en las cuales el sistema debe operar.

Se incluye la descripción de la información que proporciona el sistema, su utilidad, función y aplicación --- real en la ejecución del proyecto.

Es necesario mencionar el soporte que el sistema debe tener, así como los aciertos y dificultades que se han tenido en su implantación y las posibles soluciones o mejoras que en él puedan llevarse a cabo.

## I N T R O D U C C I O N

La industria siderúrgica nacional nace formalmente en 1900, con el establecimiento de la compañía Fundidora de Fierro y Acero de Monterrey, S.A., la cual fue la primera Industria Siderúrgica integrada del país. La capacidad inicial de esta empresa es modesta; 90,000 toneladas anuales y tres hornos de hogar abierto tipo Siemens-Martín de 35 toneladas de capacidad. La producción de sus laminadores era de riel y acero estructural. La operación de la empresa tuvo inicio en el año de 1903.

No es sino hasta la década de los 40's cuando la industria siderúrgica mexicana, crece sustancialmente con el establecimiento de Altos Hornos de México, S.A. en la ciudad de Monclova, Coahuila; Hojalata y Lámina, S.A. en Monterrey, Nuevo León. A partir de la creación de estas empresas y debido a la política de la industrialización seguida en el país después de la segunda guerra mundial, la industria siderúrgica nacional crece continuamente hasta alcanzar una capacidad de 4.8 millones de toneladas anuales de acero líquido, a principios de la década pasada.

En 1972, debido al crecimiento previsto para esta industria, se iniciaron los más grandes proyectos de expansión que haya

conocido la industria siderúrgica mexicana para llevarla a una capacidad de 9.5 millones de toneladas anuales aproximadamente. Lo que representa en la actualidad, un incremento de casi 100 por ciento, únicamente en 8 años. De estos proyectos, los más importantes fueron la creación de la Siderúrgica Lázaro Cárdenas, "Las Truchas," S.A., localizada cerca de los yacimientos ferríferos de Las Truchas en el Estado de Michoacán, la construcción de la planta No. 2 de AHMSA en Monclova Coahuila, y la Expansión de la Fundidora Monterrey, S.A. Por su parte, la empresa privada HYLSA, realizó expansiones de consideración en sus plantas de Monterrey y Puebla.

De la capacidad instalada actualmente en la industria siderúrgica nacional, las empresas del estado participan aproximadamente con un 64 por ciento teniéndose además, en fase de construcción la segunda etapa de la Siderúrgica Lázaro Cárdenas, "Las Truchas", S.A.

Son este tipo de proyectos los que requieren de una planeación cada vez más precisa y de sistemas más ágiles en el manejo de información, de tal forma que cualquier cambio imprevisto que impacte la estructura del proyecto, pueda ser inmediatamente cuantificado, permitiendo así la rápida toma de decisiones.-

Es por esto que la dirección de la empresa decidió implantar un sistema computarizado para la programación y control de este proyecto. El sistema creado se basa en el método de la ruta crítica, y recibe el nombre de Sistema CPA (Critical Path Analysis).

## C A P I T U L O I

### GENERALIDADES

#### I.1 Localización Geográfica

La planta de la Siderúrgica Lázaro Cárdenas "Las Truchas", está ubicada en la costa del Océano Pacífico, en la desembocadura del Rfo Balsas; aproximadamente a 3 Km. al sur de la ciudad de Lázaro Cárdenas, Estado de Michoacán. (Fig. I-1)

#### I.2 Vías de Comunicación y Acceso.-

La ciudad Lázaro Cárdenas en el Estado de Michoacán, cuenta con un puerto marítimo de alto calado para el embarque y desembarque tanto de productos elaborados como de materias primas.

Los más importantes medios de comunicación son:

##### I.2.1 Transportes Terrestres:

- Autobuses: A México D.F., Vía Zihuatanejo-Acapulco.  
A México D.F., Vía Uruapan-Morelia.  
A Guadalajara, Vía Uruapan.
- Ferrocarril: A Corondiro Michoacán, donde se conecta con la red nacional de ferrocarriles.

##### I.2.2 Transportación Aérea:

- Directamente de Lázaro Cárdenas a México D.F., Vía Morelia por líneas alimentadoras con aviones turbo-hélice.



- Desde Zihuatanejo, Gro.; por medio de aviones Jet.  
A México, D.F.

1.2.3 Inalambrica:

- Comunicación telefónica a cualquier parte del mundo.
- Telégrafos
- Radio.

1.3 Clima.-

El clima es tropical lluvioso, típico al que predomina en la región costera del pacífico. Es en extremo caluroso y húmedo, con una temporada de lluvias bien definida que comienza a mediados de junio y se prolonga hasta octubre.

Las lluvias son de tipo torrencial y se precipitan generalmente por las tardes y noches, la precipitación anual oscila entre 800 y 1,500 mililitros.

Las temperaturas anuales promedio son:

TEMPERATURAS MEDIDAS EN  
GRADOS CENTIGRADOS

Mañana	Medio Día		Noche
Sombra Sol	Sombra	Sol	
19.50 33.0	30.0	35.0	23.5

En el mediodía los vientos dominantes son del Sureste y por la noche del noroeste; estos últimos son en general fríos y húmedos, lo que hacen que de los días calurosos, las noches sean frescas. La brisa marina contribuye a refrescar las partes altas en las primeras horas de la noche.

#### 1.4 Actividades Económicas.-

La población que habita la región es en su mayoría flotante, pues directa o indirectamente obtienen sus ingresos de los empleos que proporciona la Siderúrgica Lázaro Cárdenas "Las Truchas", S.A.

Además, la región tiende a una mayor industrialización ya que, conjuntamente con SICARTSA se han creado nuevos centros de producción estrechamente relacionados con la siderurgia como lo son; NKS, Fertimex, Pemex, Marina Nacional, Empresas navieras, etc.

#### 1.5 Geología.

##### 1.5.1 Geología General:

Numerosos yacimientos ferríferos se localizan en los estados de Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, estos por sus características afines forman una provincia metalogenética.

Como parte de la provincia, en la región costera sur del estado de Michoacán se encuentra el distrito ferrífero de Las Truchas.

Los depósitos de fierro de las Truchas, afloran en las partes altas de los cerros, los cuales son de forma redondeada y de poca altitud.

El sistema hidrográfico de la región lo forma una red dendrítica de arroyos que se ajustan al drenaje principal, los principales son los ríos de las Truchas y la Cañada, ambos afluentes del río Acalpicán, que a su vez desagua en el Océano Pacífico.

#### 1.5.2 Geología Estructural:

La región de las Truchas como parte de la cadena circunpáfrica, ha sufrido varios cambios geológicos en diferentes etapas.

La evidencia más directa de estos cambios es una intrusión magmática sobre rocas sedimentarias con la sucesiva formación de zonas metamórficas. Estos fenómenos causaron un fallamiento complejo en las unidades litoestructurales que influyeron para los procesos de mineralización, dislocamientos y desplazamientos.

El distrito minero de las Truchas presenta dos trenes de mineralización; uno con rumbo E-O y otro NE-SO, ambos convergen

en el cerro de Santa Clara, estos trenes definen dos lineamientos estructurales que dividen el distrito en dos zonas: la norte y la sur.

La zona norte comprende los yacimientos de El Volcán, El Mango y Santa Clara.

La zona sur comprende los yacimientos de Ferrotepec Sur y Norte, El Tubo, El Leopardo, El Venado, Acalpican y Valverde.

1.5.3 Litología:

La litología del área esta representada por rocas igneas, sedimentarias y metamórficas cuyas divisiones se presentan como sigue:

Rocas Igneas.

Intrusivas.- Granodiorita, Monzonita, Pórfidos Dioríticos.

Extrusivas.- Existen manifestaciones volcánicas de rocas andesíticas formadas por tobas, brechas, aglomerados y derrames volcánicos.

### Rocas Sedimentarias.

Comprende una amplia gama litológica, las mas sobresalientes son: caliza de origen químico, calizas y areniscas bioclásticas, conglomerados, dentritos marinos, suelos lateríticos no consolidados y los productos erosionados de los afloramientos.

### Rocas Metamórficas.

Las rocas más importantes son: mármoles, brechas de falla, hornfels y skarn de granate y epidota.

#### 1.5.4 Génesis:

La hipótesis relativa al origen de los yacimientos de fierro no ha sido totalmente definida, sin embargo, las condiciones geológicas en que se encuentran, permiten apreciar una estrecha relación entre las menas y las rocas intrusivas. Ante estas condiciones, se deduce que las soluciones mineralizantes actuaron como emanaciones de una magma intrusivo ocasionando un emplazamiento de óxido de hierro dentro de dichas estructuras metamórficas formando de esta manera los yacimientos mencionados.

#### 1.5.5 Morfología:

Los cuerpos de fierro se presentan como masas discontinuas, separadas entre si por distancias que varían de algunas decenas de metro a varios kilómetros.

Los afloramientos de los cuerpos de fierro están constituidos por grandes masas aisladas de contornos muy irregulares, a profundidad son de igual forma pero conservan ciertas tendencias lenticulares con extensiones laterales y ramaleos difíciles de predecir.

#### Mineralogía.

Los minerales que componen los principales unidades litológicas y los yacimientos de fierro son:

Minerales de mena: Magnetita y Hematita

Minerales de ganga: Cuarzo, pirita, calcita, epidota y granate.

#### Zonificación:

La Magnetita, constituyente original de los yacimientos, se encuentra en los cuerpos profundos y en las zonas inferiores de los que afloran.

La Hematita, se confina unicamente en las zonas superiores - de los cuerpos y en el mineral rodado. Este mineral es producto de alteración de la Magnetita.

## CAPITULO II

### DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

Este capítulo tiene como finalidad proporcionar una descripción general de los principales procesos que comprende el proyecto de expansión de la Siderúrgica Lázaro Cárdenas-Las Truchas, S.A.

La realización del proyecto, se llevará a cabo en varias fases que comprenderán a su vez procesos individuales, desde la explotación de las minas hasta la obtención de placa de acero como producto terminado.

La Segunda Etapa del complejo siderúrgico permitirá una producción de 1.5 millones de toneladas de placa de acero como producto terminado, significando un incremento del 150% respecto a la capacidad actualmente instalada.

Los Procesos que conforman el plan de ampliación se mencionarán a continuación con un sentido puramente descriptivo y se tendrá como objetivo el dar un panorama general de lo que comprende el proyecto.

Los procesos principales del proyecto son los siguientes:

1. Explotación de las Minas de Fierro
2. Planta Concentradora
3. Planta de Cal
4. Planta de Bombeo y Ferroaducto
5. Planta Peletizadora
6. Planta de Reducción Directa
7. Planta de Acería Eléctrica
8. Planta de Colada Continua
9. Planta de Laminación
10. Plantas de Servicios y Sistemas Auxiliares.

A continuación se enuncian cada uno de los procesos.

### II.1 Explotación de las Minas de Fierro

Las materias primas fundamentales de las cuales se obtendrá el producto final son los minerales de hierro constituidos por Magnetita y Hematita que se encuentran contenidos en los yacimientos del Volcán y el Mango, denominados en su conjunto como "Las Truchas".

Las minas se localizan a 27 Km aproximadamente al NO de la planta principal y a 2.5 Km al Poniente de la Planta Concentradora.

El sistema de minado que se consideró adecuado para la explotación de los yacimientos es por tajo abierto; las razones fundamentales en las que se basó la selección son las siguientes:

- Profundidad somera de los cuerpos mineralizados.
- Geometría masiva de los cuerpos mineralizados.
- Seguridad, rendimiento y alta eficiencia de este sistema de minado, lo que permite usar equipo de alta productividad.
- Versatilidad en la operación y amplio campo para seleccionar el equipo.
- Relación total de Tepetate/Mineral de 1.75:1

El mineral tiene una ley que varía desde 30 a 60% de contenido de Hierro, dependiendo de las condiciones locales de los cuerpos.

En general, el mineral hematítico se considera económico desde 55% de contenido de Hierro y el mineral magnetítico desde 40%.

El fósforo presente es del orden de 0.1% y el azufre varía desde 1% hasta 3.5%.

### II.1.1 Leyes y tonelajes del mineral de hierro

De acuerdo con la información geológica y geofísica realizada, con sus distintos métodos de exploración (directa e indirecta), se han cuantificado las reservas de mineral de los cuerpos del Volcán y el Mango, ya que éstos serán el principal suministro de materias primas para el proyecto de expansión. Para fines de cálculo y basados en la experiencia de la operación de la mina Ferrotepec, se ha considerado un porcentaje de dilución del 5%. Conforme a esto, los resultados de los cálculos de reservas fueron los

siguientes:

TAJO EL VOLCAN

	<u>MINERAL SIN DILUCION</u>		<u>MINERAL DILUIDO</u>	
	<u>Ton X 10<sup>3</sup></u>	<u>% Fe</u>	<u>Ton X 10<sup>3</sup></u>	<u>%Fe</u>
Magnetita	26,722	49.7	28,059	47.3
Hematita	<u>6,955</u>	<u>55.7</u>	<u>7,304</u>	<u>53.0</u>
Total	33,677	50.9	35,363	48.5

TAJO EL MANGO

	<u>MINERAL SIN DILUCION</u>		<u>MINERAL DILUIDO</u>	
	<u>Ton X 10<sup>3</sup></u>	<u>% Fe</u>	<u>Ton X 10<sup>3</sup></u>	<u>%Fe</u>
Magnetita	14,193	51.3	14,902	48.9
Hematita	<u>6,583</u>	<u>55.6</u>	<u>6,912</u>	<u>52.9</u>
Total	20,776	52.7	21,814	50.2

TOTAL EL VOLCAN Y EL MANGO

	<u>MINERAL SIN DILUCION</u>		<u>MINERAL DILUIDO</u>	
	<u>Ton X 10<sup>3</sup></u>	<u>%Fe</u>	<u>Ton X 10<sup>3</sup></u>	<u>%Fe</u>
Magnetita	40,915	50.3	42,961	47.9
Hematita	<u>13,538</u>	<u>55.6</u>	<u>14,216</u>	<u>53.0</u>
Total	54,453	51.6	57,177	49.1

MEZCLA DE MINERAL BRUTO

		<u>Min. Diluido</u>	<u>Recup. Min. Fe</u>	<u>Unids. Recup. Fierro</u>
Magnetita	70%	47.9	90	43.1
Hematita	30%	<u>53.0</u>	<u>72</u>	<u>38.2</u>
Total		49.1%	84.6%	41.8%

En consecuencia, las reservas totales de mineral son del orden de 54'500,000 Ton. con una ley media de 51.6%, se puede apreciar además que las reservas de Magnetita formar el 70% aproximadamente de las reservas totales y la Hematita el 30% esto último fue el principal criterio para el diseño de la planta concentradora que operará con una proporción de alimentación de mineral de 70:30 de Magnetita y Hematita respectivamente.

#### II.1.2 Diseño de los Tajos.

El diseño a tajo final de los cuerpos El Volcán y El Mango estableció el movimiento total de materiales, que a continuación se menciona:

Cuerpo	Mineral (Miles Ton)	Tepetate (Miles Ton)	Relación Tep/Min
El Volcán	33'677	69'214	2:06:1
El Mango	<u>20'776</u>	<u>25'977</u>	<u>1:25:1</u>
Totales	54'453	98'191	1:75:1

La capacidad de producción de las minas El Volcán y el Mango conjuntamente será de 6'500,000 Ton. de mineral por año, trabajando dos turnos por día durante 300 días al año.

Los parámetros principales de operación son los siguientes:

1.- Angulo de diseño.

En virtud a la disposición de los cuerpos mineralizados, a los estudios de mecánica de rocas y la economía en el descapote, se tomó como ángulo de diseño 56°.

2.- Profundidad total de los tajos.

Conforme al ángulo de diseño establecido; la profundidad total del tajo El Volcán será de 156 m y del tajo El Mango de 216 m.

3.- Bancos de Explotación.

Los bancos de explotación se diseñaron tomando en cuenta los volúmenes de mineral y de tepetate a mover.

Características de Diseño.

Bancos:	Tepetate	Mineral
Altura	12.0 m	12.0 m
Sub-Barrenación	1.5 m	1.5 m
Espaciamiento	6.5 m	6.0 m
Bordo	5.5 m	5.0 m
Profundidad de barrenación	13.5 m	13.5 m
Diámetro del barreno	0.23 m	0.23 m

El ángulo de trabajo será de 17° y el ancho de las banquetas tendrá 8 m.

#### 4.- Rampa de acceso.

Con el objeto de asegurar la buena operación de los camiones, se tendrá una pendiente en la rampa de 8%. El ancho mínimo para los camiones de la capacidad requerida (77 Ton ), deberá de ser de 3.5 veces el ancho del vehículo, siendo el ancho aproximado del camión de 5m el ancho de las rampas será de 20 m

### II.1.3 Explotación de las minas a tajo abierto.

#### Secuencia de operaciones:

##### 1. Barrenación.

Esta operación se llevará a cabo con perforadoras rotarias.

##### 2. Cargado de explosivo.

Se utilizará dinamita de alta densidad como carga de fondo del barrenó. La carga de columna será de nitrato de amonio y esta se cargará mediante camiones-tolva de 25 ton. de capacidad.

##### 3. Rezagado y acarreo.

El mineral fragmentado será cargado a camiones de 77 ton utilizando excavadoras hidráulicas de 5 m<sup>3</sup> de capacidad.

De los bancos de la explotación, el mineral será acarreado a la trituradora primaria del sistema de transportadores de banda.

#### II.1.4 Sistema de Preparación y Manejo de Minerales.

El envío del mineral desde las minas a la Planta Concentradora se hará por medio de un sistema de transportadores de banda que cubrirá una longitud de 2,600 m e incluirá una etapa de trituración primaria situada al inicio del sistema (bocamina). La capacidad del sistema será de 3,000 ton/h

El material obtenido en los bancos de explotación a una granulometría de -1,000 mm se reduce mediante una trituración a 200 mm, ésta se realiza en una quebradora de cono giratorio tipo standard de 3,000 ton/h de capacidad. El material triturado se enviará por medio del primer sistema de bandas transportadoras (cubriendo 2,300 m) a dos pilas de almacenamiento; una para Magnetita de 200,000 ton de capacidad y una de Hematita de 150,000 Ton. De estas pilas, el mineral se suministrará por el segundo sistema de bandas (cubriendo 300 m) a las tolvas de almacenamiento de la concentradora. La transportación del mineral se hará en campañas y se almacenará individualmente para su proceso posterior en la planta concentradora.

## 11.2 Planta Concentradora

La planta concentradora tendrá como función beneficiar los minerales de fierro mediante sistemas separados de concentración. Los minerales magnéticos contarán con dos circuitos de beneficio y los minerales hematíticos con uno.

La planta tendrá una capacidad de producción de 3'000,000 ton de concentrado por año de calidad requerida para el proceso de Reducción Directa (Calidad RD), adicionalmente, se continuará la producción de concentrado para el proceso de Alto Horno (Calidad AH) que es de 1.500,000 ton de concentrado por año.

Durante el procesamiento de los minerales se tendrá una relación de concentración de 1.96:1 para el proceso magnético y 1.75:1 para el hematítico.

Los circuitos de beneficio serán básicamente de la siguiente manera:

### A) Circuito de Magnetita.

Los minerales provenientes de su pila de almacenamiento correspondiente se beneficiarán mediante la

siguiente secuencia:

- a) Molienda Semiautógena.
- b) Separación Magnética Cobber
- c) Remolienda con molino de bolas
- d) Separación magnética Finisher.
- e) Flotación Inversa.
- f) Separación magnética Dewatering.

- a) Molienda Semiautógena.- Esta molienda se llevará a cabo en molinos semiautógenos, estos tienen la particularidad de reducir el tamaño del mineral en la proporción que lo haría un sistema de trituradoras, la disminución será de + 200 mm a - 4 mm
- b) Separación Magnética Cobber.- La separación Cobber se realizará en separadores magnéticos de doble rodillo y se caracteriza por hacer una concentración primaria de gruesos, ésta separación se hará en circuito abierto con un clasificador de espiral que separará las colas gruesas para enviarlas al tiradero y las lamas que se enviarán al espesador de colas.

- c) Remolienda con Molinos de Bolas.- El producto de la separación anterior se clasificará en una batería de ciclones, el sobreflujo de ésta (-325 mallas) será la granulometría requerida y se enviará a la separación Finisher. El bajo flujo (+ 325 mallas) se remolerá en un sistema de remolienda que operará en circuito cerrado con la batería de ciclones.
- d) Separación Magnética Finisher.- Esta sección tendrá separadores de tres rodillos magnéticos y están diseñados para dar una separación más estricta, pues el contacto del concentrado con el área magnética es por mas tiempo. El producto de esta separación pasará a la dewatering o en caso de no reunir la calidad requerida a una nueva separación por flotación.
- e) Flotación Inversa.- La operación de flotación será de manera inversa, ya que en este caso las impurezas (sulfuro y sílice) formarán las espumas de flotación mientras que las partículas de fierro se deprimirán y formarán concentrado que se enviará posteriormente a la separación Dewatering.

f) Separación Dewatering.- Esta fase cuenta con separadores de un solo rodillo magnético y su objetivo es dar una última limpia a la pulpa por medio de la eliminación del agua que contendrá las lamas en suspensión. El concentrado producto de ésta separación habrá entonces reunido la calidad RD y se almacenará en tanques agitadores para su envío posterior a la planta peletizadora mediante el ferroaducto.

B) Circuito de Hematita.

Los minerales a procesarse pasarán por los siguientes pasos:

- a) Molienda Semiautógena.
- b) Remolienda con molino de Bolas.
- c) Separación Magnética LIMS.
- d) Separación Magnética de Alta Intensidad (Rougher).
- e) Flotación Inversa.

Las etapas de molienda y remolienda continua del mineral se realiza con el objeto de disminuir directamente la granulometría del mineral a 325 mallas, ya que éste en su mayoría no tiene las propiedades magnéticas y su recuperación se hará básicamente en la flotación.

La separación magnética LIMS (similar a la Cobbers) se instalará en este circuito con el fin de dar una limpieza preliminar a la pulpa hematítica, puesto que de alguna forma el mineral magnetítico se encuentra mezclado, éste a la vez es recuperado como concentrado.

La separación magnética Rougher dará una nueva recuperación de pulpa magnética y ésta será sólo en caso de que la pulpa tenga un alto contenido de la misma, en caso contrario, la pulpa se enviará a la flotación directamente.

La flotación inversa es similar al proceso adyacente. El producto de este circuito será la calidad AH, su proceso de peletización se hará en la planta existente y su fundición en el Alto Horno.

El concentrado calidad RD tendrá una composición de 68.5% de fierro total, mientras que el concentrado calidad AH tendrá 66-68% de fierro total.

### II.3 Ferroducto.

El proyecto del ferroducto se ha diseñado con el objeto de enviar directamente la pulpa desde la planta concentradora hasta la planta peletizadora. Este ducto tendrá una capacidad -

de 417 toneladas de concentrado por hora que se conducirán a lo largo de 25 Km, distancia aproximada entre ambas plantas. El diámetro nominal del ducto será de 250 mm y los espesores en sus paredes serán variables, de 6.35 a 7.8 mm.

El ferroduto estará unido en tramos de 10 y 12 metros.

Durante la trayectoria del ducto se instalarán tres estaciones de bombeo con el fin de mantener un flujo constante de la pulpa. La capacidad de las bombas son de 260 m<sup>3</sup>/h cada una, suficientes para mantener el flujo requerido .

Para la protección exterior del ferroduto se instalará un sistema de protección catódica, que consiste en crear en el área un estado catódico mediante la impresión de una corriente eléctrica entre la tubería y un electrodo colocado en las inmediaciones de ésta.

Para la protección interior se llevarán a cabo flujos anticorrosivos de agua diluida con hidróxido de calcio que servirá como alcalinizante para contrarrestar los ácidos de la pulpa y polifosfato de sodio, que servirá como inhibidor del oxígeno que absorbe el agua.

El sistema de bombeo de la pulpa se iniciará en la salida del tanque agitador de la planta concentradora.

El envío de la pulpa será en forma alternada, suspendiéndose cuando los tanques de la peletizadora se encuentren a su máxima capacidad. Durante las suspensiones se enviarán por el ducto los flujos anticorrosivos necesarios para el mantenimiento de la tubería. De esta manera se realizará un ciclo de operaciones: envío de pulpa, lavado con agua y cierre de la tubería.

#### II.4 Planta de Cal

La cal constituye una materia prima importante en el proceso siderúrgico; su formación será a partir de la piedra caliza ( $\text{Ca CO}_3$ ) mediante su calcinación en horno rotario. Este proceso se llevará a cabo en la planta de cal que tendrá una producción de 120,000 ton/año de cal grado siderúrgico ( $\text{CaO}$ ) y 66,000 ton/año de cal hidratada  $\text{Ca (OH)}_2$

Los usos de los productos de la planta son los siguientes:

La cal de grado siderúrgico ( $\text{Ca O}$ ), servirá como escorificante en los hornos eléctricos de la planta de aceración; ésta forma una escoria fluida y básica que permitirá la eliminación de los elementos contaminantes como el azufre y fósforo.

La cal hidratada ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ), se utilizará en la planta peletizadora como aglutinante en la formación de pélets crudos.

La cal hidratada servirá además como regulador básico en las plantas de tratamiento de agua y de subproductos.

La caliza se obtendrá de las canteras de El Limoncito, localizada a 70 Km de la planta, en dicho lugar se encontrará también la planta trituradora donde se preparará el material que suministrará a la planta de cal y a la planta peletizadora.

La caliza proveniente de las canteras se envían a un sistema de trituración y cribado que será instalado en las minas de caliza. Este sistema seleccionará los tamaño de las gravas ya que su destino será de acuerdo a los mismos.

El tamaño de  $-2''+3/4''$  es el óptimo para la planta cal y los tamaños de  $-3/4'' + 3/8''$  se destinará a la planta peletizadora.

Las gravas cálcicas destinadas a la planta de cal se calcinarán mediante horno rotatorio a una temperatura de 1200 a 1400°C para dar lugar a la transformación de carbonato a óxido de calcio.

Aproximadamente la quinta parte de la cal siderúrgica producida se destinará a la producción de cal hidratada. El hidróxido de calcio se formará mediante la hidratación del óxido de calcio, esta reacción se llevará a cabo por medio de una mezcla controlada de cal siderúrgica y agua.

## II.5 Planta Peletizadora

El proceso de peletización consiste en aglomerar las partículas de mineral a un cierto tamaño y someterlas a una temperatura suficiente para su endurecimiento y la eliminación de algunos contaminantes, particularmente el azufre que se volatiliza en cerca de un 90% .

La planta peletizadora se diseñó para una capacidad de producción de 2'740,000 ton de pélets secos al año con un contenido de fierro del orden del 66% .

El proceso incluye básicamente las siguientes etapas:

- a) Mezclado
- b) Boleo
- c) Endurecimiento

a) Mezclado

La pulpa que es descargada por el ferroduto a los tanques agitadores de la peletizadora iniciará el proceso mediante una filtración previa en filtros rotarios de discos.

La etapa de Mezclado consiste en revolverle a la pulpa - los aditivos y aglutinantes necesarios para adquirir las propiedades de aglomeración y resistencia.

La caliza y otros aditivos (dolomita, finos de pelets), - se almacenan y se dosifican a una premolienda con el objeto de tener una granulometría regular al mezclarse con la materia prima. La cal hidratada se mezcla aparte.

La torta de ~~filtrado~~, caliza y aglutinantes una vez mezclados, se envían a la parte superior de cada uno de los discos peletizadores.

b) Boleo

Los discos peletizadores son alimentados individualmente de las tolvas por medio de un dosificador que es el suministro de la mezcla.

Las condiciones de humedad y la superficie específica de la mezcla, permiten que la unión entre las partículas se

efectuó rápidamente en el disco, provocando así una mayor consistencia en los pélets crudos. La aglomeración se lleva a cabo por medio del rodamiento de las partículas en los discos inclinados, éstas se van uniendo hasta alcanzar un peso tal que, por la fuerza centrífuga, salgan del disco por sí solas. Estas bolas se envían a una criba vibratoria donde se clasifican por su tamaño.

Las bolas crudas que no son cribadas se conducen a un mezclador donde son desintegradas por medio de un agitador, convirtiéndolas en lodo para recircularse al proceso.

Los pélets crudos de  $-25 \text{ mm}$  y  $+6 \text{ mm}$ , son conducidos al sistema de endurecimiento.

### c) Endurecimiento

La etapa de endurecimiento consiste en conducir los pélets crudos a un horno o máquina de endurecimiento con un área de reacción de  $278.25 \text{ m}^2$ , de acuerdo a las condiciones de temperatura, presión y flujo de gases, adquieren las características adecuadas para ser usadas en el proceso de Reducción Directa.

El sistema que se utiliza para el endurecimiento de los pélets, es de parrilla lineal y tiene como características principales, la recuperación de calor obtenido durante el enfriamiento y su aprovechamiento en la zona de cocido.

El aire a temperatura ambiente se envía a la zona de enfriamiento, al pasar a través de la cama de pélets aquél se calienta y al continuar su flujo sobre la zona de cocido se aprovecha como calentador.

Los pélets cocidos se descargan por el extremo de la parrilla a una tolva, desde la cual se envían a la criba de productos que los separará en diferentes tamaños que son:

-25 + 15 mm, estos pélets se utilizan para formar la cama de protección de los carros de la máquina de endurecimiento. Los pélets de -6 mm, se almacenan y se envían a los patios de homogenización.

Los pélets de -15,+6 mm, se enviarán directamente a la Planta de Reducción Directa.

Los de tamaño + 25 mm, se envían a una remolienda y se recirculan al circuito.

Los polvos generados por el manejo de materias primas, tales como recepción de aditivos, descarga del molino, alimentación de tolvas de aditivos, de cal hidratada, de pélets de emergencia y descarga de pélets en la parrilla, son controlados por un multiciclón para la eliminación de los polvos de los gases de desecho.

## II.6 Reducción Directa.

El proceso de Reducción Directa producirá pelets prereducidos (Fierro Esponja), mediante la reducción de los minerales de fierro peletizados a una temperatura de operación de aproximadamente 950°C. Esta planta tendrá una capacidad de producción de 2.0 millones de toneladas de pelets prereducidos.

La reducción del pélet oxidado se realizará mediante una mezcla de gases reductores compuestos principalmente de Hidrógeno y Monóxido de Carbono obtenidos en un horno catalizador-reformador de gas natural con vapor de agua.

El proceso se divide en tres áreas que son las siguientes:

El área de generación del gas que comprende los pasos de: desulfurización, reformación catalítica con su cámara de gases, cámara auxiliar y la cámara de inyección de agua.

El área de reducción que cuenta con dos reactores, torres de templado, equipo de transportación de la carga y un sistema de descarga del fierro esponja, y el área de enfriamiento, en la cual se incluyen; torres de enfriamiento, clarificadores de agua, bombas de circulación, sistemas de salida de gases, compresores, condensadores de vapor y otros equipos auxiliares.

El gas natural que se suministrará a los reactores pasará - primeramente a un reformador en el que se llevará a cabo la transformación a gas reductor.

El reformador consiste en una cámara cilíndrica que contiene en su interior un sistema de tuberías catalizadoras de acero inoxidable, a la cual se alimentará el gas natural y vapor de agua produciéndose gas reformado; en la parte inferior - del reformador se encuentran una serie de toberas que calentarán al sistema mencionado así también en la parte superior se tendrá un ducto que recuperará los gases generados por la combustión.

El gas natural (metano), se mezcla con las cantidades requeridas de vapor de agua para suministrarse al paquete de tuberías donde se hará la transformación.

El gas reformado se envía a la etapa de reducción, la cual - se realiza en hornos de reducción o reactores; éstos se dividen en 2 zonas: la de reducción y la de enfriamiento.

La materia prima proveniente de la peletizadora se vierte - por la parte superior del horno donde se inicia la zona de - reducción, en ésta, el material se precalienta a la temperatura del proceso y luego se metaliza y carburiza; posteriormente, el material desciende y pasa a la zona de enfriamiento para extraerse por la parte inferior del horno.

Los gases reductores con temperatura y análisis controlados entran al horno a través de toberas situadas en la parte inferior que distribuyen los gases en forma homogénea. El flujo de los gases circula de abajo hacia arriba calentando en la zona de reducción a la carga descendente y abandonando al horno posteriormente a una temperatura relativamente baja.

A continuación el gas es lavado y enfriado por medio de duchas en un lavador de gases. Una vez limpio, se mezcla con gas natural y se recircula al reformador para iniciar nuevamente el ciclo.

El producto del procesado tendrá un porcentaje de metalización de alrededor de un 90%. Debemos entender por "metalización", la relación porcentual de hierro metálico a hierro total que existe en el prereducido.

## II.7 Acería Eléctrica

La planta de Acería tiene como finalidad producir acero líquido o crudo, como también se le designa, mediante la fusión y la afinación del hierro esponja y de la chatarra. Este proceso se realizará en hornos eléctricos de arco y tendrá una capacidad de 2'000,000 ton. de acero por año.

El proceso de Aceración incluye desde la transportación del fierro esponja, chatarra y aditivos hasta la entrega del acero líquido a la planta de Colada Continua.

El sistema comprende los siguientes pasos:

- Suministro de Chatarra
- Suministro de fundentes, ferro-aleaciones y prereducido
- Fundición en Hornos Eléctricos
- Manejo de acero y escoria líquidos
- Sistema de manejo y recolección de polvos y emisiones.

Cada punto consiste en lo siguiente:

- Suministro de Chatarra.

La Chatarra consiste en pedacería de acero generada especialmente como recortes y rechazos en Colada Continua y Laminación. Parte de este material primeramente se compacta en una máquina prensadora dándole una forma cúbica con el objeto de facilitar su manejo en su envío a los hornos en tanto que otra parte se corta al tamaño apropiado con igual fin. El manejo se lleva a cabo en cestas de acero que se llevan en carros móviles desde su patio de almacenamiento al taller de los hornos.

- Suministro de fundentes, ferroaleaciones y materias primas.

Los principales fundentes son fluorita y cal siderúrgica y tienen como función formar una escoria básica fluida durante la fundición para facilitar su desecho, la escoria la forman el fósforo y el azufre principalmente.

Las ferroaleaciones se encargarán de eliminar el oxígeno del baño que éste adquirió durante el soplado de argón.

El suministro de estos materiales se realizará desde sus tolvas de recepción hasta las tolvas interiores de la planta mediante sistemas de transportadores de banda individuales.

La materia prima principal, esto es, hierro espoja se suministra directamente desde la planta de Reducción Directa a las tolvas de adición a los hornos.

- Fundición en Hornos Eléctricos

El proceso de fundición se llevará a cabo en 4 hornos eléctricos de arco directo, cada uno de estos con una capacidad de 200 ton de acero líquido por colada.

La operación de los hornos se realiza siguiendo el principio del arco voltaico, o sea, al hacer pasar una corriente eléctrica por un conductor terminal o electrodo, se produce una

descarga intermitente entre éste y el punto más cercano con propiedades conductoras (en este caso, la carga metálica). Esta transferencia de energía eléctrica a calor produce una temperatura hasta de  $4,000^{\circ}\text{C}$  en el área cercana al electrodo, esto permite la fusión de la carga sólida.

#### - Manejo de acero y escoria

El acero producido en los hornos se vierten en ollas revestidas de refractarios y se transportan en carros de transferencia especiales a la estación de agitación y recalentamiento en ésta, las ollas reciben inyecciones de argón mediante lanzas también revestidas y se regula la temperatura final del acero crudo. Esta etapa del proceso se realiza con el fin de homogeneizar la temperatura y la composición química del acero, posteriormente, las ollas se envían por medio de grúas a la nave de colada para continuar su proceso. También, cerca de un 45% del acero líquido deberá procesarse en la estación de desgasado al vacío para eliminar el exceso de hidrógeno disuelto en el metal (para ciertos productos, como planchas gruesas, sólo se aceptan hasta 3 ppm de este gas).

La escoria producida en los hornos se maneja en ollas especiales y se transportan en carros de transferencia a los límites de la baterías para su posterior envío a las áreas de recuperación.

- Sistema de manejo y recolección de polvos y emisiones.  
Durante el ciclo de fundición y refinación los gases generados en los hornos son evacuados a través de ductos refrigerados montados en sus bóvedas que los enviarán a una cámara de combustión donde se convertirán a bióxido de carbono y agua, posteriormente se filtrará y se enviará a la atmósfera.

El tiempo de duración del proceso consta de 165 min, esto permite tener 8.73 coladas por día en cada horno (de 200 Ton de cap.), por lo tanto, entre los cuatro hornos se producirá 7,000 Ton que asegurarán la producción anual de 2 millones de toneladas en 286 días. Se considera además las reparaciones mayores y los inconvenientes con los suministros de energía eléctrica, accidentes y otras fallas que al acumularse restan días de operación.

La energía eléctrica se proveerá de la Comisión Federal de Electricidad a base de un transformador que disminuye el voltaje y aumenta el amperaje para así convertirse en energía calorífica al llegar a los electrodos.

Grandes cantidades de energía se necesitarán para utilizar la ultra potencia que fundirá y procesará la carga metálica. Para dar una idea de la fuerza eléctrica necesaria

mencionaremos que para obtener una tonelada de acero, se requieren (usando prereducido) 745 Kv-h, por lo que para producir 2 millones de toneladas se demandará un consumo de energía eléctrica en una cantidad similar a la que requeriría una ciudad de 3 millones de habitantes para satisfacer sus necesidades durante este periodo.

## II.8 Colada continua

El proceso de colada continua se diseñó con el objeto de obtener directamente secciones menores que las de los lingotes o materiales semiacabados.

La planta contará con 3 máquinas de colada de 2 líneas cada una que procesarán 2 millones de toneladas de acero líquido al año para producir planchones de 1200-1900 mm de ancho, 200-250 mm de espesor y 9400-12000 mm de largo, estos productos se enviarán posteriormente a la planta de laminación. El proceso se inicia en la torreta giratoria de la máquina de colada continua. La olla de acero vierte el líquido por la parte inferior al distribuidor, este consiste en una caja revestida de refractario y su objeto es regular el volumen, la presión y la velocidad del líquido a la entrada de los moldes.

Los moldes tienen un radio de curvatura de 12 m con el fin de que la plancha salga en forma horizontal. Cada molde se enfría exteriormente mediante un sistema de distribución de agua para solidificar la parte externa de la plancha.

El molde estará oscilando en sentido vertical para evitar que el acero se adhiera a éste y en sincronización con los rodillos extractores se extraerá el planchón, este se pasará posteriormente a una cámara de enfriamiento en la que se enfriará mediante el rocío de agua solidificándolo en su parte interna; a continuación, la plancha pasa por los rodillos extractores de velocidad variable que lo sacarán del sistema y eliminarán cualquier curvatura que haya adoptado para pasar posteriormente al sistema de corte.

El sistema de corte se forma con sopletes que operan con una mezcla de oxígeno y gas natural, estos se encuentran montados sobre un bastidor que les permiten desplazarse a la misma velocidad que el planchón, permitiendo así un corte recto. Una vez cortado el planchón en las longitudes seleccionadas se envían a las camas de enfriamiento donde se reducirá la temperatura. Finalmente, los planchones se transfieren a los patios de almacenamiento para de aquí enviarse a la planta del laminador de plancha, conforme a las demandas planteadas.

## II.9. Laminación

La laminación es un proceso de transformación de las dimensiones físicas del acero sólido (planchón) y tiene como objeto dar forma final al producto siderúrgico.

El proceso de laminación es un sistema continuo de alta velocidad al que se somete el planchón al hacerse pasar entre pares de rodillos (molinos) cuyas velocidades son iguales y opuestas con una separación entre ellos cada vez menor al grosor del material a adelgazar.

La planta tendrá una capacidad de producción de 1.5 millones de toneladas de producto terminado con los siguientes rangos dimensionales:

espesor	=	6 a 75 cm	(máximo 3 plg.)
ancho	=	585 a 3,830 mm	(aprox. 4 m )
largo	=	3,050 a 12,130 mm	(mayor a 12 m)

Las placas tendrán una amplia gama de usos entre los cuales están: fabricación de tubería de presión de gran diámetro, estructuras pesadas, construcciones navales (astilleros), tanques y recipientes de gran capacidad, etc.

Los planchones producidos en la Colada Continua se transportan por medio de mesas de rodillos hasta la nave de recepción del laminador. El planchón que ya estará clasificado se descarga por medio de grúas y es colocado en el área de almacenaje formado pilas, estas se diferencian de acuerdo a las características propias del material (composición química y dimensiones del planchón). Posteriormente se selecciona la pila a laminar y se cargan mediante una grúa, planchón por planchón, a dos hornos de recalentamiento que manejarán 180 ton/h cada uno. En éstos, el material se calienta a 1250°C quedando en condiciones aptas para ser laminado. A continuación mediante un sistema de extracción y manejo de planchones calientes, se colocarán sobre una mesa de rodillos que los llevará hasta el equipo de laminación compuesto por dos trenes laminadores; cada uno de estos contará a su vez con un tren desbastador que reducirá en mayor parte el tamaño de la placa y un tren terminador que se encargará de dar el tamaño final de la placa, de esta manera se obtienen el producto terminado que se almacena, clasifica y finalmente se envía a los diversos consumidores.

#### II.10 Plantas de Servicios y Sistemas Auxiliares.

Las instalaciones de la siderúrgica contará también con plantas auxiliares que tendrán como finalidad proporcionar los -

servicios necesarios a los centros de producción antes mencionados tales como; electricidad, aguas de proceso, Oxí - geno, Nitrógeno, aire comprimido y otros servicios básicos como el Centro de Control de Energía y el Taller General - de Mantenimiento y Laboratorios.

Las plantas auxiliares se mencionan a continuación:

#### Planta de Fuerza.

Esta planta tiene como función generar vapor mediante calderas para sus diversas utilizaciones, producir energía - eléctrica en caso de emergencia y así garantizar la conti - nuidad de operación de los equipos indispensables.

#### Planta de Oxígeno.

Los productos de esta planta serán Oxígeno, Nitrógeno y - Argón en la cantidad necesaria y calidad exigida para los procesos que requieren de estos gases.

El oxígeno se obtiene del medio ambiente mediante la licuefac - ción y posterior destilación fraccionada con el fin de sepa - rar este elemento del Nitrógeno y gases restantes que contiene. El Oxígeno es indispensable para la afinación del acero en los hornos eléctricos.

El Nitrógeno se usará en el proceso de reformación en Reducción directa y para la agitación del acero líquido en la Colada Continua.

El argón se inyectará en Aceración a las ollas de acero para homogeneizar el metal líquido.

#### Planta de Tratamiento de Aguas.

Este proceso incluirá la distribución del agua en las diferentes plantas que integran la siderúrgica acondicionándola según sus requerimientos como; agua industrial, agua suave (eliminándole las sales de Calcio que contenga), - agua potable y agua desmineralizada (equivalente a el agua destilada).

#### Taller General de Mantenimiento

Este Taller contará con máquinas-herramientas y elementos de pailería (construcción de recipientes de acero de gran tamaño), así como de herramientas livianas y manuales para dar servicio de mantenimiento a las diversas instalaciones de la siderúrgica. Contará también con los talleres de reparación de Locomotoras y Equipo Móvil que tendrá los medios suficientes para atender las locomotoras, vehículos automotrices, equipo móvil de material a granel, excavadoras, etc.

### Centro de Control de Energía.

Este centro de control indicará y regulará la correcta distribución en todas las plantas del complejo de energía eléctrica, Gas natural, Oxígeno, Nitrógeno, aire comprimido de servicios, aguas de proceso, etc.

### Laboratorios Metalúrgicos.

Contará con un completo equipo de análisis para determinar las composiciones químicas de las materias primas, productos en proceso o semiterminados y productos acabados; además analizará gases y fluidos líquidos con la regularidad exigida.

Corresponde a estas instalaciones ejercer el control de calidad que garantice la aceptación del producto terminado por parte del cliente.

### CAPITULO III

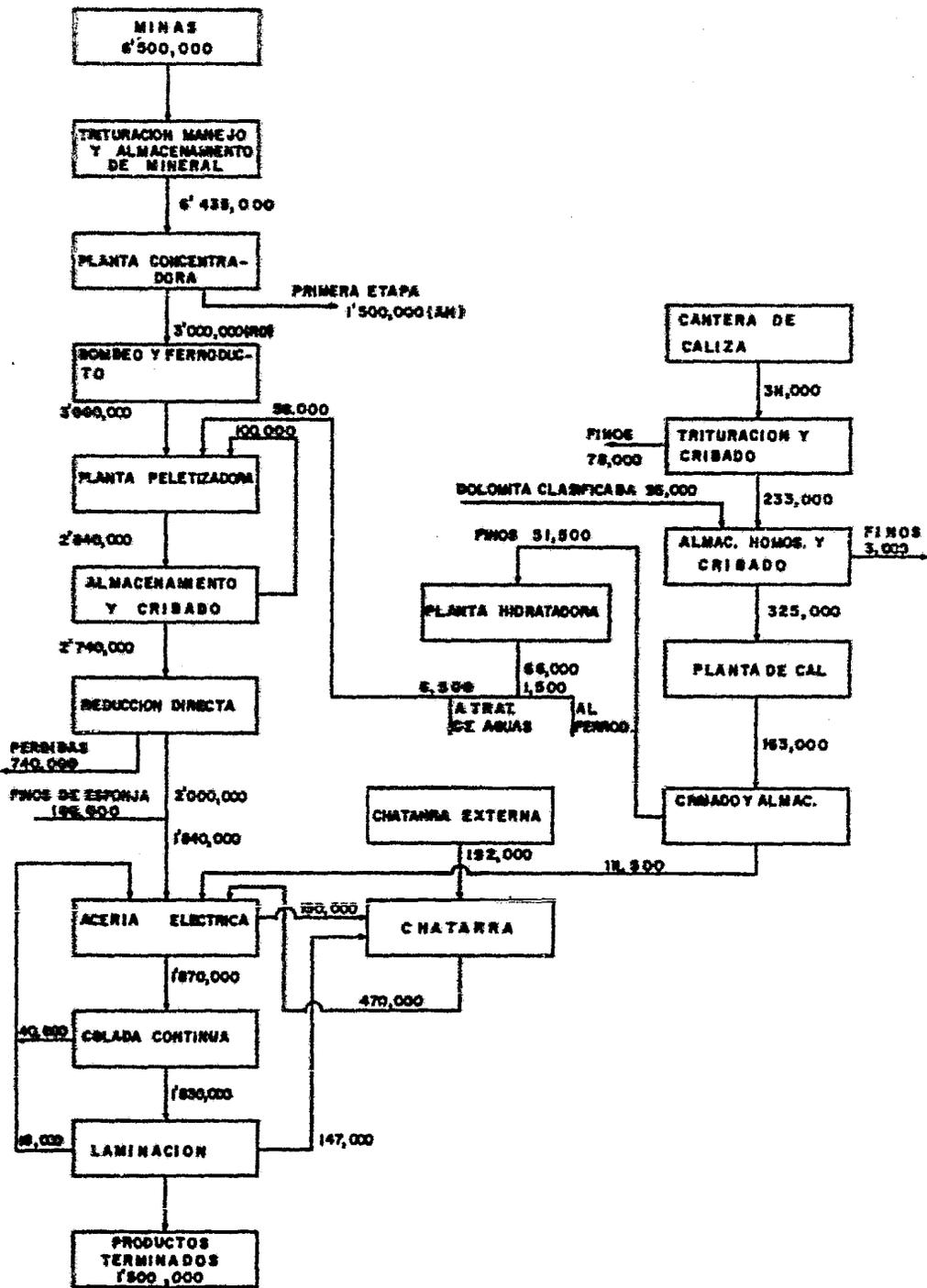
#### PROGRAMA DE DESARROLLO

La Industria siderúrgica nacional tiene como una de sus metas la de multiplicar la producción actual que es de 9.5 millones de toneladas anuales a 21 millones de toneladas anuales en 1990 para así poder cubrir la demanda prevista para ese año. (24 millones de toneladas de acero).

En su primer etapa SICARTSA cuenta con una capacidad de 1.3 millones de toneladas de acero por año que son transformados en productos laminados no planos. Basada en la experiencia acumulada en los últimos años, SICARTSA prepara el programa de Desarrollo para la construcción de su segunda etapa la cual contará con el nuevo proceso continuo de Reducción Directa, esta planta tendrá una capacidad nominal de 1.5 millones de toneladas anuales de acero en forma de laminados planos (Fig. III.1).

Con esta segunda etapa SICARTSA dispondrá hacia 1985 de una capacidad nominal total de 3.2 millones de toneladas de acero al año. Los requerimientos del mercado hacia 1990 habrán de exigir que SICARTSA eleve esa capacidad a más de 10 millones de toneladas anuales de acero, lo que ha sido previsto al diseñar la disposición general de la planta en su complejo siderúrgico (Fig. III.2).

TON / AÑO



BALANCE DE MATERIALES

Figura IX-1

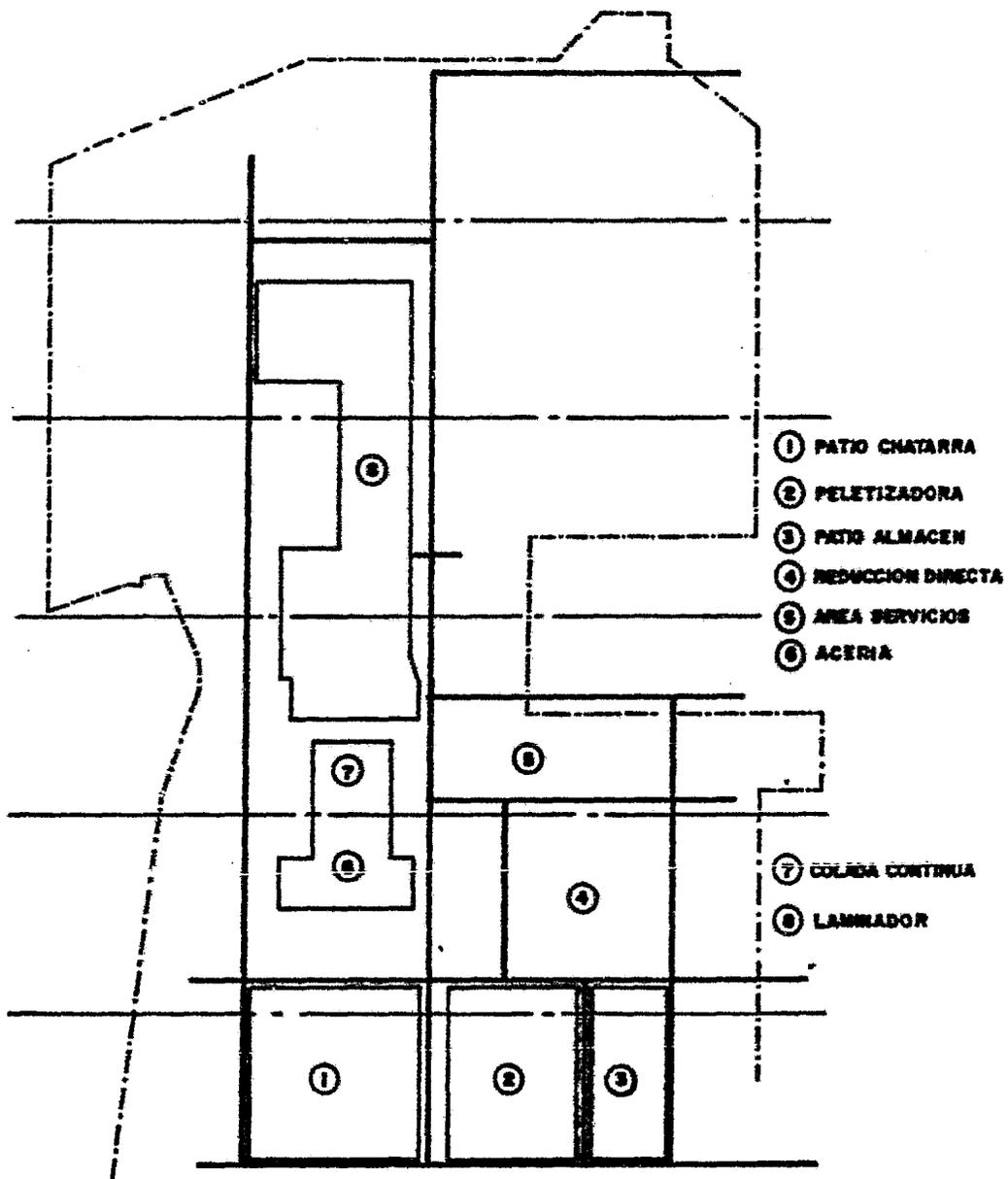


Figura III - 2

DISPOSICION GENERAL DE LA PLANTA

El desarrollo planeado de SICARTSA no interferirá con los programas de crecimiento de la industria siderúrgica nacional, que en su totalidad requerirá de una capacidad instalada de unos 24 millones de toneladas para 1990 si se desea abastecer regularmente la demanda interna del país. (fig. III.3)

La ubicación de SICARTSA en los terrenos adyacentes a la desembocadura del río Balsas en el pacífico, resultó de un análisis económico que evaluó las ventajas de diversos lugares considerados como adecuados. Los aspectos ponderados fueron: El costo del transporte de las materias primas a la planta y el de productos terminados a los diferentes lugares de consumo, así como la disponibilidad económica de energía eléctrica, agua en abundancia y otras materias primas.

La localización es favorable tanto para el país como para la empresa por: la existencia de los yacimientos de mineral de hierro de las Truchas dentro de un radio de 30 kilómetros del sitio proyectado, la energía del sistema hidroeléctrico de las plantas "La Villita" (304,000 Kw) e "Infiernillo" (960,000 Kw), el enorme caudal regulado del río Balsas, y la cercanía de los centros industriales más importantes del país y la infraestructura necesaria como lo es un puerto marítimo y comercial, vía de ferrocarril y vías de comunicación que ya se tiene en la

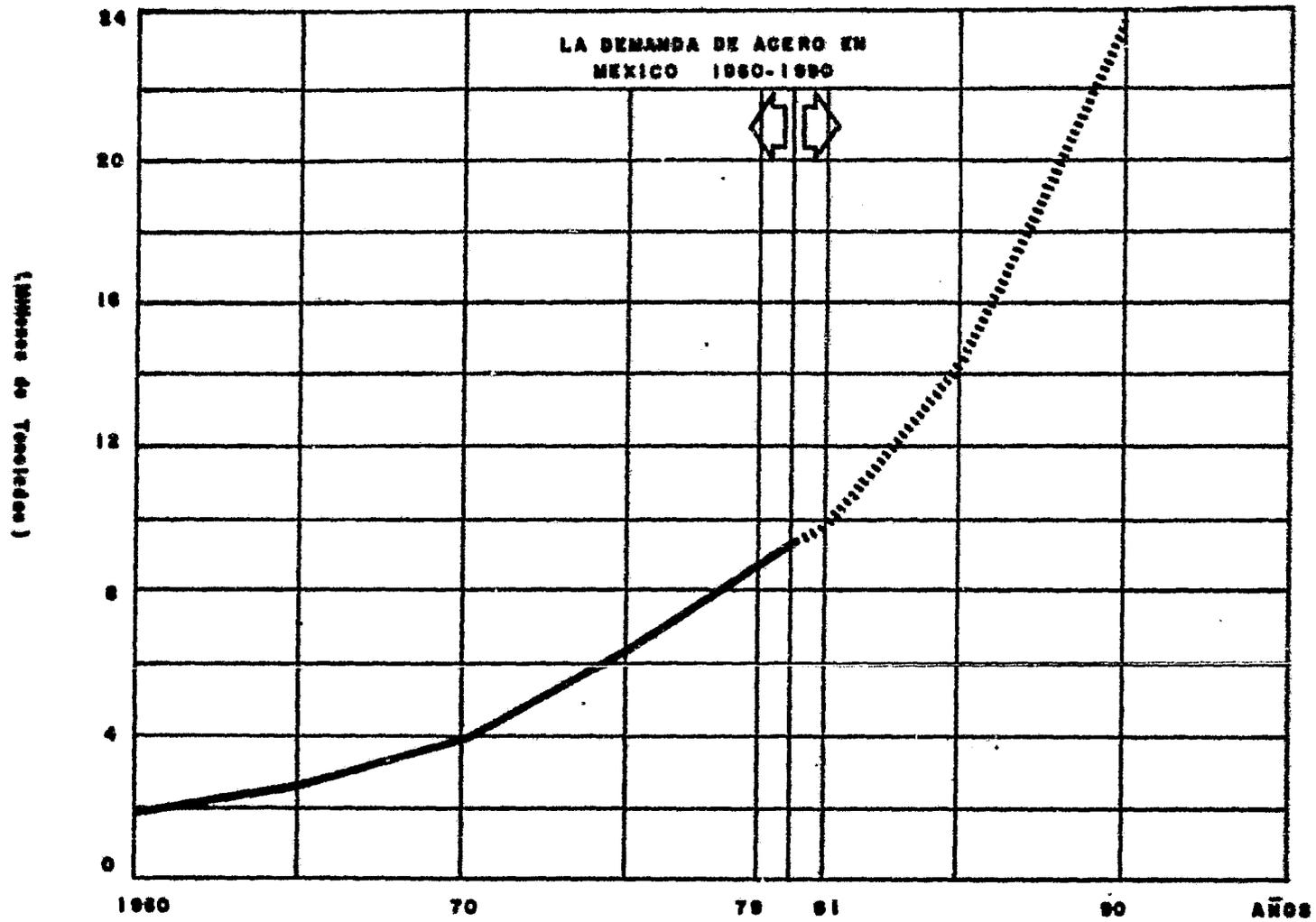


Figure M-3

Fuente: Comisión Coordinadora de la Industria Siderúrgica

ciudad de Lázaro Cárdenas, Estado de Michoacán.

En cuanto a los yacimientos de hierro, SICARTSA tiene asignados los cuerpos minerales de Las Truchas, Los Pozos, el Volcan, El Mango en el Estado de Michoacán y los de plutón y el Violín entre otros en el Estado de Guerrero. Todos estos yacimientos contienen reservas suficientes para asegurar el abastecimiento de material ferrífero propio para la operación de la planta durante un período de 30 años.

SICARTSA dará ocupación directa a 6000 obreros para la operación de la segunda etapa, que sumados a los de la primera etapa representan 11,000 empleos, además de aproximadamente 10,000 trabajadores que laboran en la construcción del complejo siderúrgico.

En el Estudio de Factibilidad técnica, Económica y Financiera de la Segunda Etapa, se analizaron las Condiciones que privan en el sector siderúrgico nacional y sus perspectivas, así como las características de los equipos para la producción de laminados planos, las inversiones requeridas y las correspondientes relaciones financieras. Las conclusiones principales a que se llegó con dicho estudio, fueron las siguientes:

- 1.- Las expansiones que llevan a cabo las industrias siderúrgicas y la producción de la primera etapa de SICARTSA, sólo podrán abastecer el consumo interno por un período breve.

- 2.- Para satisfacer los niveles crecientes de su propia demanda, México requiere de una nueva capacidad de producción de acero. Este requerimiento aumenta si se toma en cuenta el propósito de concurrir permanentemente al mercado de exportación.
- 3.- De no realizarse oportunamente las inversiones necesarias para la creación de la nueva capacidad de producción, el país se vería ante la disyuntiva de importar, en forma creciente, productos Siderúrgicos, afectando en forma muy desfavorable su balanza de pagos o bien ver frenado su desarrollo económico por la falta de acero.
- 4.- Es evidente que por la cercanía a sus propios yacimientos de mineral de hierro, su óptima ubicación junto a un puerto marítimo, lo moderno y eficiente de la totalidad de sus equipos, SICARTSA debe crear parte de esa nueva capacidad.
- 5.- En base a los estudios realizados, SICARTSA deberá construir a la brevedad posible, su Segunda Etapa, con una capacidad nominal de 1.5 millones de toneladas de acero por año, destinada a la producción de laminados planos.

6.- Con la aprobación del programa de construcción, SICARTSA contribuirá a partir de 1985 con la oferta de laminados planos.

El total de la inversión para desarrollar esta segunda etapa de la Siderúrgica Lázaro Cárdenas-Las Truchas es de 64 mil millones de pesos. Para esta inversión se prevee un alto grado de integración nacional, el 65% para la fabricación y suministro de las obras de expansión.

Lo anterior ha sido posible gracias a un programa de participación activa de compañías en este gran proyecto, al que aportarán estructuras, grúas, equipo eléctrico, colectores de polvo, equipo de bombeo, refractarios, tuberías, paneles de control, elevadores, sistemas de tierra, etc.

De acuerdo con lo anterior, las erogaciones que se harán en México para las plantas, principales de este complejo siderúrgico a precios de mayo de 1982, serán los siguientes:

Peletizadora	\$ 4 000'000 000.00
Reducción Directa	\$ 1,500'000 000.00
Acería Eléctrica	\$ 5 000'000 000.00
Colada continua	\$ 6 000'000 000.00
Planta de laminación	\$ 12 500'000 000.00

Así mismo, se encuentra en análisis la participación de la industria nacional en la planta concentradora, planta de cal, -ferroducto, plantas de servicios, etc. esperandose que aproximadamente un 60 por ciento del total sea erogado en el país.

Sin embargo, se espera que del total de la inversión de la Segunda Etapa, se adquiriera del extranjero, un máximo del 35 por ciento que contemplará el suministro de alguna ingeniería, -equipos especiales, su instalación y la supervisión y coordinación de la obra.

## CAPITULO IV

### PROGRAMA DE REALIZACION DE LA EXPANSION

Una de las herramientas más importante de planeación es el programa maestro. Este documento indica en términos amplios en que forma deberá progresar el proyecto, desde el principio hasta el final. Este es preparado con los datos obtenidos por todos los miembros principales del grupo de trabajo del proyecto y generalmente es presentado en forma de barras, estableciendo la duración total de las principales actividades. Esta es una representación visual del alcance total del proyecto. Proporciona un medio para repartir el proyecto en subdivisiones y componentes a niveles sucesivamente de mayor detalle.

El programa maestro de desarrollo que se ha elaborado para llevar a cabo la construcción de la Segunda Etapa de SICARTSA ha tomado en consideración la optimización de los recursos humanos y financieros, con el objeto de iniciar la producción de laminados planos a partir de julio de 1985.

El programa de realización de la segunda etapa se inicia en septiembre de 1980 con los estudios de mecánica de suelos y la construcción de las obras preliminares.

En este año se realiza también las actividades de licitación y la asignación del contrato para la construcción y montaje de la planta de Reducción Directa. Así mismo se inicia la preparación de las especificaciones para la Planta Peletizadora.

En 1981 se realizan las siguientes actividades:

- a) Se elabora la documentación para la construcción del Laminador de Placa y a fines de este año se asignan los contratos para el laminador y para la Planta Peletizadora.
- b) En este periodo se inician las actividades de licitación para las plantas de Colada Continua, Acería Eléctrica, Concentradora, de Tratamiento de Aguas, de Oxígeno, Sistemas de Transporte de Tuberías, Distribución Eléctrica y Planta de Fuerza.
- c) Se inicia la colocación de pedidos para la fabricación y entrega de los equipos para la operación de las minas.

En 1982:

- a) En el primer semestre se asignan los contratos para la construcción y el montaje de: Las Oficinas Administrativas, la Planta Concentradora, Acerfa, Colada Continua, Planta de Tratamiento de Aguas y el Sistema de Agua Cruda.
- b) En este mismo semestre se inicia la colocación de los pedidos para el suministro de los transformadores eléctricos, del equipo móvil normal (1a. parte), de la tubería para el Sistema de Agua contra Incendio, así también para el sistema de Soporte y para el Gasoducto Interior.
- c) Se continua con la obra civil y el montaje de la Planta de Reducción Directa y se inician las obras para el Laminador de Placa, la Planta de Acerfa, Colada Continua, Peletizadora y Tratamiento de Aguas.
- d) En el transcurso del segundo semestre de este año se adjudican los contratos para la instalación del sistema de Distribución Eléctrica, para la obra civil y montaje del Sistema de Soporte de Tuberías, Planta de Oxígeno, Sistema de Agua Contra Incendio, Plantas de Agua Helada y de Fuerza. Asi como la colocación de los pedidos para el suministro del equipo móvil especial 1a. parte.

- e) Se continua con la fabricación y entrega de equipo, - obra civil y montaje de las plantas anteriores.

En 1983 se deberá realizar:

- a) En este año se terminan las Oficinas Administrativas - y se asignan los contratos para la obra civil y el montaje de los Almacenes Generales, de la Planta de Bombeo y Ferroaducto, Planta de Cal, Trituradora de Caliza, Panto de Preparación de Chatarra, Talleres Generales, Gasoducto Planta de Tratamiento de Efluentes, Gruas del Puerto, Red interna de vias de FFCC.
- b) Se inicia la captación de agua cruda desde el Rio Balsas. También las minas de fierro complementarán la producción de mineral en la capacidad establecida al iniciar la explotación de los tajos.
- c) Se colocan los últimos pedidos para el suministro del equipo móvil especial y normal.
- d) Se concluyen la totalidad de las obras preliminares.

Para 1984 se prevé el arranque de todas las plantas de servicios, además deberán iniciar su producción la Planta Concentradora, Peletizadora y Planta de Cal. El Sistema de Manejo de Materiales deberá estar listo, así como el Patio de Preparación de Chatarra y los Talleres.

En el primer semestre de 1985 se concluye con la construcción y el montaje y se inicia la producción del resto de las plantas siguiendo la secuencia del proceso siderúrgico, para finalmente salir al mercado con productos planos.

En este programa de realización se prevee la conveniencia de incluir en los documentos de licitación el requisito de que los concursantes incorporen en sus ofertas los costos para la obra civil, fabricación y montaje, de tal forma que sean responsables tanto del suministro como del montaje del equipo.

A continuación se muestra en forma de diagrama de barras lo que es el Programa Maestro de realización de la Segunda Etapa de SICARTSA. Las duraciones son estimaciones hechas de acuerdo con la experiencia de los miembros del grupo de trabajo del proyecto y que servirán como lineamientos generales para los programas que deban entregar los contratistas. Estos programas serán los que controle Sicartsa, control que

será sobre el avance de cada una de las actividades que marca el contratista, así como la terminación de sus trabajos.

## PROGRAMA MAESTRO DE REALIZACION

CONCEPTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985
OBRAS PRELIMINARES	—————	~~~~~				
OFICINAS ADMINISTRATIVAS Y EDIFICIOS VARIOS			—————	~~~~~	~~~~~	
MNASY TRIT. DE MINERAL		~~~~~	~~~~~	~~~~~		
PLANTA CONCENTRADORA		—————	~~~~~	~~~~~	~~~~~	
FERRODUCTO			—————	~~~~~	~~~~~	
PLANTA PELETIZADORA	—————	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	
PLANTA DE CAL			—————	~~~~~	~~~~~	
TRITURACION DE CALIZA			—————	~~~~~	~~~~~	
REDUCCION DIRECTA	—————	~~~~~	~~~~~	~~~~~	~~~~~	
HORNO ELECTRICOS		—————	~~~~~	~~~~~	~~~~~	

## PROGRAMA MAESTRO DE REALIZACION

CONCEPTO	1980	1981	1982	1983	1984	1985
COLADA CONTINUA		—————	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	
LAMINADOR DE PLACA		—————	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	
DISTRIBUCION ELECTRICA			—————	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	
GASODUCTO INTERIOR			—————	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	
PLANTA DE FUERZA			—————	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	
EQUIPO MOVIL			—————	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	
PLANTA TRATTO. DE AGUA		—————	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	
PLANTA DE AGUA HELADA			—————	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	
SISTEMA CONTRA INCENDIO Y AGUA DE EMERGENCIA			—————	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	
SOPORTE DE TUBERIAS		—————	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	////// \\\\\\\\	



CAPITULO V  
CONCEPTOS GENERALES DEL SISTEMA  
DE PROGRAMACION "CPM"

Los proyectos son esfuerzos únicos y bien definidos destinados a producir ciertos resultados previamente establecidos y especificados en un punto particular en el tiempo.

Hace algún tiempo el enfoque convencional de la ejecución de un proyecto consistía en una serie fragmentada de operaciones individuales que abarcan las principales funciones de la ingeniería, el abastecimiento y la construcción, así como las funciones de planeación, estimación y control de costos. fig (V.1)

En la actualidad para planear y controlar proyectos de gran envergadura se requieren ciertas técnicas modernas como lo es el CPM (Critical Path Method) que utiliza el control de los tiempos de ejecución y los costos de operación, para buscar que el proyecto total sea ejecutado en el menor tiempo y al menor costo posible. fig (V.2)

La aplicación del CPM abarca desde el planteamiento del objetivo de un proyecto, hasta el logro total de la meta deseada. Así se puede afirmar que este método es útil en cualquier situación en la que se tenga que llevar a cabo una serie de actividades o tareas, relacionadas entre sí, para realizar lo propuesto.

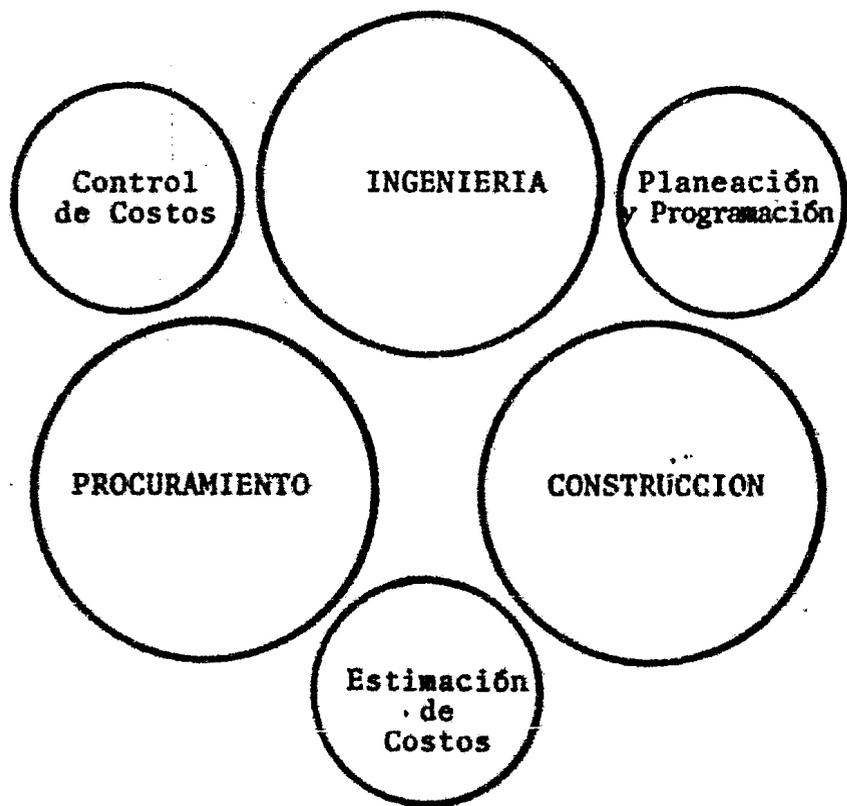


Figura V.1

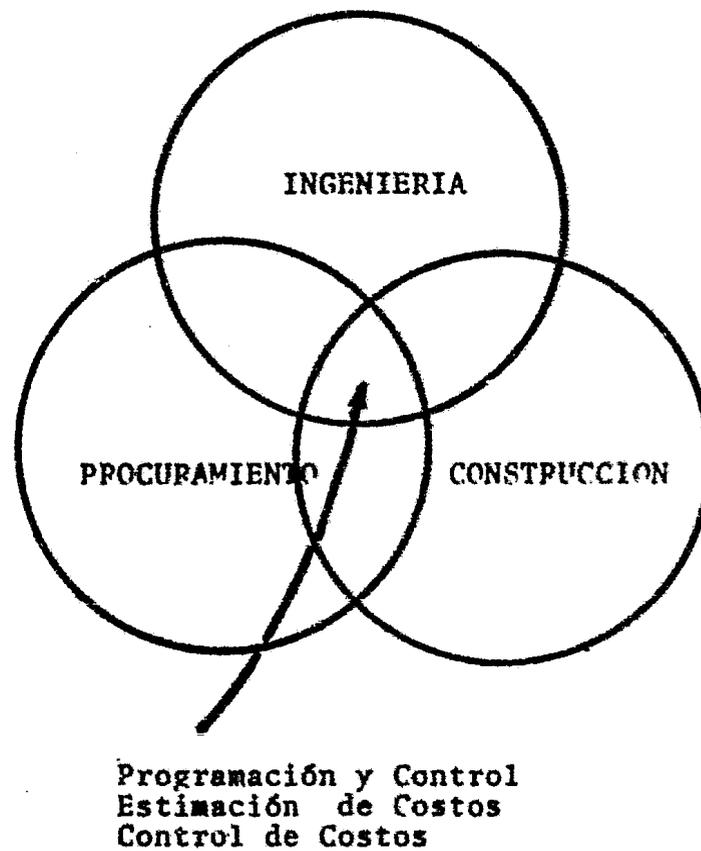


Figura V.2

La ventaja primordial que brinda el método de la ruta crítica es que resume, en un solo documento, la imagen de interrelación de sus elementos combinada con sus duraciones respectivas, lo que evita omisiones en todo proyecto, identifica rápidamente contradicciones en la programación de actividades, facilita la previsión de un abastecimiento ordenado y oportuno de recursos y en general logra que el proyecto sea llevado a cabo, acorde con el plan dinámico que ha sido trazado.

La aplicación del método de la ruta crítica nos ofrece también otros beneficios, tales como:

- Determina el tiempo estrictamente necesario para realizar un objetivo, de acuerdo con los recursos disponibles.
- Señala con exactitud aquellos factores críticos, de los que depende directamente los resultados.
- Suministra datos precisos para formular el "programa maestro" que incluye todos los elementos del proceso planeado, por medio del cual pueden conocerse las opciones de los tiempos límite así como las holguras, para la iniciación y terminación de las actividades seriadas que le corresponden.
- Cuando es imperativo o conveniente un cambio de programación, éste método identifica las actividades esenciales que

pueden acelerarse, sin desperdiciar recursos o tiempo en aquellas que no tienen importancia.

- Convierte la programación en una técnica científica, de manera que los directivos de una empresa puedan tomar decisiones sustentadas o en su caso, aceptar o rechazar los riesgos calculados que se presentan, recurriendo a los datos precisos que se ponen a su disposición.
- Proporciona el plazo de inicio y terminación de los diferentes procesos que son necesarios para la realización del proyecto.

#### V.1 Conceptos fundamentales de redes de ruta crítica.

Se llama red a la representación gráfica de las actividades que muestran sus eventos, secuencias, interrelaciones y el camino crítico.

Esta red esta formada por eventos y actividades.

El evento se describe como un momento dentro del proceso constructivo que no consume tiempo ni recursos, representa además la iniciación o finalización de una actividad. Los eventos deberán tener una secuencia lógica en base al proceso en estudio y se representa por medio de circulos (nodos).

La actividad es la ejecución física de una labor que consume tiempo y recursos, su representación es por medio de una flecha que queda enmarcada entre dos eventos.

Una actividad puede también ser ficticia cuando no consume tiempo ni recursos, y se usa solamente para expresar restricciones que definen un proceso constructivo, como lo son las dependencias entre actividades (Fig. V.3).

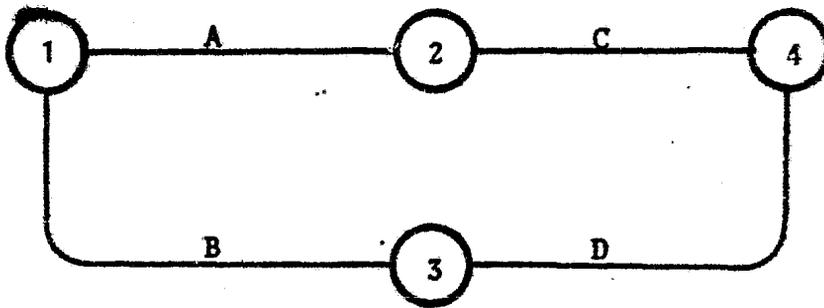


Figura V.3

Para conocer la dependencia de una actividad se toman en cuenta su actividad sucesora y su predecesora, por ejemplo, en la Fig. V.3 se observa que la actividad C depende de la actividad A y la actividad D de la actividad B, esto significa que para que C se ejecute tiene que haberse ejecutado A y para que D se ejecute se habrá ejecutado B. Una vez definida las dependencias entre actividades se podrá -

elaborar un diagrama de flechas tomando en cuenta a los -  
tres puntos siguientes:

- Las actividades que preceden inmediatamente a la ejecución de tal actividad.
- Las actividades que se llevan a cabo inmediatamente des  
pués de realizada ésta.
- Las actividades que pueden realizarse al mismo tiempo -  
que ésta.

Con lo anterior podemos deducir que la red constituye un modelo -  
gráfico del proyecto, así también conserva una semejanza con el fe-  
nómeno que representa.

## V.2 Algoritmos para la determinación de la ruta crítica y cálculo de tiempos y holguras.

A la ruta más larga entre una actividad que no tenga prece  
sores y otra actividad que no tenga sucesores se le llama ruta crítica. La razón del nombre es que la longitud -  
(en tiempo) de la ruta crítica es el máximo tiempo en el -  
cual se puede terminar el proyecto.

Cualquier retraso que tenga una actividad de dicha ruta -  
alargara necesariamente la duración del proyecto, razón por la

cual debe asegurarse que ninguna de estas actividades sufra retraso. Las actividades que no están en la ruta crítica, están holgadas en el sentido de que pueden aceptar ciertas demoras sin que se retrase todo el proyecto, razón por la cual no son críticas.

Para una red sencilla, con pocas actividades es relativamente sencillo determinar la ruta más larga o ruta crítica. Sin embargo, para redes más complejas como se presentan en proyectos grandes, en los cuales las actividades se presentan con mucho detalle y por lo tanto tienen cientos o aún miles de actividades, no es sencillo encontrar la ruta más larga.

Esto, aunado a la conveniencia de determinar que tan holgadas están las actividades que no son críticas, ha sido la motivación para el desarrollo de programas computarizados para calcular la ruta crítica, y los tiempos y holguras de las actividades que se encuentra fuera de esta ruta.

Los conceptos que se toman en cuenta para la determinación de la ruta crítica y la holguras de las actividades de la red de un proyecto son las siguientes:

- Inicio temprano
- Terminación temprana
- Terminación tardía
- Inicio tardío
- Holgura libre
- Holgura total
- Holgura independiente

### V.2.1 Inicio temprano (Pi)

Es el primer momento en que se puede iniciar una actividad, este inicio no puede ser antes que el mayor de los tiempos de terminación temprana de todos sus predecesores inmediatos, por lo tanto:

$$Pi_k = \text{Max } (Pt)_x$$

donde

$Pi_k$  = tiempo de inicio temprano de una actividad k.

$(Pt)_x$  = conjunto de tiempos de terminación tempranos de las actividades x.

x = pertenece al conjunto de predecesores de k.

### V.2.2 Tiempo de terminación temprana (Pt).

Es igual a el tiempo de inicio temprano más la duración de la actividad.

Por esto:

$$Pt_k = Pi_k + D_k$$

donde

$Pt_k$  = tiempo de terminación temprana de la actividad k.

$D_k$  = duración de la actividad.

### V.2.3 Tiempo de terminación tardío (Ut).

Es el último momento en que podemos terminar una actividad sin que se retrase el proyecto total. El tiempo de terminación tardío no puede ser posterior al menor de los tiempos de inicio tardío de todos los sucesores inmediatos de la actividad en cuestión.

$$Ut_k = \min (Ui)_x$$

donde:

$Ut_k$  = tiempo de terminación tardío de la actividad k.

$(Ui)_x$  = conjunto de tiempos de inicio tardío de todas las actividades x.

La actividad x pertenece al conjunto de actividades que son sucesoras inmediatas de k.

### V.2.4 Tiempo de inicio tardío (Ui).

Es el tiempo de terminación tardío menos la duración de la actividad.

$$Ui_k = Ut_k - D_k$$

### V.2.5 Holgura total.

La holgura total de la actividad k, se calcula usando la fórmula:

$$HT = Ut_k - Pi - D_k$$

En un proyecto se puede retrasar una actividad aislada un tiempo igual a su holgura total sin que se retrase el proyecto total.

#### V.2.6 Holgura libre.

Se refiere a la holgura de una actividad que no afecta a las holguras de otras actividades. Dicha holgura libre se calcula con la siguiente formula:

$$HI_k = HT_k - \min HT_x$$

$HI_k$  = holgura libre de la actividad k.

$HT_k$  = holgura total de la actividad k.

$HT_x$  = conjunto de holguras totales de las actividades x.

x = pertenece al conjunto de sucesores inmediatos de la actividad k.

Las actividades que presentan holgura libre, se pueden retrasar el tiempo marcado por ésta, sin que se alargue el proyecto.

C A P I T U L O VI  
SISTEMA DE CONTROL DEL PROYECTO DE  
EXPANSION DE LA SIDERURGICA

Para controlar y evaluar el desarrollo de ejecución de un proyecto, mas que conocer los problemas y confusiones los cuales aumentan - gradualmente conforme pasa el tiempo, es necesario para la gerencia del proyecto el tomar decisiones. Para que estas decisiones sean efectivas, deben estar basadas en la mayor información disponible, esto requiere de una adecuada comunicación que junto con - objetivos y procedimientos definidos llevarán al buen logro y éxito del proyecto. Los procedimientos o métodos usados deben además, ser dinámicos a fin de que puedan adaptarse a los cambios y, así reflejar cualquier situación crítica del proyecto. Con el dominio de lo anterior, se podrán determinar los siguientes puntos:

- Dirigir los programas detallados previamente establecidos.
- Tener un alto nivel de control y emisión de reportes de avance.
- Medir rapidamente el impacto al proyecto originado por demoras.
- Tener una rapida toma de decisiones y encausar la ejecución del proyecto por el camino adecuado, minimizando con esto los efectos de las demoras.

Es por esto que se pensó en un sistema de planeación computarizado llamado CPA (Critical Path Analysis) con el cual se solucionaría el problema de integrar y controlar los programas de realiza-

ción, dentro de un complejo siderúrgico integrado como lo es el de SICARTSA, en el cual se manejan miles de actividades - en su programa de realización lo que se volvería demasiado - complejo manejarse manualmente. El sistema de control computarizado comprende principalmente los siguientes factores:

- a) La Segunda Etapa esta integrada actualmente por 32 áreas, número integrado por plantas nuevas y ampliación de plantas existentes de la primera etapa. Este conjunto se divide como sigue:

<u>CODIGO DE PLANTA</u>	<u>DESCRIPCION</u>
020	Facilidad para construcción
030	Infraestructura permanente
032	Equipos miscelaneos
110	Minas de Fierro
120	Preparación del mineral de fierro
130	Planta Concentradora
140	Planta de bombeo y ferroaducto
150	Cantera y preparación de caliza
160	Serv. interplanta area mina y concentradora
210	General del muelle
220	Almacenamiento, homogenización y manejo de materias primas
310	Planta Peletizadora
350	Planta de Cal

<u>CODIGO DE PLANTA</u>	<u>DESCRIPCION</u>
400	Planta de Reducción Directa
510	Acería Eléctrica
520	Colada Continua
530	Patio preparación de chatarra
660	Laminador de Placa
710	Planta de Oxígeno y Aire de Servicio.
720	Planta de Fuerza
729	Centro de control de energía
730	Distribución Eléctrica
741	Sistema de Agua Cruda
743	Planta de Tratamiento de Agua
744	Modificación sist. de recirculación Molinos I Etapa
747	Planta de Tratamiento de Efluentes
761	Gasoducto Interior
769	Sistema contra incendios
770	Soporte de tuberías
780	Planta de Agua Helada
790	Equipo móvil de planta
830	Talleres y Edificios varios
870	Oficinas Administrativas

b) En el control de avance de cada planta se abarcan muy di-

versas actividades como: diseño civil y estructural; construcción de la obra civil, fabricación y montaje de estructuras; diseño y suministro de equipos de proceso; equipos accesorios y de servicios; montaje de los equipos; supervisión de fabricación y montaje; pruebas en vacío del equipo; etc. las cuales deben ser identificables plenamente.

- c) Se tiene que supervisar que las actividades se inicien y terminen en el tiempo requerido por el programa.
- d) En el suministro de equipos y en la construcción, intervienen un gran número de contratistas cuyos trabajos tienen que ser identificados plenamente.
- e) En el control del suministro de los servicios necesarios para la construcción y el arranque de las plantas.

El sistema CPA es una gran herramienta para la administración, de simple manejo, provista de todas las funciones básicas para la planeación y el control, con facilidades para una rápida emisión de reportes que serán útiles para los ingenieros de planeación, gerentes de proyecto y dirección.

#### VI.1 Organización para el control del proyecto.

La base primordial para el control de un proyecto de cualquier tipo, radica en su organización, ya que de esto dependerá que la información que se procese sea lo más confiable posible, y que los reportes emitidos por medio del sistema, sean útiles para que las decisiones que se deban tomar sean las más favorables y oportunas para el desarro

llo del proyecto. Por tal motivo se creo el departamento de programación central que tiene las siguientes funciones basicas:

- Coordina todas las actividades de la ejecución del proyecto, conjuntamente con las secciones de programación de las Gerencias de Ingeniería y de Construcción.
- Sumariza y analiza la información reportada e indica los impactos en el proyecto por problemas en áreas independientes.
- Elabora todo tipo de informes referentes a programas y sus avances, que sean solicitados por dependencias oficiales y por la Dirección General.

## VI.2 Coordinación.

La relación que a través de la constante coordinación tendrá el departamento de programación central con las secciones de programación de la gerencia de ingeniería y de construcción se muestra en el siguiente diagrama.

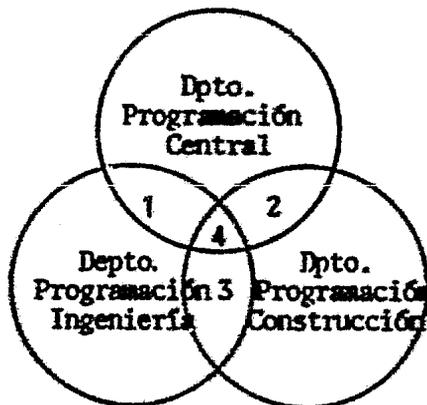


Figura VI - 1

### VI.2.1 Relación 1.

El departamento de programación central emite los parámetros principales, es decir fechas primeras y últimas de inicio y terminación de las plantas, así como los paquetes contractuales involucrados; igualmente prepara una relación de interfaces entre las plantas, tales como la disponibilidad de algún servicio para poder probar algún sistema.

En base a estos parámetros generales, se elabora conjuntamente con el departamento de programación de las gerencias de ingeniería los programas maestros y detallados sobre los cuales se controlará su área, hasta que el contratista no entregue su propio programa detallado. A través de estos programas, el departamento de programación de las gerencias de ingeniería resume la información para proporcionarla al Departamento de Programación Central - quién procesa dicha información.

Programación Central esta siempre en coordinación con el departamento programación de las gerencias para hacer el requerimiento de actividades como:

- Licitación
- Ingeniería
- Expedición y control de calidad
- Fabricación de equipos y materiales

#### VI.2.2 Relación 2.

El departamento de Programación Central estará en coordinación constante con el departamento de programación de la gerencia de construcción para efectuar el seguimiento de actividades tales como:

- Obra Civil y Estructural
- Montaje Electromecánico
- Pruebas y puesta en marcha

#### VI.2.3 Relación 3.

Los departamentos de programación de las gerencias de ingeniería y de construcción tienen una comunicación estrecha para definir el flujo de planos de construcción y montaje, también para establecer los controles necesarios para esta información, y saber el estado de avance de la fabricación de equipos, así como la recepción de las mismas en la obra para poder determinar lugares de almacenamiento, medios de carga y descarga, etc.

#### VI.2.4 Relación 4.

Esta relación es la más importante de todas, puesto que de no existir una coordinación inicial y permanente entre estos departamentos las demás resultarán inoperantes, de esta relación saldrán los procedimientos y flujos de información -

en las presentaciones y formatos predeterminados, así como los sistemas de evaluación en común acuerdo. (Fig. VI-2)

En esta relación y actuando como un sólo ente organizativo que es Programación SICARTSA, las principales actividades serán:

- a) Revisión del programa presentado por los concursantes, efectuando análisis comparativos que facilitan la toma de decisiones para la selección de el mejor programa.
- b) Revisión del programa inicial que emite el contratista posterior a la firma del contrato, para ver si no interfiere con otras áreas de la planta, así como si la fecha de terminación es congruente con la solicitada por SICARTSA.
- c) Revisión y ampliación del programa inicial hasta llegar al programa detallado final, verificando los mismos puntos mencionados en el apartado anterior.
- d) De acuerdo con los reportes emitidos por el contratista, se revisará si los avances presentados son los correctos, muestrando las actividades conjuntamente con el contratista.

**FLUJO GENERAL DE INFORMACION PARA EL CONTROL DEL  
PROYECTO SICARTSA II**

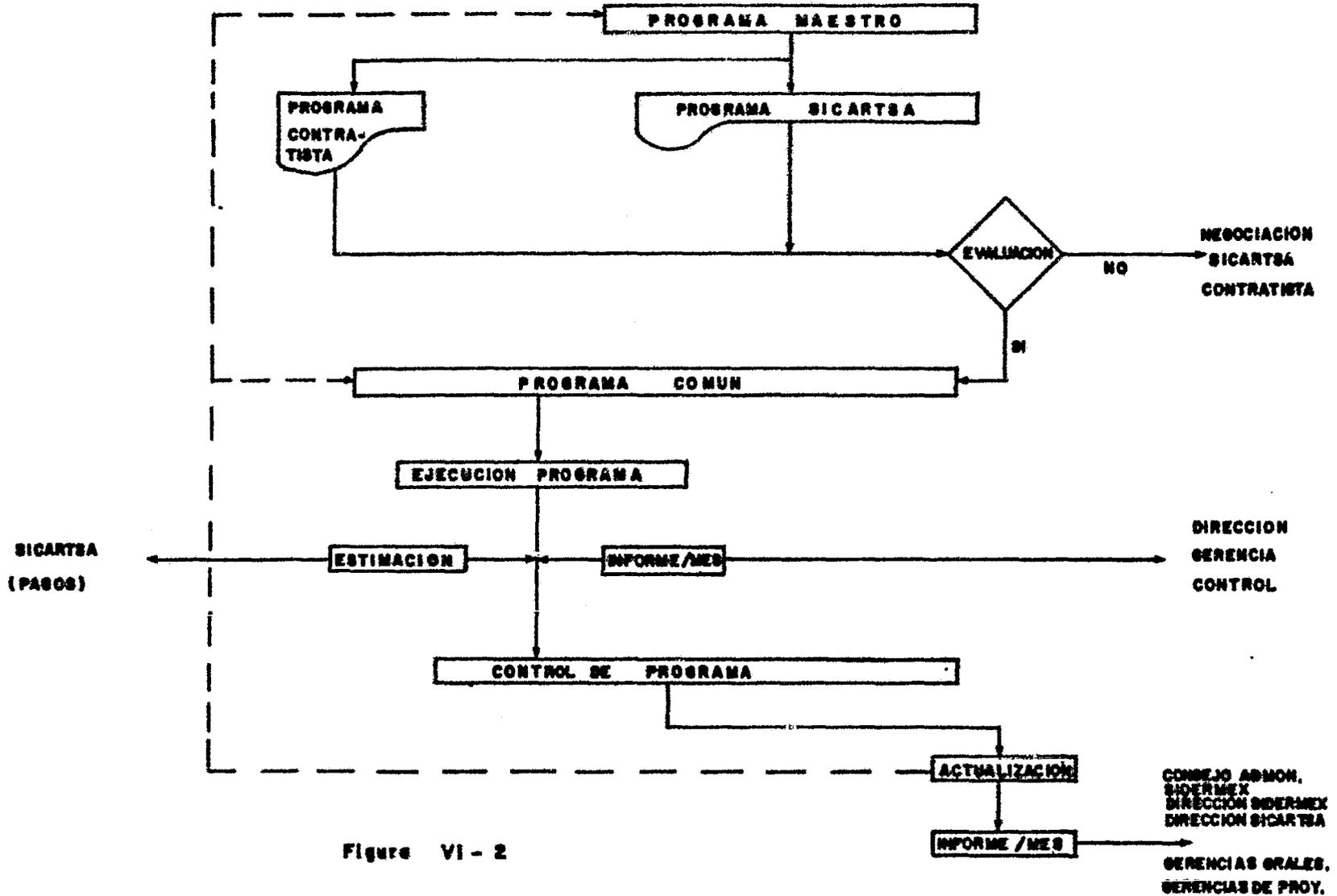


Figure VI - 2

- e) Cuando sean detectados retrasos en algunas actividades programadas, se llegará a un acuerdo para reprogramar estas actividades, manteniendo el programa general sin variación en cuanto a la fecha de terminación del proyecto.

### VI.3 Programación del Proyecto.

Una red puede ser construida en etapas; primero pueden listarse las actividades independientemente del tiempo, en segundo lugar pueden definir las interrelaciones lógicas entre las actividades y en tercer lugar se añaden las duraciones de las actividades de tal forma que procesando las redes puedan establecerse las fechas programadas.

#### VI.3.1 Preparación de Redes.

Conforme se desarrolla la ingeniería básica de cada área, se recopilará información con el grupo de ingeniería del proyecto en forma de planos y esquemas, diagramas de flujo del proceso, programas preliminares y discusiones generales. Esta información será usada para preparar las redes iniciales, las cuales deberán discutirse en cada etapa con el grupo del proyecto. Este programa se hará por cada área y que se incluirá en los documentos del concurso, deberá mostrarse las fechas claves para la ejecución-

de la ingeniería y la construcción, el programa se presenta en forma de diagrama de barras.

En base a este programa propuesto por SICARTSA los concursantes elaborarán sus propuestas particulares, las cuales se negociarán con SICARTSA para llegar a un programa que se adecue a las necesidades reales y que será tomado como base para el desarrollo del proyecto.

#### VI.3.2 Programas del Contratista.

Una vez que el contrato ha sido asignado, el contratista deberá entregar los siguientes programas:

- Programa Maestro
- Programa Detallado

##### VI.3.2.1 Programa Maestro

La preparación del programa maestro es iniciado por el contratista una vez que se le ha otorgado el contrato de manera oficial tomando como base el programa de su propuesta, el cual fue previamente acordado por las partes.

Este programa es en realidad una red lógica en la escala de tiempo (Fig.VI.3 ) donde se presenta todas las actividades fundamentales del proyecto, como son actividades de ingeniería, procuramiento y construcción de las cu



les será responsable el contratista y además las actividades fundamentales que sean responsabilidad de SICARTSA.

#### VI.3.2.2 Programa Detallado.

Este programa es en realidad el programa Maestro, previsto de un mayor desglose de las actividades de ingeniería, procuramiento y construcción. Al igual que el programa maestro, el programa detallado es una representación en forma de red lógica, la cual no se trazará sobre una escala de tiempo calendarizada, y que deberá venir acompañado de una lista conteniendo las actividades de la red con todas las fechas programadas de cada actividad (Fig. VI.4 ) en sistemas computarizados (si es necesario) y presentar diferentes reportes computarizados (fechas programadas, diagramas de barras).

#### VI.4 Carga y Procesamiento de Datos.

##### VI.4.1 Método de Identificación y Códificación de las Redes.

Cada red tiene un código de dos letras de identificación las cuales se mantienen a través del sistema. Este código aparece en cada referencia o documento que se haga de la red.

REP SUBRED FROM PROGRAM MAESTRO DE OBRAS SUBI PROGRAM MAESTRO DE OBRAS  
 TABLA ORG. 4 COLO COLADA CONTINUA  
 DURACION EN SEMANAS  
 CLASIFICADO POR CODIGOS ORG. Y COD. ACTIVIDAD

CODIGO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCION ACTIVIDAD	DESCRIPCION NICESTOR RMM	DURA CION	INICIO TEMPRANO	TERMIN. TEMPRANA	INICIO TARDIO	TERMIN. TARDIA	HOLG. TI TOTAL	FECHA PU ASIGNADA
0812000125	COL CONTIN ORDEN OBRA CIVIL	*	1	28ABR82	04MAY82	21JUN82	27JUN82	7	
0812500136	COL CONTIN CONTRATO CIVIL-SITIO	*	8	05MAY82	23JUN82	09AGO82	08OCT82	13	
0812500135	COL CONTIN JUMBY	*	0	05MAY82	05MAY82	05JUL82	05JUL82	8	
0812500160	COL CONTIN JUMBY	*	0	05MAY82	05MAY82	28JUN82	28JUN82	7	
0813000149	COL CONTIN JUMBY	*	0	30JUN82	30JUN82	04OCT82	04OCT82	13	
0813000165	COL CONTIN JUMBY	*	0	30JUN82	30JUN82	01NOV82	01NOV82	17	
0813500140	COL CONTIN COMENZAR DETALLE CIVIL EN CASA DE COLADA	*	13	05MAY82	03ABR82	05JUL82	03OCT82	8	
0814000149	COL CONTIN COM CIVIL-CASA COLADACOLCONT.INICIO OBRA	* S2	20	08NOV82	27JUN82	04OCT82	30SEP83	-5	
0814500146	COL CONTIN JUMBY	*	0	28MAR83	28MAR83	21FEB83	21FEB83	-5	
0814500189	COL CONTIN JUMBY	*	0	28MAR83	28MAR83	15JUN83	15JUN83	11	
0814600190	COL CONTIN COMPLET OBRAS CIVIL IER NIVEL CASA COLADA	*	33	28MAR83	13NOV83	21FEB83	09OCT83	-5	
0815000155	COL CONTIN COMPLET OBRA CIVIL-PISO DE COLADA	*	13	14NOV83	12FEB84	10OCT83	08ENE84	-5	
0815500170	COL CONTIN JUMBY	*	0	13FEB84	13FEB84	09ENE84	09ENE84	-5	
0816000189	COL CONTIN COMENZAR DETALLE CIVIL-AREA DE ACABA	*	18	05MAY82	07SEP82	28JUN82	30OCT82	7	
0816500170	COL CONTIN COMENZAR OBRA CIVIL-AREA DE ACABA	*	30	08NOV82	05JUN83	01NOV82	29MAY83	-1	
0817000171	COL CONTIN JUMBY	*	0	06JUN83	06JUN83	30MAY83	30MAY83	-1	
0817000190	COL CONTIN JUMBY	*	0	06JUN83	06JUN83	06JUN83	06JUN83	0	
0817100175	COL CONTIN COMPLET OBRAS CIVIL-AREA DE ACABA	*	30	06JUN83	08ENE84	30MAY83	29OCT83	-1	
0817500005	COL CONTIN JUMBY	*	0	02ENE84	02ENE84	26OCT83	26OCT83	-1	
0818000189	COL CONTIN BUDAJOS ESTR CONCURSO	*	0	06ENE82	06ENE82	08FEB82	11ABR82	4	
0818500190	COL CONTIN OFERTA ESTRUCTURA	*	4	10MAR82	28MAR82	12ABR82	23MAY82	4	
0819000195	COL CONTIN EVALUACION ESTRUCT	*	3	21ABR82	11MAY82	24MAY82	13JUN82	4	
0819500200	COL CONTIN ORDEN OBRA ESTRUCT COL CONT ORDEN ACER	* F2	1	12MAY82	13MAY82	14JUN82	20JUN82	4	
0820002208	COL CONTIN CONTRATO ESTRUCT EN EL SITIO	*	8	19MAY82	13JUL82	11ABR83	05JUN83	46	
0820000305	COL CONTIN JUMBY	*	0	19MAY82	19MAY82	21JUN82	21JUN82	4	
0820500390	COL CONTIN JUMBY	*	0	14JUL82	14JUL82	13JUN83	13JUN83	47	
0821000213	COL CONTIN PRIMERA INFORM ESTRUCT	*	18	06ENE82	13MAY82	19FEB82	20JUN82	5	
0821500309	COL CONTIN JUMBY	*	0	12MAY82	12MAY82	21JUN82	21JUN82	5	
0822000225	COL CONTIN BUDAJOS CONCURSO REVESTIMIENTO	*	10	06ENE82	28MAR82	20SEP82	28NOV82	36	
0822500230	COL CONTIN OFERTA REVESTIM	*	5	17MAR82	28MAR82	29NOV82	02DIE83	36	
0823000235	COL CONTIN EVALUACION REVESTIM	*	4	21ABR82	19MAY82	03DIE83	30DIE83	36	
0823500240	COL CONTIN OFERTA REVESTIM	*	1	19MAY82	23MAY82	31ENE83	06FEB83	36	
0824000324	COL CONTIN JUMBY	*	0	26MAY82	26MAY82	07FEB83	07FEB83	36	
0824000340	COL CONTIN JUMBY	*	0	26MAY82	26MAY82	14FEB83	14FEB83	37	
0827500280	COL CONTIN ESPECIF Y CONCURSO OBRAS PARA LAS AREAS	*	10	06ENE82	14MAR82	04FEB82	18ABR82	4	
0828000285	COL CONTIN OFERTA OBRAS-AREA ACA	*	5	17MAR82	23MAR82	10ABR82	13MAY82	4	
0828500290	COL CONTIN EVAL OBRAS-AREA ACABA	*	3	21ABR82	11MAY82	24MAY82	13JUN82	4	
0829000295	COL CONTIN OFERTA OBRAS-AREA ACABA	*	1	12MAY82	14MAY82	14JUN82	20JUN82	4	
0829500296	COL CONTIN IMPU DISHO OBRAS AREA DE ACABA	*	4	19MAY82	21JUN82	21JUN82	01AGO82	4	
0829600300	COL CONTIN MANUFACTURA OBRAS PARA LAS AREAS	*	71	30JUN82	06JUN83	13OCT82	22ABR84	23	
0829600306	COL CONTIN JUMBY	*	0	30JUN82	30JUN82	02AUG82	02AUG82	4	
0830000315	COL CONTIN ENTREGA OBRAS PARA LAS AREAS	*	4	08NOV82	07FEB83	23ABR84	20MAY84	23	
0830500300	COL CONTIN INICIO DETALLE ESTRUCT	*	6	19MAY82	21JUN82	21JUN82	01AUG82	4	
0830600317	COL CONTIN COMPLETE DETALLE ESTRUCT	*	7	10JUN82	17JUN82	02AUG82	19SEP82	4	

LISTA DE REDES

<u>CODIGO</u>	<u>NOMBRE DE LA RED</u>
AA	Obras preliminares
VF	Vías Férreas
GN	Equipos Miscelaneos
BA	Minas de Fierro
BH	Prep. del Mineral de Fierro
BC	Planta Concentradora
BF	Planta de Bombeo y Ferroducto
BE	Cantera y Preparación de Caliza
BG	Servs. Interplanta área Minas y Concentradora.
GM	General del Muelle
GL	Almac. Homogen. y manejo de de Materias Primas
BD	Planta Peletizadora
BB	Planta de Cal
CA	Planta de Reducción Directa
DA	Acerfa Eléctrica
DB	Colada Continua
GP	Patio de preparación de Chatarra
EA	Laminador de Placa
GK	Planta de Oxígeno y Aire de Servs.
GB	Planta de Fuerza

<u>CODIGO</u>	<u>NOMBRE DE LA RED</u>
FB	Centro de Control de Energía
FA	Distribución Eléctrica
GJ	Sistema de Agua Cruda
GD	Planta de Tratamiento de Agua
GI	Planta de Tratamiento de Efluentes
GA	Gasoducto Interior
GG	Sistema Contra Incendios
GH	Soporte de Tuberías
GE	Planta de Agua Helada
GC	Equipo Móvil
GO	Talleres y Edificios Varios
AB	Oficinas Administrativas.

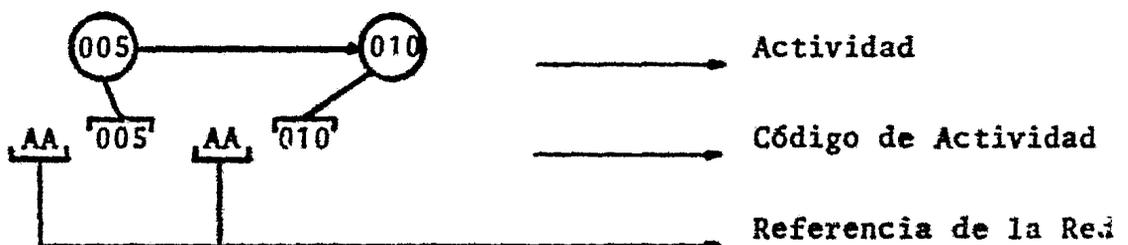
#### VI.4.2 Actividades.

Son las entidades básicas para el análisis de redes. Una actividad es una operación que consume tiempo y recursos. (Humanos y Financieros).

La actividad se representa por una flecha entre dos nodos. Una actividad se identifica como sigue:

##### VI.4.2.1 Código de Actividades

Los códigos de cada actividad podrán ocupar 10 caracteres alfa-numéricos, Ejemplo: AAC05010 (Las letras se refie



ren a la referencia de la red). Los números son los nodos que contiene la actividad.

#### VL4.2.2 Descripción de la Actividad.

La descripción debe definir adecuadamente la actividad - cuando se lee de manera independiente de las actividades que la rodean en una red. Esto permite que la descripción de la actividad sea clara, no importando de que modo sea producido un informe. Esta descripción puede ocupar hasta 32 caracteres alfa-numericos.

#### VL4.2.3 Duración de la Actividad.

La duración de una actividad se especifica como sigue:

##### 1. Duración Original.

Duración que se fija como base original y que se almacena permanentemente. Ocupa 3 caracteres numericos.

##### 2. Duración actual/corriente. (Fig. VI.5)

Esta duración es calculada por:

- a) Inicio actual a la fecha de corte + duración remanente.
- b) Inicio programado a la fecha de corte + duración remanente.
- c) Terminación actual - inicio actual.

y ocupa 3 caracteres numericos.

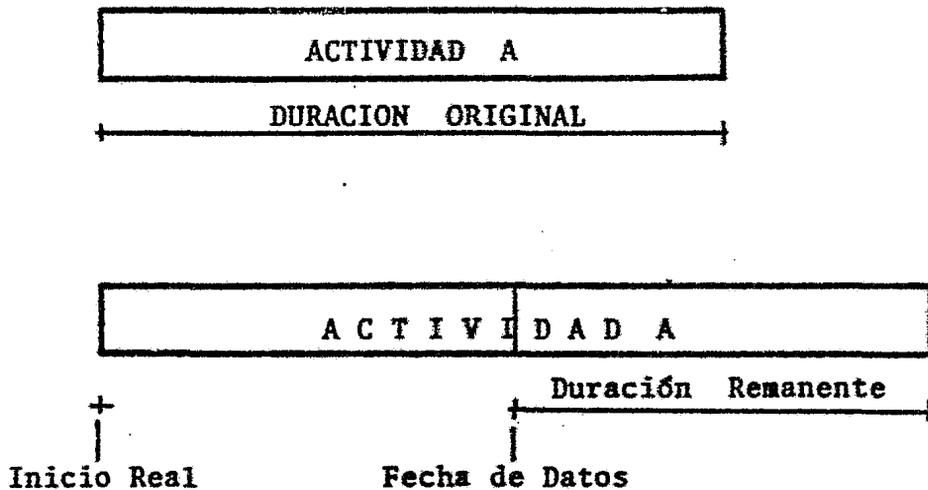


Figura VI.5

#### VI.4.3 Operaciones.

Cada actividad puede ser subdividida hasta en 10 operaciones básicas de la misma que tiene como fin describir tales operaciones. Una actividad puede no tener operaciones. Las operaciones no son tomadas en cuenta para el análisis de tiempos de la red, ya que este se hace únicamente con las duraciones y la lógica de las actividades. Una operación se define de la siguiente manera:

##### VI.4.3.1 Código de referencia.

Es el código de la actividad que contendrá a las operaciones.

#### VL4.3.2 Número de operaciones.

Código de indentificación que consiste en cualquier número del 1 al 10.

#### VL4.3.3 Descripción de la Operación.

Esta descripción deberá definir clara y adecuadamente a la operación de tal manera que se relacione fácilmente con la actividad. Esta descripción ocupará 32 caracteres alfa-numericos.

#### VL4.3.4 Duración de la Operación.

- Demora entre el inicio de la actividad y el inicio de la operación. Esta duración de la demora siempre se relacionará con el nodo inicial. (Fig. VI.6).
- La duración de la operación ocupa 3 caracteres numericos. Esta duración de las operaciones no podrá ser mayor a la de la actividad.

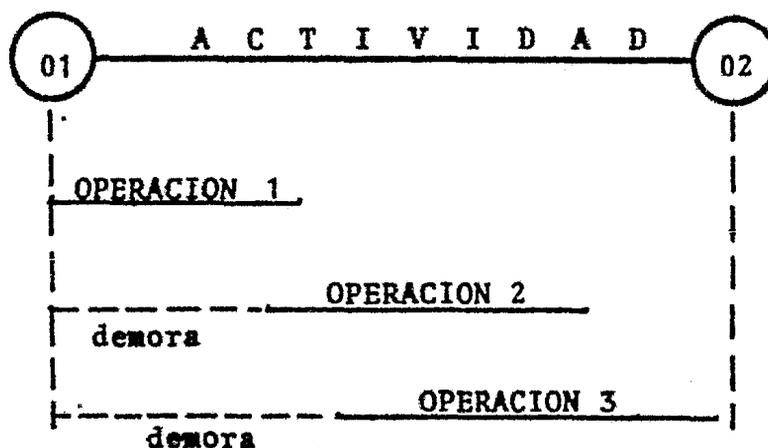


Figura VI - 6

#### VI.4.4 Eventos Especiales (Milestones).

Un milestone es un evento especial ligado a la iniciación o a la terminación de una actividad. Este evento especial ha sido seleccionado por su importancia en el proyecto y es usado como tal para propósitos de informes a diferentes niveles de jerarquía de un contrato, estos eventos pueden ser por ejemplo: La asignación del contrato, pruebas de arranque, etc.

No está limitado el número de milestones, excepto que sólo se permite uno por actividad.

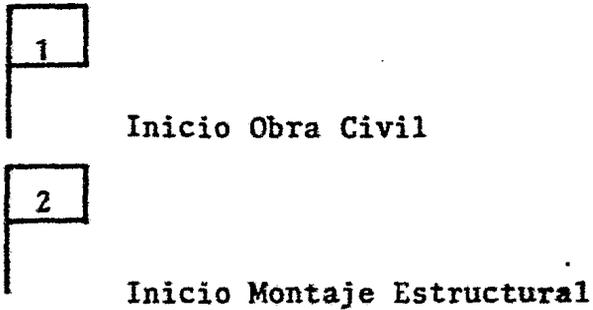
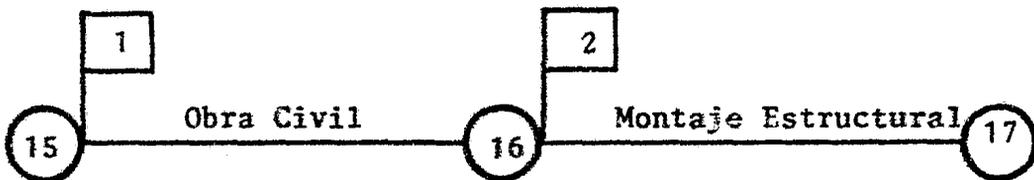
Se pueden definir cuatro niveles de milestones, tanto para el inicio de la actividad como para la terminación.

I1, I1, I3, I4, - nodo inicial

T1, T2, T3, T4, - nodo final

El milestone puede llevar asociado una descripción que -- ocupa 32 caracteres alfa-numéricos.

## Ejemplo VI.4.4.1



## VI.4.5 Códigos de Organización.

Se crearon para poder agrupar las actividades por:

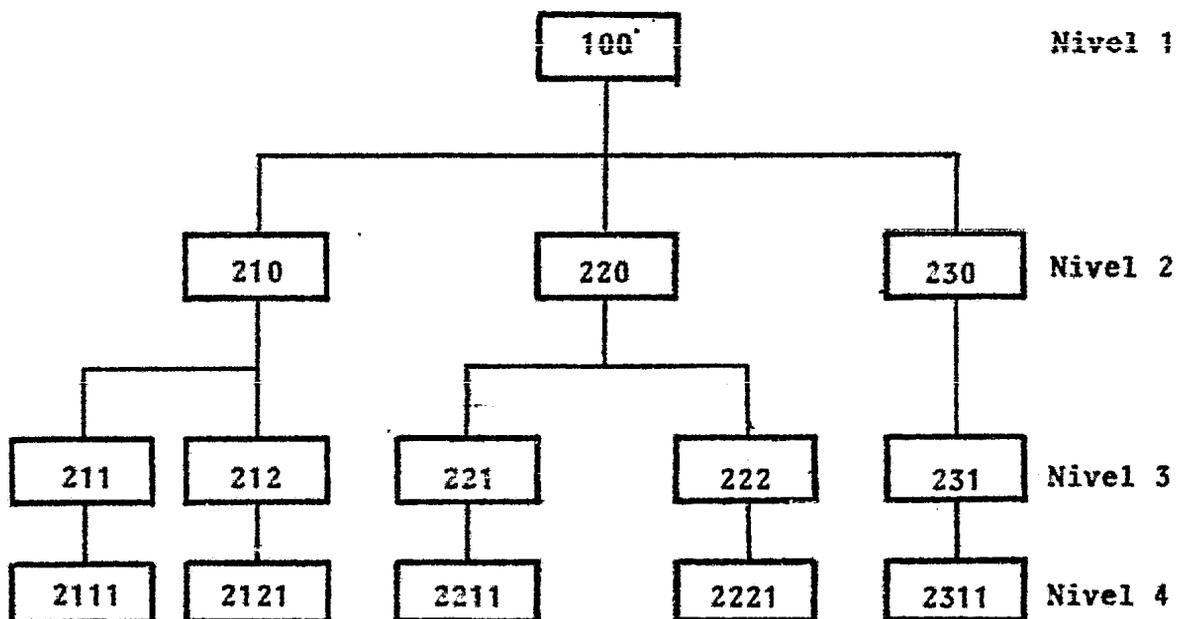
Número de Contrato	-	Tabla 1
Centro de Costo	-	Tabla 2
Actividad Básica	-	Tabla 3
Código de Area	-	Tabla 4

Estas 4 tablas de organización se pueden definir para cada red.

Cada tabla es una estructura en árbol de 4 niveles cuyos elementos son llamados CODIGOS DE ORGANIZACION (Fig. VI-7).

Cada código de organización es definido como sigue:

1. Número de tabla (1 a 4) y un código que ocupará:
  - Número de Contrato - 5 caracteres numéricos
  - Centro de Costos - 4 caracteres numéricos
  - Actividad Básica - 3 caracteres alfa-numéricos
  - Código de Area - 4 caracteres alfa-numericos
2. Una descripción que ocupa 32 caracteres alfa-numericos.
3. El nivel dentro de la tabla (1 a 4).

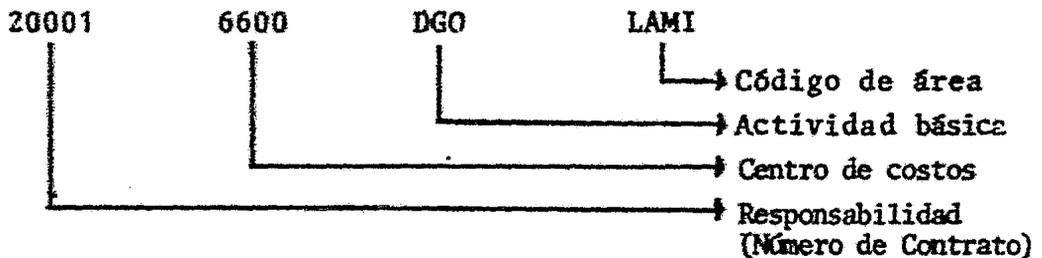


Estructura en árbol de un Código de Organización (Centro de Costo)

Figura VI - 7

La estructura en árbol de la tabla es definida especificando para cada código de organización y, el código de organización X en el cual Y se sumariza. X es llamado el código sumario de Y. El elemento del primer nivel no se sumariza en ninguno.

Por ejemplo la actividad "LAMINACION MONTAJE ESTRUCTURA FRENTE 1" estará identificada por los siguientes - códigos de organización:



## VI.5 Análisis de tiempo de la Red.

El análisis de tiempo de la red se desarrolla de la siguiente manera:

### VI.5.1 Análisis en forma normal.

Es cuando se declara una fecha base del proyecto y a partir de ella, y tomando en cuenta las duraciones, las relaciones entre actividades, y las fechas programadas, se calculan las iniciaciones y terminaciones tempranas y tardías y las holguras libres y total para cada actividad. De esta manera queda definida la duración total del -

proyecto y la fecha de terminación. En el caso de que se especifique una fecha de terminación para la red y el resultado del análisis diera que la fecha de terminación es posterior a la fijada, existirán "Holguras negativas" (retrasos) en las actividades, y en el caso de que la fecha que se ha fijado de terminación fuera posterior al del -- cálculo de la red existirá holgura cero (Criticalidad) o holgura positiva.

En el caso de una actividad que esté afectada en su terminación por una fecha programada y que el cálculo arroje una fecha de terminación anterior a la programada indiferentemente aparecerá "Holgura Cero"; entonces, para establecer la magnitud de la holgura es necesario restar a la fecha de terminación tardía la fecha de terminación temprana.

#### VI.5.2 Análisis en Forma Regresiva.

En este caso se especifica una fecha objetivo de terminación para la red y a partir de ella y tomando en cuenta las relaciones entre las actividades se van desconectando las duraciones y calculando así las fechas de inicio temprano y tardío, llegando finalmente a la fecha en que debería iniciarse el proyecto si se quiere terminar en la fecha que se ha fijado como terminación.

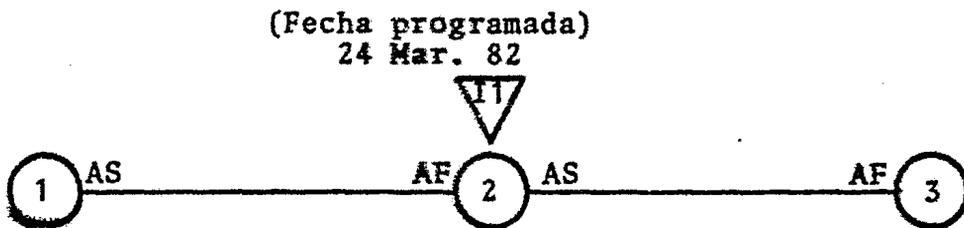
#### VI.5.3 Fechas Programadas.

Cada actividad puede tener una fecha programada, la cual es una restricción externa, que generalmente corresponde a objetivos de contrato. Esta fecha se aplica al inicio o a la terminación de la actividad, o sea, es una fecha -

de inicio o de terminación programada, que puede ser de los siguientes tipos:

Tipo 1. Son usados para propósitos de información únicamente, aparecen en los reportes pero no tienen efectos sobre el cálculo de análisis de tiempos. Se codifica como I1 ó T1.

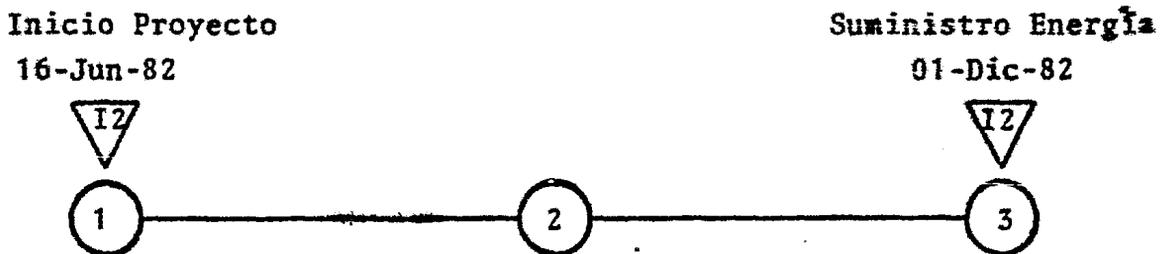
Ejemplo: VI.5.3.1



Actividad 1 - 2 - inicio y terminación actual  
 2 - 3 - inicio y terminación actual  
 no se toma en cuenta la fecha programada.

Tipo 2. Se utilizan para introducir el concepto de "NO-ANTES DE". El análisis de tiempo utiliza esta fecha como el limite inferior para la fecha de inicio o de terminación de la actividad. Se codifica como I2 ó T2.

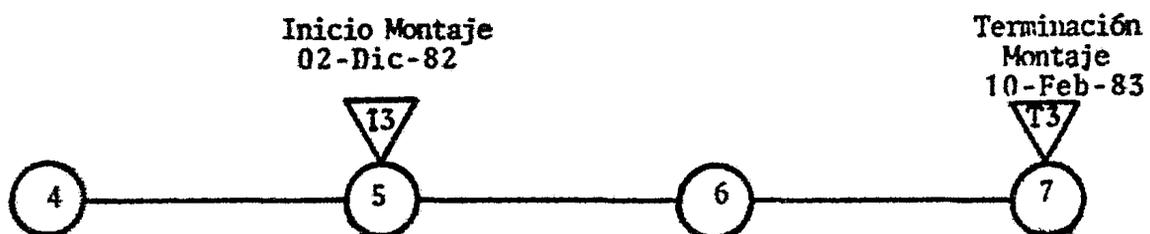
Ejemplo: VI.5.3.2



Fecha base para el inicio temprano de la actividad sucesora.

Tipo 3. Se usan para especificar imperativamente fechas-fijas. El análisis de tiempos impone esta fecha como la fecha de inicio o de terminación de la actividad. Se codifica como I3 ó T3.

Ejemplo: VI.5.3.3



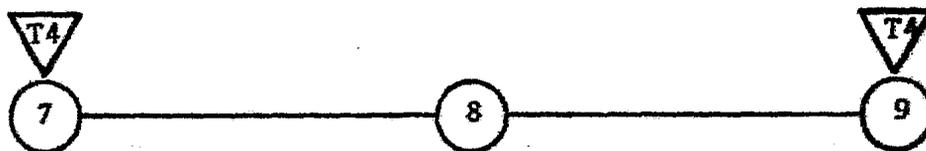
Al fijar estas fechas, las demoras producirán holguras negativas.

Tipo 4. Introducen el concepto de "NO DESPUES DE". El análisis de tiempos usa esta fecha como límite superior para la fecha de inicio o de terminación de la actividad.

Ejemplo: VI.5.3.4

Ultimo Suministro Grúas  
30-Jun.-84

Fin del Contrato  
31-Dic.-84



En la fecha de terminación de la actividad 7-8, la demora producirá holguras negativas así como, para la terminación del proyecto.

Por lo tanto el análisis de tiempos mostrará:

#### VL5.3.1 Inicio temprano o inicio programado.

Es el tiempo más temprano posible en el cual puede comenzar la actividad, con la lógica y las restricciones impuestas en la red.

#### VL5.3.2 Terminación temprana o terminación programada.

Es el tiempo más temprano posible en el cual puede terminar la actividad, con la lógica y las restricciones impuestas en la red.

#### VL5.3.3 Inicio tardío.

Es el último tiempo en el cual debe empezar la actividad con la lógica y las restricciones impuestas, sin afectar la duración total del proyecto.

#### VL5.3.4 Terminación tardía.

Es el último tiempo en el cual una actividad debe terminarse con la lógica y las restricciones de la red, sin afectar la duración total del proyecto:

#### VL5.3.5 Holgura Total.

Es el tiempo en que una actividad o ruta puede demorarse o extenderse sin afectar la duración total del proyecto.

#### Holgura total negativa.

Es el tiempo en que la duración de una actividad o ruta debe reducirse para permitir alcanzar una fecha límite impuesta.

#### VI.5.3.6 Holgura libre.

Es el tiempo en que una actividad puede retrarse o extenderse sin demorar el inicio de otra actividad subsecuente.

#### VI.5.3.7 Ruta Crítica.

Es la ruta a través de la red que no presenta holguras o las que presentan mayor retraso.

### VI.6 Actividades Sumarizadas

#### VI.6.1 Hammock (Hamacas)

Actividades que sumarizan a varias actividades de una red. Estas actividades sumarizadas se pueden definir por medio de:

- 1) Un nodo inicial.- Ocupará cinco caracteres alfa-numéricos y será el nodo inicial de la primera actividad.
- 2) Un nodo final.- Ocupará también cinco caracteres alfa numéricos y será el nodo terminal de la última actividad.
- 3) Descripción.- Estas actividades requieren de una descripción general que indique que tipo de actividades esta cubriendo. Esta descripción ocupa 32 caracteres alfa-numéricos.
- 4) Nivel.- Este número será una referencia a los niveles de organización que se tienen. (Niveles del 1 al 4).

### VI.6.2 Actividades agregadas.

Son el conjunto de actividades ligadas directa o indirectamente a un código de organización específico.

### VI.7 Medición de Avance.

Una actividad puede tener alguno de las siguientes estados (Ver Fig. VI. 8 ).

- Actividad planeada.- No se ha ejecutado ningún trabajo en ella (\*).
- Actividad con avance o en progreso.- Esta actividad se ha iniciado realmente, pero aún no se ha terminado (P).
- Actividad terminada.- Esta actividad ha sido ejecutada en su totalidad (T).

Para las actividades en progreso y las ya terminadas, el avance se reporta por medio de los 4 conceptos siguientes:

- Fecha real de inicio (AS).- Fecha en la cual la actividad se ha iniciado realmente.
- Fecha de datos o de corte (DD).- Fecha usada como referencia para definir que avance se tiene en una actividad en progreso y lo que falta por hacer.
- Duración remanente (RD).- Duración del trabajo que falta por hacer, medida desde la fecha en que se terminará la actividad en progreso.

- Fecha real de terminación (AF).- Fecha en la cual una actividad presenta su terminación real.

Se considera una actividad con avance o en progreso, cuando los siguientes conceptos se especifican (no se proporciona AF-fecha real de terminación).

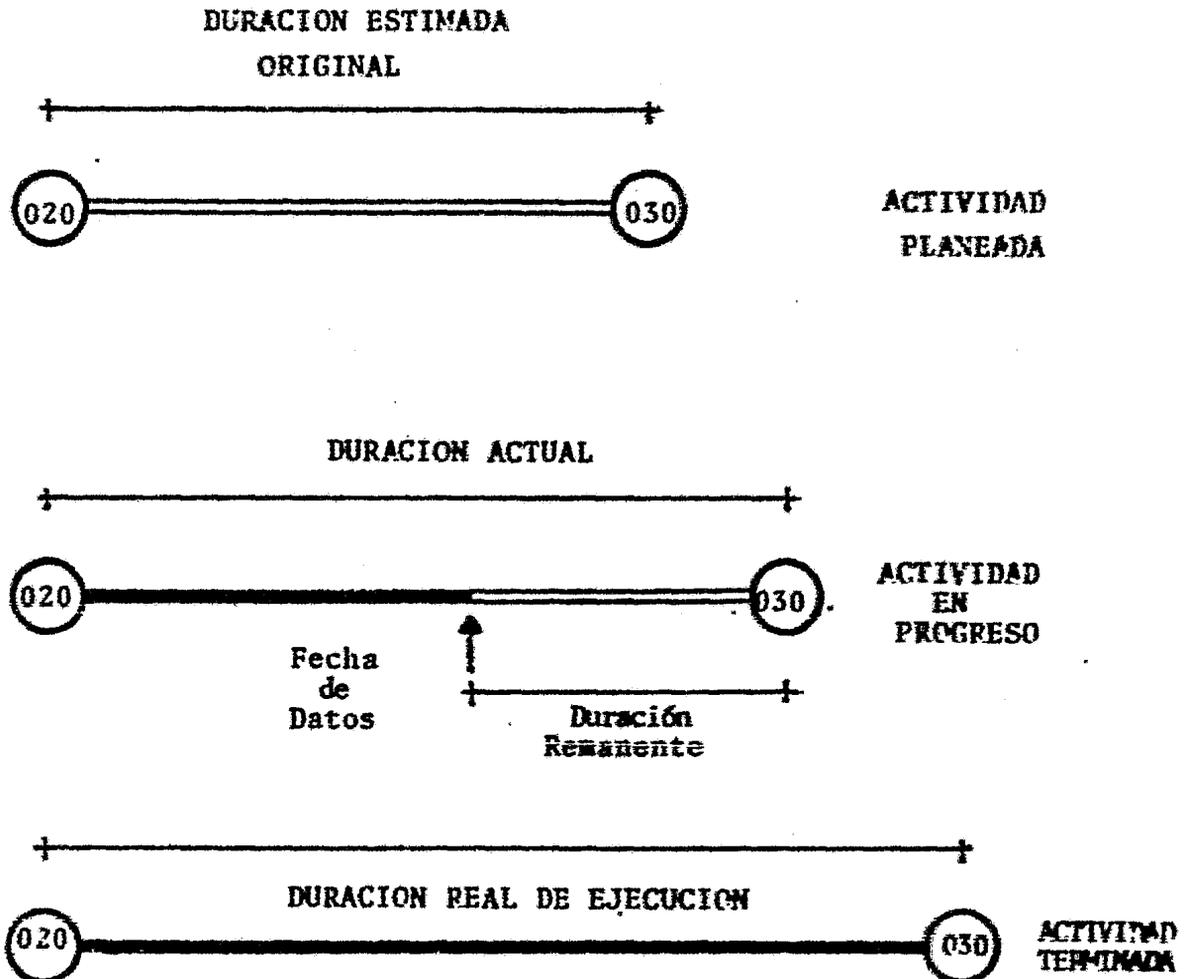
- inicio real (AS)
- fecha de datos, asociada con una duración remanente positiva (DD, RD).

Una actividad está terminada cuando la terminación real (AF) es especificada. En estos casos hay necesidad de indicar la fecha real de inicio (AS); si no es especificada (AS), en el análisis se tomará como inicio temprano el (AF) menos la duración planeada de la actividad (ED).

Cuando se declaran avances para una actividad, se deben actualizar los datos correspondientes a sus operaciones (el retraso, la duración). Los datos de avance para las actividades no son tomados en cuenta para las operaciones.

Figura VI - 8

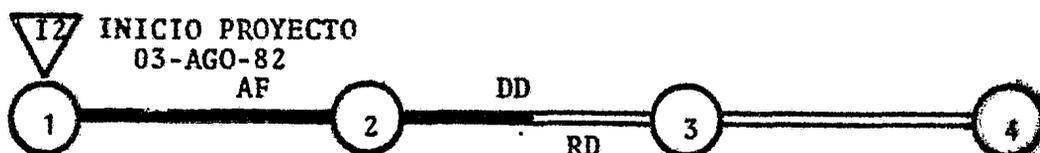
Estados en los que se puede encontrar una actividad.



Durante el análisis de tiempos de una red se calcula la duración real para cada actividad. La duración calculada es la duración estimada para las actividades planeadas pero para las actividades en progreso y las terminadas es diferente.

### VI.7.1 Forma de cálculo de progreso.

En las siguientes figuras se presentan los cálculos de las iniciaciones y terminaciones tempranas. Para las actividades en progreso o terminadas la iniciación o terminación tardía se igualan a la iniciación o terminación tempranas. Para una actividad no iniciada, los inicios y terminaciones tardías se calculan por los medios convencionales. Así mismo son calculadas la holgura libre y la holgura total.



Actividad 1-2.- Como inicio real se toma la fecha de iniciación del proyecto (12).

Por lo tanto para los cálculos se toman el inicio del proyecto y la terminación real (AF).

Actividad 2-3.- Se toma como fecha de inicio la fecha real de terminación de la actividad 1-2.

La terminación estimada (ECD) = fecha de corte (DD) = duración remanente (RD).

Actividad 3-4.- El inicio que se tomará para esta actividad será la fecha de terminación estimada (ECD) de la actividad 2-3 + la duración original dará la terminación de la actividad 3-4.



Actividad 4-5.- Fechas de inicio y terminación reales.

Actividad 5-6.- Duración corriente = fecha de terminación real de 4-5 + DD + RD

$$ECD = DD + RD$$

Actividad 6-7.- Duración corriente = AS + DD + RD

$$ECD = DD + RD$$

Actividad 7-8.- Como fecha de inicio se toma la fecha de terminación estimada (ECD) de la actividad 6-7 y se suma a la duración original de la actividad 7-8, para calcular su fecha de terminación.



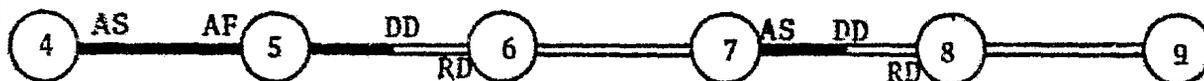
Actividad 1-2.- Esta actividad presenta inicio y terminación reales.

Actividad 2-3.- Esta actividad también presenta su inicio y su terminación reales.

Actividad 3-4.- Duración corriente = inicio real + DD + RD.

$$ECD = DD + RD$$

Actividad 4-5.- Para fecha de inicio de esta actividad - se tomará la ECD de la actividad 3-4 y - esta más la duración original de 4-5 da la fecha de terminación de dicha actividad.



Actividad 4-5.- Presenta fechas de inicio y terminación reales.

Actividad 5-6.- Duración corriente = terminación real - de 4-5 + DD + RD.

Actividad 6-7.- Esta actividad no presenta ningún avance por lo que su fecha de inicio será la ECD de la actividad 5-6 y su fecha de terminación será ECD más la duración original de la actividad.

Actividad 7-8.- En este caso la fecha de inicio debe de ser dado, ya que si no se pone como dato, no puede ser calculado el progreso y la duración original será tomada desde la ECD de la actividad 6-7. Para este ejemplo que si se da la fecha de inicio tendremos:

$$\text{Duración corriente} = \text{AS} + \text{DD} + \text{RD}$$

Actividad 8-9.- Su fecha de inicio será la ECD de la actividad 7-8 y esto más la duración original dará la fecha de terminación de la actividad 8-9.

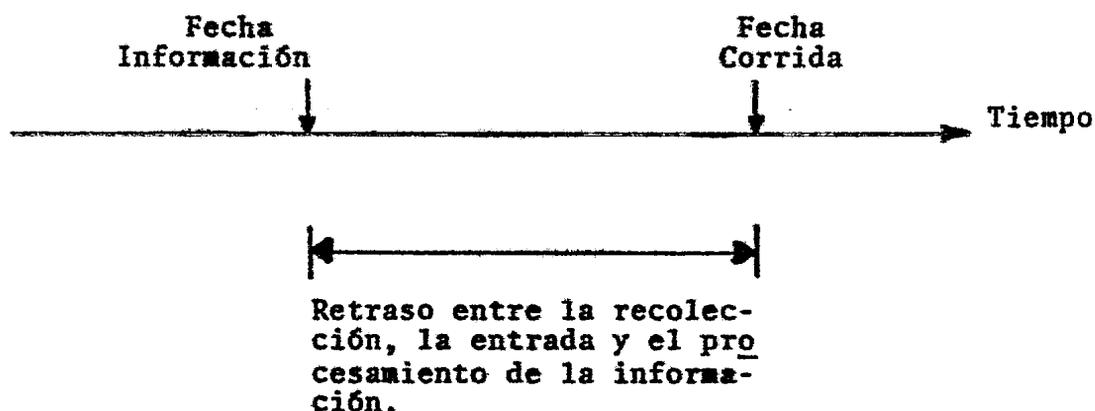
## CAPITULO VII

### ANALISIS DE RESULTADOS

En este capítulo se describen los tipos de informes que proporciona este sistema como resultado del procesamiento de los datos suministrados, así como el análisis de los mismos para dar una interpretación adecuada. Los reportes se obtienen en formatos previamente establecidos, para así contar con una documentación del proyecto que permitirá una comunicación formal dentro del mismo.

#### VII.1 Calendario de revisión.-

El ciclo de revisión es mensual y tiene como finalidad retener los datos de avance. Cada ciclo inicia en la fecha de corte de la información, conocida como "fecha de información", La relación del sistema de fechas de información se muestra como sigue:



### VII.1.1 Recopilación de la Información,-

Las fuentes de información para la obtención de los avances de cada área del proyecto será la siguiente -  
te:

- Reporte Mensual del Contratista
- Reporte Mensual de la Gerencia del proyecto

El reporte mensual del contratista mostrará su avance en la elaboración de la ingeniería, fabricación y construcción de la cual es el responsable.

El reporte mensual de la Gerencia del proyecto resumirá la información del contratista y en caso de que aún no se haya asignado un responsable, esta Gerencia reportará el avance correspondiente a las actividades de licitación y de los documentos técnicos necesarios.

La información que se recopila es la siguiente:

- Actividades terminadas: Fechas reales de inicio y terminación.
- Actividades en avance: Fecha de inicio real y duración remanente.
- Actividades futuras: Estas deben ser examinadas para asegurarse que la duración y la lógica de la parte remanente del programa es toda vía correcta.

Una vez que se tiene esta información se procede a codificar y capturar en la computadora para la obtención de los reportes.

#### VII.2 Reportes obtenidos.-

El sistema de planeación "CPA" es capaz de producir distintos tipos de informes, cada uno diseñado para dar la información necesaria a la Dirección y Gerencias del proyecto.

Para cada área del proyecto, en base a la red cargada a la computadora, pueden producirse informes seleccionados del cúmulo de información disponible. Existe además una considerable flexibilidad con respecto a la secuencia de la información en cada reporte.

Los informes que se pueden obtener por medio de este sistema de planeación son los siguientes:

1. Datos Registrados.
2. Fechas Programadas.
3. Progreso
4. Eventos especiales.
5. Actividades agregadas.
6. Diagrama de barras semanal.
7. Diagrama de barras mensual.
8. Actividades sumariadas (Hamacas).

### VII.2.1 Datos registrados.-

Este reporte muestra todos los datos cargados a la computadora correspondientes a una red del proyecto.

En este reporte aparecerá la siguiente información:

- Código de Actividad.
- Descripción de la Actividad.
- Duración original
- Demora (cuando existan operaciones)
- Tipo de evento especial.
- Descripción del evento especial
- Tipo de fecha asignada.
- Fecha asignada.
- Tablas de organización

Número de Contrato	(T1)
Centro de Costo	(T2)
Actividad Básica	(T3)
Area	(T4)

Este reporte se usa para conocer en un momento dado la información que se tiene en un archivo (red) y lo utiliza únicamente el departamento de programación central.

### VII.2.2 Fechas Programadas.-

Reporte de computadora basado en la carga de datos original y la carga periódica de los datos de proceso a una fecha específica.

La información que emitirá este reporte se basa en los cálculos de ruta crítica y es la siguiente:

Inicio temprano programado - Fecha y No. de semana  
 Terminación temprana programada - Fecha y No. de semana  
 Inicio tardío programado - Fecha y No. de semana  
 Terminación tardía programada - Fecha y No. de semana  
 Duración original  
 Duración corriente  
 Holgura total

Este reporte es uno de los más importantes debido a la información que proporciona. Esta nos permite saber el estado de la actividad (si se encuentra terminada, "T", en progreso "P", o no iniciada \*), su duración corriente y su holgura total.

El reporte es enviado a las Gerencias de proyecto para su información y para que tomen las medidas preventivas o correctivas según sea el caso en el que se encuentre su área.

### VII.2.3 Reporte de Progreso

Todos los avances capturados en la computadora correspondientes a una área del proyecto, aparecerán en este reporte, junto con la siguiente información:

- Código de Actividad.
- Descripción de la Actividad.
- Duración original.
- Fecha de datos.
- Duración remanente.
- Duración corriente.
- Estado de la actividad.
- Inicio actual (fecha y no. de semana)
- Terminación actual (fecha y no de semana)
- Terminación estimada (fecha y no. de semana)
- Holguras:
  - Original
  - Anterior
  - Corriente

Este informe muestra el estado de progreso de una área del proyecto. Con la información obtenida se puede hacer un estudio comparativo del avance tenido en determinado período de tiempo. La variación en el avance se puede observar perfectamente en el espacio correspondiente a las holguras,

#### VII.2.4 Eventos Especiales.-

En la red correspondiente a cada área del proyecto se tienen asignados ciertos eventos especiales (milestones) que serán claves en la construcción. Todos estos eventos aparecerán en este reporte con la siguiente información:

- Código de actividad
- Descripción del evento especial (MILESTONE)
- Tipo de evento especial
- Fecha temprana (Inicio o terminación)
- Fecha tardía (Inicio o terminación)
- Holgura total

Este reporte es de gran utilidad al gerente del proyecto, ya que muestra los tiempos y holguras de eventos - claves que pueden afectar el desarrollo de la construcción de cada área.

### VII.2.5. Actividades Agregadas, -

Reporte de computadora basado en el análisis de tiempo de grupos sumariadas por código de organización. Se puede pedir la información agrupada - por:

- Número de contrato
- Centro de Costos
- Actividad básica
- Area

y la información que se obtendrá será la siguiente:

- Código de organización.
- Nivel.
- Código sumario.
- Descripción código de organización.
- Inicio y terminación temprana.
- Inicio y terminación tardía.
- Holgura.
- Código de la actividad más crítica.

Este reporte se utiliza para conocer el intervalo de tiempo que se lleva para desarrollar una actividad - básica, un centro de costo o un contrato y con esto poder controlar una área del proyecto en forma genetal.

#### VII.2.6 Diagrama de Barras Semanal.

El diagrama de barras es la representación gráfica de los tiempos estimados para cada una de las actividades del proyecto. Las actividades se presentan a cierto detalle como resultado del análisis de los tiempos.

El diagrama se basa en las fechas tempranas y las duraciones corrientes de las actividades y se presenta calendarizado por semanas. Este diagrama incluye lo siguiente:

- Actividades
  - terminadas
  - en progreso
  - críticas

- Operaciones
- Holgura total
- Holgura libre
- Duración corriente
- Duración original
- Duración remanente

#### VII.2.7 Diagrama de Barras Mensual

Es la representación gráfica del análisis de tiempos de una red. Este reporte refleja en forma general - las duraciones corrientes de las actividades de una red y se presenta en forma calendarizada por mes.

La información que se obtiene en este reporte es la siguiente:

- Actividad
  - Terminadas
  - En progreso
  - críticas
- Operaciones
- Holgura total
- Duraciones
  - corriente
  - original
  - remanente

### VII.2.8 Actividades Sumarizadas.- (Hamacas)

Una actividad sumarizada se puede pensar como una actividad que relaciona dos nodos específicos y que representa en una sola a todas las actividades reales comprendidas entre esos dos nodos. Cualquier nodo puede ser designado como inicio o terminación de una actividad sumarizada.

Esta es una forma de reducir el tamaño de una red para un tipo especial de informes y sin que se pierda la exactitud de los calculos, ya que todas las actividades comprendidas en una actividad especial se toman en cuenta para efectuar el análisis de tiempos.

Este reporte proporciona la siguiente información:

- Nodo inicial
- Nodo terminal
- Descripción actividad sumarizada (Hamacas).
- Inicio temprano
- Terminación temprana
- Inicio tardío

### VII.5 Análisis de Resultados.-

Después de obtener los distintos informes computarizados, se hace un análisis de los resultados obtenidos - y se elaborará un informe escrito que tendrá como finalidad:

- Resumir el estado actual del proyecto de tal modo que se faciliten las tomas de decisiones correctivas eficientes por la Dirección y los Gerentes de Proyecto.
  
- Dar suficientes detalles a los participantes del proyecto para informarles de los planes para la futura conducta del proyecto dentro de sus propias áreas de influencia.
  
- Presentar los estados de tiempos y holguras de las actividades que pueden repercutir en la duración del proyecto.

Lo anterior es con el fin de que se tenga un seguimiento y control más eficaz del proyecto.

En estos informes se deberá reportar el avance de las siguientes actividades;

#### VII.3.1 Licitación.

Aquí se reportará el estado de avance en el que se encuentra esta parte del proyecto como puede ser:

- Publicación de la convocatoria
- Entrega de documentos
- Apertura de ofertas
- Evaluación de ofertas
- Acto de fallo
- Firma de contrato

#### VII.3.2 Ingeniería.-

Se mencionarán las actividades de Ingeniería más importantes que puedan repercutir en el avance de las actividades que dependen de su elaboración (fabricación, montaje y porsupuesto el arranque y puesta en operación de esta área).

Estas actividades de ingeniería pueden ser:

- Ingeniería de Detalle Civil - Estructural
- Ingeniería de Detalle Mecánico y de Servicios
- Ingeniería Eléctrica e Instrumentación

#### VII.3.3 Suministro de equipos y materiales.-

Para esta especialidad se mencionará el avance de las actividades de fabricación y entrega de los equipos y materiales más importantes. Estos pueden ser:

- Fabricación Equipo Mecánico
- Fabricación Estructura
- Fabricación Equipo Eléctrico

#### VII.3.4 Construcción y Montaje.-

En esta etapa del proyecto se pueden mencionar las actividades de construcción civil, montaje estructural y montaje del equipo mecánico y eléctrico, - así como instalación de la instrumentación.

### VII.3.5 Requerimiento y entrega de los servicios para construcción y arranque.-

Aquí se deberán mencionar las fechas en que cada área ó planta requerirá los servicios provisionales necesarios para llevar a cabo la construcción, estos servicios pueden ser:

- Energía Eléctrica
- Agua Potable
- Area de Construcción

También se pondrán las fechas en que se requieran los servicios definitivos para pruebas y puesta en operación [oxígeno, Argón, Agua Suave, Agua Helada etc] así como también las fechas en que SICARTSA las pueda suministrar.

### VII.3.6 Pruebas y Arranque.-

Para esta etapa final del proyecto, se hará mención del estado de avance en que se encuentran las siguientes actividades:

- Pruebas del Equipo (en frio)
- Pruebas Integradas del Conjunto
- Pruebas con carga
- Arranque

Los informes escritos estarán diseñados según el nivel al cual van dirigidos, es decir, según sus funciones y responsabilidades.

Estos informes irán dirigidos a:

- Dirección General
- Gerentes Generales
- Gerentes de Proyecto

A la Dirección General se le enviará un resumen que deberá mostrar el estado de avance de cada área del proyecto en general. Los Gerentes Generales de Ingeniería y Construcción recibirán también un resumen general del estado del proyecto que irá acompañado de un estado de tiempos y holguras de cada área, tocando todas las actividades principales mencionadas con anterioridad.

Los Gerentes del proyecto recibirán el estado de tiempos y holguras correspondientes a el área a la cual pertenecen, acompañado de un informe de fechas programadas, uno de eventos especiales, un diagrama de barras mensual y una copia de la red correspondiente a su área en donde se ha marcado el avance de cada actividad del programa de trabajo.

Siempre que alguna de las áreas del proyecto presente retrasos en sus terminación, se deberán mencionar las causas, la nueva fecha de terminación tomando en cuenta este retraso y su repercusión en la duración del proyecto en general.

Cuando sea necesario hacer una actualización a un programa se deberán mencionar las nuevas fechas de inicio y terminación del área afectada.

#### VII.4 Actualización del programa.-

Se requiere actualizar el programa cuando:

- Existe un cambio significativo en el alcance de los trabajos.
- Obsolescencia del programa por registrarse atrasos considerables o cambio a las condiciones originales.

Esta actualización consiste en poner al día todas las actividades que hayan tenido variaciones en el avance programado (atraso o adelanto), hasta la fecha de actualización sin considerar las ya terminadas, aprovechando la oportunidad para modificar las secuencias si se requiere, y adicionar o sustraer actividades y relaciones al programa.

No debe resultar ninguna variación en la fecha de terminación del proyecto.

Cuando la fecha de terminación varía con respecto al programa anterior se le denomina reprogramación y solo es recomendable efectuarla cuando:

- Se requiere cambio en la fecha de terminación y SICARTSA lo autoriza.
- SICARTSA ordena suspensión temporal de los trabajos.
- Cambio en la naturaleza o alcance de los trabajos.
- Por necesidad y orden de SICARTSA para anticipar la fecha de terminación del proyecto.

#### VII.5 Gráficas de Control de Avance.

En el control del proyecto es necesario determinar con precisión tanto el avance de cada una de las actividades como el que corresponde al proyecto total.

Una forma efectiva de control es el uso de gráficas que permiten vigilar visualmente el desarrollo de las actividades.

Las gráficas de avance contiene una barra, en el cual en la parte superior se tiene el avance programado y abajo de esta el avance real, los dos valores son acumulados.

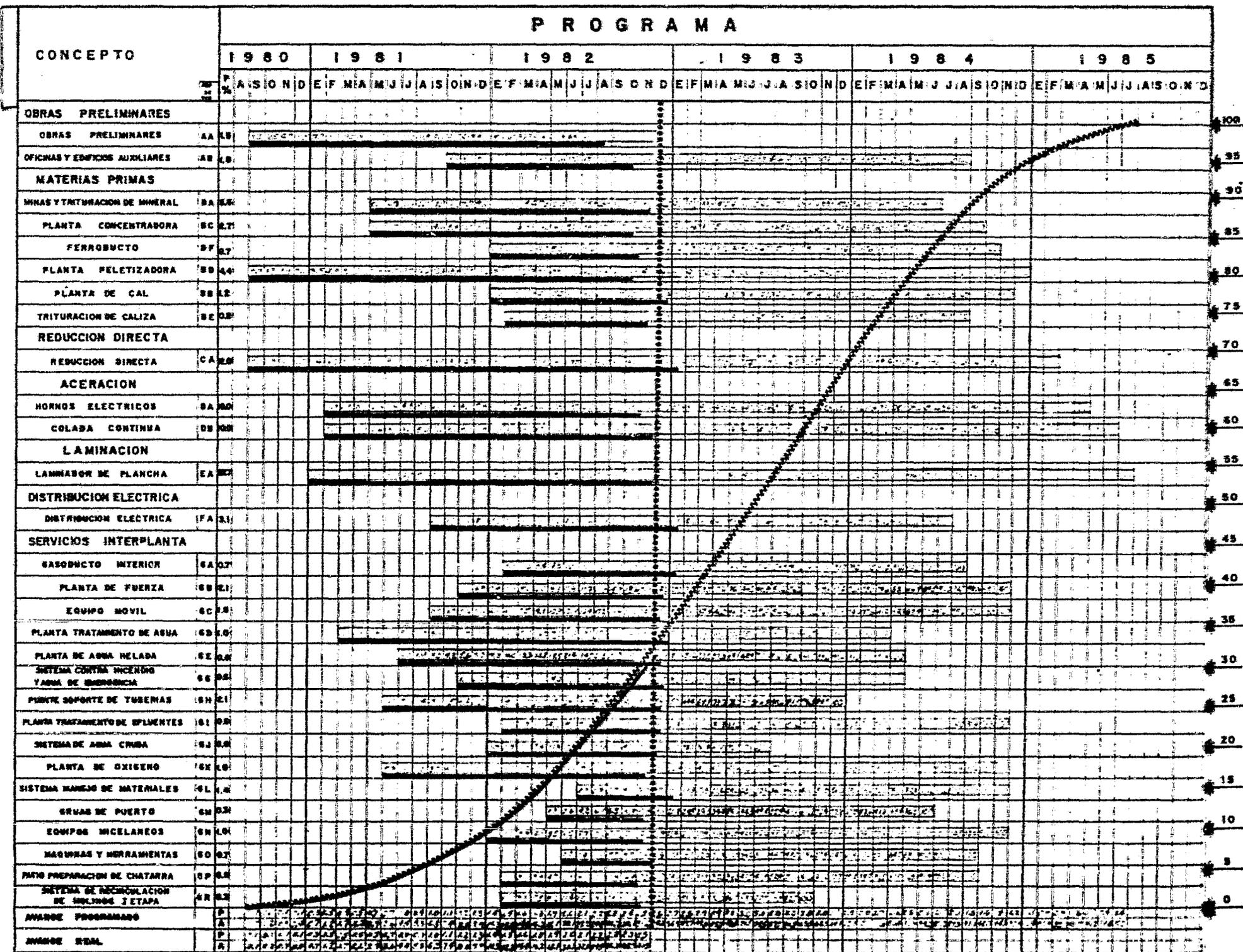
Estas barras representan en el caso de la gráfica de avance de una área del proyecto (fig. VII-1) la duración de una actividad básica. Esta información se obtiene del informe de actividades agregadas.

Para el caso de la gráfica de avance general del proyecto, (fig. VII-2) cada barra representará la duración de cada área que están comprendidas en el proyecto.

Las gráficas de avance complementarán la información que se manda mensualmente a la dirección y a las gerencias de proyecto.

A la dirección se enviará la gráfica de avance general y a los gerentes de proyecto la gráfica de avance por área que les corresponda.





AVANCE PROGRAMADO ACUMULADO .....  
 AVANCE REAL [Solid Line]  
 AVANCE REAL ACUMULADO .....  
 FECHA DE REPORTE DE AVANCE \*\*\*\*\*

Figura VII-2

## CAPITULO VIII

## CONCLUSIONES

**Antecedentes del Sistema.**

El presente trabajo muestra la magnitud del proyecto de expansión de la Siderúrgica Lázaro Cárdenas - Las Truchas, S. A.;- siendo necesaria la aplicación de grandes recursos financieros y humanos, introducción de tecnología avanzada e implantación de sistemas administrativos acordes a el proyecto.

Debido a lo anterior, el pensar en la utilización de técnicas rusticas de programación y control haría extremadamente difícil el control del proyecto; es por eso que la dirección de la empresa decidió la implementación de un sistema computado-rizado de planeación y control basado en el método de ruta crítica y adaptado a las necesidades de proyecto, así fue creado e implantado el sistema llamado Critical Path Analysis CPA. (Análisis de la Ruta Crítica).

La concepción e implantación del sistema fué hecha por el personal de la empresa que a lo largo de la ejecución del proyecto tendrán la responsabilidad de un correcto funcionamiento en sus diferentes niveles de utilización.

Cabe hacer notar que el sistema es de utilización restringida a la empresa o al grupo siderúrgico al cual pertenece, pues este fue creado para necesidades propias, que por ser de carácter paraestatal, es necesario tomar en cuenta consideraciones en la utilización de recursos y en los procedimientos administrativos.

No se descarta la utilización de sistemas comerciales como Projacs, Optima, Artemis, PMS, Project II, etc. que son sistemas mucho más sofisticado y complejos en sus técnicas administrativas, pero que no satisficían las necesidades propias de manejo de información y emisión de informes de una manera tal, como lo requiere el proyecto en cuestión, tanto en su tipo como en su magnitud.

## 2. Observaciones.

El sistema de planeación descrito anteriormente exige poner en práctica un gran número de conocimientos técnicos pertenecientes al dominio en el que se desarrolla el proyecto junto con los correspondientes a las técnicas de planeación y programación.

Raramente una sola persona poseera el total de dichos conocimientos por lo que el trabajo será labor de un equipo. Este-

hecho es importante tanto para el éxito de la programación, como para su utilización real y efectiva.

Al realizar un estudio del proceso de implementación del sistema en sus etapas, se pueden puntualizar los problemas que se han presentado, así como las posibles soluciones a adoptar se, estos conceptos se mencionan a continuación:

- 2.1 En ocasiones, la administración de las obras o del proyecto, por desconocimiento de los objetivos que se persiguen con la utilización del sistema de planeación, no han aprovechado los beneficios que le proporciona dicho sistema.

Como posible solución a este problema, proponemos que se haga del conocimiento de los alcances del sistema a gerentes, ejecutivos de la empresa, dado que la información que se obtiene de la aplicación del sistema permite una rápida y confiable ayuda a la toma de decisiones.

- 2.2 Para el mejor aprovechamiento de este sistema y debido a que el personal involucrado directamente en el proyecto desconoce el funcionamiento y su utilidad, se propone también que se lleve a cabo un programa de entrenamiento y capacitación a las personas que tengan contacto con el sistema y con la información que se genera a través de él.

Este entrenamiento radicar  basicamente en dar a conocer todos los alcances y ventajas que se obtienen, así como la información necesaria para su funcionamiento y emisión de informes. Esta capacitación y entrenamiento será en función de las responsabilidades que el personal tenga dentro del proyecto.

La falta de homologación de la información para el establecimiento de los programas detallados en función de experiencias ya tenidas en proyectos similares.

2.3 Esto se podría solucionar al hacer participar en la elaboración de los programas al personal directamente involucrado en la ejecución, complementada con información externa en plantillas similares, pues de otra forma faltará la valiosa aportación que hace la diferencia entre un programa realista y uno teórico, además del conocimiento pleno del programa por la persona o personas encargadas de ejecutarlo directamente y de mantener la idea de copropiedad del mismo para utilizarlo como base del control.

2.4 Se han logrado detectar también fallas en el flujo de información, llevando consigo que la información que llega al sistema no es fidedigna y a veces obsoleta. En este caso y dentro del entrenamiento que se propone, se deberá explicar y hacer que se tome en cuenta el método que se tiene para el flujo de

todo tipo de información generada en y para el proyecto.

- 2.5 Obtener montañas de papel con muchos números salidos de una computadora para mostrarlo a las amistades o al consejo de administración, no porporcionará, evidentemente beneficio alguno a la empresa.

Naturalmente el beneficio que se puede obtener con la utilización de este sistema no se puede garantizar por su simple aplicación, sino que es necesario disponer de una información real y fidedigna, elaborarlo adecuadamente y actuar correctamente en función de los resultados.

- 2.6 Queremos hacer notar como punto también importante, una calidad del sistema de planeación, y es la de permitir la revisión cómoda y periódica del programa, cuando está en curso de realización.

La revisión tiene por objeto sustituir las estimaciones por los valores reales, en las actividades ya efectuadas, modificar (si las circunstancias lo exigen) la estructura de la parte del programa por realizar, y obtener un nuevo programa corregido y puesto al día. En el transcurso de las revisiones puede suceder debido a situaciones especiales, que la ruta -

critica varía y que la fecha prevista de terminación del proyecto se modifique.

- 2.7 La dirección ante las diferentes eventualidades e informada de sus consecuencias, podrá optar las medidas oportunas para compensar y corregir aquellas que sobrepasen el rango tolerable. Cuando el programa revisado muestra que el proyecto se va a realizar en un tiempo mas de lo establecido, se podrá proceder a aportar mayor número de recursos a algunas de las actividades del camino crítico y así intentar reducir el retraso. Una nueva serie de cálculos arrojará resultados en los que se podrá comprobar si la medida es adecuada, suficiente y factible.

### 3. Futuro del Sistema.

La experiencia adquirida en la aplicación de este sistema de programación y control, podrá ser utilizada en futuras ampliaciones y proyectos de la empresa, así como, en cualquier rama de la industria extractiva y de transformación.

4. El papel del Ingeniero de Minas y Metalurgista en la Planeación y Control del Proyecto.

Es obvio que en un proyecto de esta magnitud implica la parti

cipación de diversas disciplinas técnicas y administrativas - que obliga la colaboración de profesionistas capaces para el éxito del proyecto.

Por tratarse de un proyecto del dominio de la industria extractiva y de proceso de minerales, el ingeniero de minas y metalurgista tiene cabida en la planeación, ejecución y control de éste.

La preparación técnica y administrativa del ingeniero de minas y metalurgista, permite de esta manera ampliar el horizonte de aplicación de sus conocimientos en áreas que para él habían sido poco exploradas.

Así mismo, el ingeniero de minas y metalurgista sale de sus funciones tradicionales y afirma su posición interdisciplinaria dentro de la industria ampliando su campo de acción, de una manera cuantiosa y aportando su capacidad técnica y administrativa a proyectos de esta magnitud.

## B I B L I O G R A F I A

- COMPANYS, Ramón Planificación de Proyectos  
Editorial Limusa  
México, D. F. 1979
- SCHJETNAN D., Mario Ruta Crítica al Alcance de Todos  
U.N.A.M.  
México, D. F. 1977
- RUDI-PRIMO, Stivalet Programación y Control de Proyectos  
Facultad de Química U.N.A.M.  
México, D. F. 1980
- MONTAÑO, Agustín Iniciación al Método del  
Camino Crítico  
Editorial Trillas  
México, D. F. 1981
- Apuntes de Ruta Crítica  
Facultad de Ingeniería U.N.A.M.  
México, D. F. 1981
- La Demanda de los Productos  
Siderúrgicos en México  
Comisión Coordinadora de la  
Industria Siderúrgica  
México, D. F. 1981

Compendio de Términos Siderúrgicos  
Altos Hornos de México, S. A.  
México, D. F. 1978

Método del Camino Crítico  
Catalytic Construction Company  
Editorial Diana  
México, D. F. 1982

CORZO, Miguel Angel

Introducción a la Ingeniería de  
Proyectos  
Editorial Limusa  
México, D. F. 1982

Manual del Usuario, Sistema de  
Planeación SICARTSA II Etapa  
Siderúrgia Lázaro Cárdenas-  
Las Truchas, S. A.  
México, D. F. 1982

Dravo's System for Organizing  
Scheduling Reporting and Controlling  
Project Activities.  
Pittsburg, Pl.  
U.S.A. 1980

Procedure Notes main Specifications  
for SICARTSA II CROMEMCO Planning  
Package.  
Siderúrgica Lázaro Cárdenas-Las  
Truchas, S. A.  
México, D. F. 1981

Sidermex Informa

Publicación Mensual No. 18  
Dirección de Difusión y Relaciones Industriales de SIDERMEX  
México, D. F. 1982

Información General

Siderúrgica Lázaro Cárdenas-  
Las Truchas, S. A.  
México, D. F. 1982

A N E X O





INFORME TITULO: REELECTRICIDAD

PTACONC PROGRAMA DE EJECUCION DE LA PLANTA CONCENTRADORA

Viernes 26 de Noviembre de 1982 15:15:05

*****										
CODIGO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCION ACTIVIDAD	DURA DEN * II CION ORA = 10 ORI *	DESCRIPCION MILESIONE	*TIPO *	FECHA ASIGNA *	* TABLEROS DE ORGANIZACION T1	T2	T3	T4	PCON
						* CONTR	LOST	ACT	AREA	
*****										
BC005BC010	P. CONC ING BASICA CONCENTRADORA	15			12	1JUL81	90001	1300	BB0	PCON
BC010BC015	P. CONC PREP DUCTOS P/CONCURSO	6				90001	1300	JAO	PCON	
BC015BC020	P. CONC ENTREGA DOCTOS P/CONCURSO	3				90001	1300	JAO	PCON	
BC020BC025	P. CONC ELAB DE OFERT. POR CONCUR	8				90001	1300	JAO	PCON	
BC025BC030	P. CONC EVALUACION OFERT TECNICAS	7				90001	1300	JAO	PCON	
BC030BC035	P. CONC EVAL TECN-ECONOMICA FINAL	6	11 ASIGNACION CONTRATISTA	11	30MAR82	90001	1300	JAO	PCON	
BC040BC045	P. CONC ING DETALLE ESTRUCTURAL	12				20003	1300	BE0	PCON	
BC045BC050	P. CONC FABRICACION ESTRUCTURA	17				20003	1300	DF0	PCON	
BC050BC055	P. CONC ENTREGA ESTRUCTURA	3				20003	1300	DF0	PCON	
BC055BC060	P. CONC MONTAJE ESTRUCTURA	20	11 INICIO MONTAJE ESTRUCTURA	11	24ENE83	20003	1300	DG0	PCON	
BC065BC070	P. CONC ING DETALLE CIVIL	12				20003	1300	BE0	PCON	
BC070BC075	P. CONC OBRA CIVIL	25	11 INICIO OBRA CIVIL	11	2AG082	20003	1300	DC0	PCON	
BC080BC085	P. CONC ING DETALLE MOLINO BOLAS	15				20003	1300	BC0	PCON	
BC085BC090	P. CONC FABRICACION MOLINOS BOLAS	52	11 INICIO FABRICACION MOLINOS BOLAS	11	23AG082	20003	1300	EAO	PCON	
BC090BC095	P. CONC ENTREGA MOLINOS DE BOLAS	8				20003	1300	EAO	PCON	
BC095BC105	P. CONC MONTAJE MOLINOS	24	11 INICIO MONTAJE MOLINOS DE BOLAS	11	17OCT83	20003	1300	GA0	PCON	
BC100BC105	P. CONC ING DET. CELDAS DE FLOT.	10				20003	1300	BC0	PCON	
BC105BC110	P. CONC FAB. CELDAS DE FLOTACION	48				20003	1300	EAO	PCON	
BC110BC115	P. CONC ENTREGA CELDAS DE FLOT.	7				20003	1300	EAO	PCON	
BC115BC125	P. CONC MONTAJE CELDAS DE FLOT.	24	11 INICIO MONTAJE CELDAS DE FLOT.	11	8AG083	20003	1300	GA0	PCON	
BC120BC125	P. CONC ING DET. SEMIAUTOGENOS	20				20003	1300	BC0	PCON	
BC125BC130	P. CONC FAB. MOLINOS SEMIAUTOGENOS	45	11 INICIO FAB. MOLINOS SEMIAUTOGENOS	11	27SEP82	20003	1300	EAO	PCON	
BC130BC135	P. CONC ENTREGA SEMIAUTOGENOS	12				20003	1300	EAO	PCON	
BC135BC145	P. CONC MONTAJE MOLINOS SEMIAUTOG	25	11 INICIO MONTAJE MOLINOS SEMIAUTOG	11	31OCT83	20003	1300	GA0	PCON	
BC140BC145	P. CONC ING DETALLE DE TUBERIAS	12				20003	1300	BC0	PCON	
BC145BC150	P. CONC FABRICACION DE TUBERIAS	24				20003	1300	FF0	PCON	
BC150BC155	P. CONC ENTREGA TUBERIA	20				20003	1300	FF0	PCON	
BC155BC165	P. CONC MONTAJE DE TUBERIA	24				20003	1300	GA0	PCON	
BC160BC165	P. CONC ING DETALLE ELECTRICO	17				20003	1300	BB0	PCON	
BC165BC170	P. CONC FAB. DE EQUIPO ELECTRICO	30	11 INICIO FABRICACION EQPO ELECTRIC	11	6SEP82	20003	1300	EB0	PCON	
BC170BC175	P. CONC ENTREGA EQUIPO ELECTRICO	10				20003	1300	EB0	PCON	
BC175BC180	P. CONC ING DETALLE TRANSPORTADOR	10				20003	1300	BC0	PCON	
BC180BC185	P. CONC FABRIC. TRANSPORTADORES	32				20003	1300	EAO	PCON	
BC185BC190	P. CONC ENTREGA TRANSPORTADORES	12				20003	1300	EAO	PCON	
BC190BC195	P. CONC MONTAJE SIST. TRANSPORT.	15	11 INICIO MONTAJE TRANSPORTADORES	11	23MAY83	20003	1300	GA0	PCON	
BC195BC200	P. CONC INSTAL. ELECTRICA/INSTRUM.	12	11 INICIO INSTAL. ELECTRICA/INSTRUM.	11	23MAY84	20003	1300	GB0	PCON	
BC200BC205	P. CONC PRUEBAS DE MONTAJE	4	11 INICIO PRUEBAS DEL EQUIPO	11	16JUL84	20003	1300	GG0	PCON	
BC205BC210	P. CONC PRUEBAS C/CARGA (ARRANQUE)	4	T4 ARRANQUE PLANTA CONCENTRADORA	T4	15SEP84	20003	1300	DT0	PCON	

\*\*\*\*\*

----- INFORME FECHAS PROGRAMADAS -----

FTACONC PROGRAMA DE EJECUCION DE LA PLANTA CONCENTRADORA

Viernes 26 de Noviembre de 1982 15:23:29

*****														
CODIGO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCION ACTIVIDAD	* TI PO	FECHA ASIGN.	* P R	DURACION ORI	* INICIO TEMPRAN	SEM NO.	* TERMINA TEMPRAN	SEM NO.	* INICIO TARDIA	SEM NO.	* TERMINA TARDIA	SEM NO.	* HOLD TOT
*****														
BC005BC010	P. CONC ING. BASICA CONCENTRADORA	I2	1JUL81	T	15 15	01JUL81	44	11OCT81	58	01JUL81	44	11OCT81	58	0
BC010BC015	P. CONC PREP. DOCTOS. P/CONCURSO	T			4 4	12OCT81	59	22NOV81	64	12OCT81	59	22NOV81	64	0
BC015BC020	P. CONC ENTREGA DOCTOS P/CONCURSO	T			3 3	23NOV81	65	13DIC81	67	23NOV81	65	13DIC81	67	0
BC020BC025	P. CONC ELAB. DE OFERT. POR CONCUR	T			8 8	14DIC81	68	07FEB82	75	14DIC81	68	07FEB82	75	0
BC025BC030	P. CONC EVALUACION OFERT. TECNICAS	T			7 7	08FEB82	74	28MAR82	82	08FEB82	76	28MAR82	82	0
BC030BC035	P. CONC EVAL. TECH-ECONOMICA FINAL	I1	30MAR82	T	4 4	30MAR82	83	09MAY82	88	30MAR82	83	09MAY82	88	0
BC040BC045	P. CONC ING. DETALLE ESTRUCTURAL	P			12 24	10MAY82	89	24OCT82	112	10MAY82	89	19JUN83	146	34
BC045BC050	P. CONC FABRICACION ESTRUCTURA	*			17 17	17OCT82	113	20FEB83	129	20JUN83	147	14OCT83	163	34
BC050BC055	P. CONC ENTREGA ESTRUCTURA	*			8 8	21FEB83	130	17ABR83	137	17OCT83	164	11DIC83	171	34
BC055BC060	P. CONC MONTAJE ESTRUCTURA	I1	24ENE83	*	20 20	18ABR83	138	04SEP83	157	12DIC83	172	29ABR84	191	34
BC065BC070	P. CONC ING. DETALLE CIVIL	P			12 19	10MAY82	89	19SEP82	107	10MAY82	89	10MAY82	141	34
BC070BC075	P. CONC OBRA CIVIL	I1	24OCT82	*	25 25	20SEP82	108	13MAR83	132	16MAY83	142	04NOV83	166	34
BC080BC085	P. CONC ING. DETALLE MOLINO BOLAS	P			15 18	25MAY82	91	26SEP82	108	25MAY82	91	19SEP82	107	-1
BC085BC090	P. CONC FABRICACION MOLINOS BOLAS	I1	23AOC82	*	52 52	27SEP82	109	28SEP83	140	20SEP82	108	18SEP83	159	-1
BC090BC095	P. CONC ENTREGA MOLINOS DE BOLAS	*			8 8	24SEP83	161	20NOV83	168	19SEP83	160	13NOV83	167	-1
BC095BC100	P. CONC MONTAJE MOLINOS	I1	17OCT83	*	24 24	21NOV83	169	04MAY84	192	14NOV83	168	29ABR84	191	-1
BC100BC105	P. CONC ING. DET. CELDAS DE FLOT.	P			10 17	22MAY82	91	19SEP82	107	25MAY82	91	24OCT82	112	5
BC105BC110	P. CONC FAB. CELDAS DE FLOTACION	*			48 48	20SEP82	108	21AOC83	155	25OCT82	113	25SEP83	160	5
BC110BC115	P. CONC ENTREGA CELDAS DE FLOT.	*			7 7	22AOC83	156	09OCT83	162	24SEP83	161	10NOV83	167	5
BC115BC120	P. CONC MONTAJE CELDAS DE FLOT.	I1	8AOC83	*	24 24	10OCT83	163	23MAR84	186	14NOV83	168	29ABR84	191	5
BC120BC125	P. CONC ING. DET. SEMIAUTOGENOS	P			20 21	10MAY82	89	03OCT82	109	10MAY82	89	03OCT82	109	0
BC125BC130	P. CONC FAB. MOLINOS SEMIAUTOGENOS	I1	27SEP82	*	45 45	04OCT82	110	14AOC83	154	04OCT82	110	14AOC83	154	0
BC130BC135	P. CONC ENTREGA SEMIAUTOGENOS	*			12 12	15AOC83	155	06NOV83	166	15AOC83	155	06NOV83	166	0
BC135BC140	P. CONC MONTAJE MOLINOS SEMIAUTOC	I1	31OCT83	*	25 25	07NOV83	167	29ABR84	191	07NOV83	167	29ABR84	191	0
BC140BC145	P. CONC ING. DETALLE DE TUBERIAS	*			12 12	30AOC82	105	21NOV82	116	18OCT82	112	09ENE83	123	7
BC145BC150	P. CONC FABRICACION DE TUBERIAS	*			24 24	22NOV82	117	08MAY83	140	10ENE83	124	26JUN83	147	7
BC150BC155	P. CONC ENTREGA TUBERIA	*			20 20	09MAY83	141	25SEP83	160	27JUN83	148	10NOV83	167	7
BC155BC160	P. CONC MONTAJE DE TUBERIA	*			24 24	24SEP83	161	11MAR84	184	14NOV83	168	29ABR84	191	7
BC160BC165	P. CONC ING. DETALLE ELECTRICO	P			17 18	01JUL82	96	31OCT82	113	01JUL82	96	24JUL83	151	38
BC165BC170	P. CONC FAB. DE EQUIPO ELECTRICO	I1	4SEP82	*	30 30	01NOV82	114	29MAY83	143	25JUL83	152	19FEB84	181	38
BC170BC175	P. CONC ENTREGA EQUIPO ELECTRICO	*			10 10	30MAY83	144	07AOC83	153	20FEB84	182	29ABR84	191	38
BC175BC180	P. CONC ING. DETALLE TRANSPORTADOR	P			10 19	01JUL82	96	31OCT82	113	01JUL82	96	13MAY83	137	19
BC180BC185	P. CONC FABRIC. TRANSPORTADORES	*			32 32	01NOV82	114	12JUN83	145	14MAY83	133	23OCT83	164	19
BC185BC190	P. CONC ENTREGA TRANSPORTADORES	*			12 12	10JUN83	146	04FEB84	157	24OCT83	165	15ENE84	176	19
BC190BC195	P. CONC MONTAJE CISI TRANSPORT	I1	2MAY83	*	15 15	05FEB83	143	14DIC83	172	16ENE84	177	29MAY84	191	19
BC195BC200	P. CONC INSTAL. ELECTRICA/INSTRUM	I1	23MAY84	*	12 12	07MAY84	153	27ABR84	204	31ABR84	192	22JUL84	205	-1
BC200BC205	P. CONC TUBERIAS DE MONTAJE	I1	16JUL84	*	4 4	20JUL84	105	26AUG84	208	25JUL84	204	19AUG84	207	-1
BC205BC210	P. CONC. FRIEDAS P/COMBA (FRIGORIF)	I4	17FEB84	*	4 4	27AUG84	209	30AEB84	211	30JUL84	203	15FEB84	211	-1



----- INFORME AVANCE -----

PTACONC PROGRAMA DE EJECUCION DE LA PLANTA CONCENTRADORA

Viernes 26 de Noviembre de 1982 15:39:28

*****												
CODIGO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCION ACTIVIDAD	DUR ORI	FECHA DATOS	DUR REM	DUR P# COR R#	INICIO ACTUAL	SEM * NO	TERMINA * ACTUAL	SEM * NO	TERMINA * ESTIMAD	SEM * NO	H O L G U R A S ORIG ANTE CORR
*****												
BC005BC010	P. CONC ING. BASICA CONCENTRADORA	15	30ENE82	0	15 T	01JUL81	44	11OCT81	58			0 0 0
BC010BC015	P. CONC PREF. DOCTOS P/CONCURSO	4	30ENE82	0	4 T	12OCT81	39	22NOV81	64			0 0 0
BC015BC020	P. CONC ENTREGA DOCTOS P/CONCURSO	3	30ENE82	0	3 T	23NOV81	65	13DIC81	67			0 0 0
BC020BC025	P. CONC ELAB. DE OFERT. POR CONCUR	8	28FEB82	0	8 T	14DIC81	68	07FEB82	75			0 0 0
BC025BC030	P. CONC EVALUACION OFERT. TECNICAS	7	30MAR82	0	7 T	08FEB82	76	28MAR82	82			0 0 0
BC030BC035	P. CONC EVAL. TECN-ECONOMICA FINAL	4	30MAY82	0	4 T	30MAR82	83	09MAY82	88			0 0 0
BC040BC045	P. CONC ING. DETALLE ESTRUCTURAL	12	30SEP82	7	24 P	10MAY82	89			24OCT82	112	45 23 34
BC045BC050	P. CONC FABRICACION ESTRUCTURA	17		0	17 *					20FEB83	129	45 23 34
BC050BC055	P. CONC ENTREGA ESTRUCTURA	8		0	8 *					17ABR83	137	45 23 34
BC055BC060	P. CONC MONTAJE ESTRUCTURA	20		0	20 *					0408P83	157	45 38 34
BC065BC070	P. CONC ING. DETALLE CIVIL	12	30A0082	2	19 P	10MAY82	89			19SEP82	107	40 34 34
BC070BC075	P. CONC OBRAS CIVIL	25		0	25 *					19MAY82	132	40 34 34
BC080BC085	P. CONC ING. DETALLE MOLINO BOLAS	15	30A0082	3	18 P	25MAY82	91			26SEP82	108	3 0 -1
BC085BC090	P. CONC FABRICACION MOLINOS BOLAS	32		0	32 *					28SEP82	140	3 0 -1
BC090BC095	P. CONC ENTREGA MOLINOS DE BOLAS	8		0	8 *					20NOV83	148	3 0 -1
BC095BC100	P. CONC MONTAJE MOLINOS	24		0	24 *					06MAY84	192	3 0 -1
BC100BC105	P. CONC ING. DET. CELINAS DE FLOT.	18	30A0082	2	17 P	25MAY82	91			19SEP82	107	13 59 5
BC105BC110	P. CONC FAB. CELINAS DE FLOTACION	48		0	48 *					21A0083	186	13 59 5
BC110BC115	P. CONC ENTREGA CELINAS DE FLOT.	7		0	7 *					09OCT83	162	13 59 5
BC115BC120	P. CONC MONTAJE CELINAS DE FLOT.	24		0	24 *					28MAR84	184	13 37 5
BC120BC125	P. CONC ING. DET. SEMIAUTOGENOS	30	30A0082	4	21 P	10MAY82	89			03OCT82	109	0 0 0
BC125BC130	P. CONC FAB. MOLINOS SEMIAUTOGENOS	45		0	45 *					14A0083	184	0 0 0
BC130BC135	P. CONC ENTREGA SEMIAUTOGENOS	12		0	12 *					06NOV83	164	0 0 0
BC135BC140	P. CONC MONTAJE MOLINOS SEMIAUTOG	25		0	25 *					29ABR84	191	0 0 0
BC140BC145	P. CONC ING. DETALLE DE TUBERIAS	12		0	12 *					21NOV82	116	22 16 7
BC145BC150	P. CONC FABRICACION DE TUBERIAS	24		0	24 *					08MAY83	140	22 16 7
BC150BC155	P. CONC ENTREGA TUBERIA	20		0	20 *					25SEP83	160	22 16 7
BC155BC160	P. CONC MONTAJE DE TUBERIA	24		0	24 *					11MAR84	184	22 16 7
BC160BC165	P. CONC ING. DETALLE ELECTRICQ	17	30A0062	8	18 P	01JUL82	94			31OCT82	113	45 29 38
BC165BC170	P. CONC FAB. DE BARRIO ELECTRICO	30		0	30 *					29MAY82	143	45 29 38
BC170BC175	P. CONC ENTREGA BARRIO ELECTRICO	10		0	10 *					07A0083	153	45 29 38
BC175BC180	P. CONC ING. DETALLE TRANSPORTADOR	10	30A0082	8	18 P	01JUL82	94			31OCT82	113	33 8 19
BC180BC185	P. CONC FABRIC. TRANSPORTADORES	32		0	32 *					12JUN83	145	33 8 19
BC185BC190	P. CONC ENTREGA TRANSPORTADORES	12		0	12 *					0408P83	157	33 8 19
BC190BC195	P. CONC MONTAJE SIST TRANSPORT	15		0	15 *					18DIC83	172	33 8 19
BC195BC200	P. CONC INSTAL. ELECTRICA/INSTRUM	12		0	12 *					29JUL84	204	0 0 -1
BC200BC205	P. CONC PRUEBAS DE MONTAJE	4		0	4 *					24A0084	208	0 0 -1
BC205BC210	P. CONC PRUEBAS C/CARGA (ARRANQUE)	4		0	4 *					23SEP84	212	0 0 -1

\*\*\*\*\*



## ----- INFORME EVENTOS ESPECIALES -----

PTACONC PROGRAMA DE EJECUCION DE LA PLANTA CONCENTRADORA

Viernes 26 de Noviembre de 1982 15:44:12

CODIGO DE ACTIVIDAD	DESCRIPCION MILESTONE	TIPO	FECHA TEMPRAN	SEM NO.	FECHA TARDIA	SEM NO.	HOLD TOTAL
BC030BC035	ASIGNACION CONTRATISTA	II	30MAY82	83	30MAY82	83	0
BC030BC060	INICIO MONTAJE ESTRUCTURA	II	18ABR83	138	12DIC83	172	34
BC070BC075	INICIO OBRA CIVIL	II	20SEP82	108	14MAY83	142	34
BC080BC090	INICIO FABRICACION MOLINOS BOLAS	II	27SEP82	107	20SEP82	108	-1
BC095BC195	INICIO MONTAJE MOLINOR DE BOLAS	II	21NOV83	169	14NOV83	168	-1
BC115BC195	INICIO MONTAJE CELDAS DE FLOT.	II	10OCT83	163	14NOV83	168	5
BC125BC190	INICIO FAB. MOLINOS SEMIAUTOGENOS	II	04OCT82	110	04OCT82	110	0
BC135BC195	INICIO MONTAJE MOLINOS SEMIAUTOS	II	07NOV83	167	07NOV83	167	0
BC165BC170	INICIO FABRICACION EQPO. ELECTRIC	II	01NOV82	114	25JUL83	152	38
BC190BC195	INICIO MONTAJE TRANSPORTADORES	II	05SEP83	156	16ENE84	177	19
BC195BC200	INICIO INSTAL. ELECTRICA/INSTRUM.	II	07MAY84	193	31ABR84	192	-1
BC200BC205	INICIO PRUEBAS DEL EQUIPO	II	30JUL84	205	23JUL84	204	-1
BC205BC210	ARRANQUE PLANTA CONCENTRADORA	T4	23SEP84	212	15SEP84	211	-1



----- INFORME ACTIVIDADES AGREGADAS -----

PTACONS PROGRAMA DE EJECUCION DE LA PLANTA CONCENTRADORA

Viernes 26 de Noviembre de 1982 15:54:01

*****													
CODIG N	CODIG *	DESCRIPCION	* INICIO	SEM *	TERMINA	SEM *	INICIO	SEM *	TERMINA	SEM *	HOLO	ACTIVIDAD	
ORGAN L	SUMA *	ORGANIZACION	* TEMPRAN NO.	* TEMPRAN NO.	* TARDIO	* TARDIO	NO.	* TARDIA	NO.	* TOT.	MAS CRITICA		
*****													
BCD	4	DID	ING. DETALLE-MECANICO/SERVICIOS	10MAY82	89	21NOV82	116	10MAY82	89	13MAY83	132	-1	BC0808C085
BDO	4	DID	ING. DETALLE-ELECTRICA/INSTRUMENT	28JUN82	96	31OCT82	113	28JUN82	96	24JUL83	151	38	BC1608C145
DEO	4	DID	ING. DETALLE-CIVIL/ESTRUCTURAL	10MAY82	89	24OCT82	112	10MAY82	89	19JUN83	146	34	BC0408C045
GAO	4	HOP	MONTAJE DE EQUIPO MECANICO.	05SEP83	158	04MAY84	192	07NOV83	167	29ABR84	191	-1	BC0958C195
GBO	4	HOP	MONTAJE DE EQUIPO ELECTRICO.	07MAY84	193	29JUL84	204	31ABR84	192	22JUL84	203	-1	BC1958C200
GOO	4	HOP	PRUEBAS DE MONTAJE.	30JUL84	205	26AGO84	208	23JUL84	204	19AGO84	207	-1	BC2008C205
GIO	4	HOP	PRUEBAS CON CARGA (ARRANQUE).	27AGO84	209	23SEP84	212	20AGO84	208	16SEP84	211	-1	BC2058C210
DCO	4	OCE	CONSTRUCCION DE CIMENTACIONES	20SEP82	108	13MAY83	132	14MAY83	142	06NOV83	166	34	BC6768C075
DFO	4	OCE	FABRICACION DE ESTRUCTURAS METAL	25OCT82	113	17ABR83	137	20JUN83	147	11DIC83	171	34	BC0458C050
DOO	4	OCE	MONTAJE DE ESTRUCTURAS METALICAS	18ABR83	138	04SEP83	157	12DIC83	172	29ABR84	191	34	BC0558C060
EAO	4	SUE	SUMINISTRO DE EQUIPO MECANICO.	20SEP82	108	20NOV83	168	20SEP82	108	15ENE84	176	-1	BC0858C090
EBO	4	SUE	SUMINISTRO DE EQUIPO ELECTRICO.	01NOV82	114	07ABR83	139	25JUL83	152	29ABR84	191	38	BC1458C170
FFO	4	SUM	SUMINISTRO TUBERIAS Y ACCESORIOS	22NOV82	117	25SEP83	160	10ENE83	124	13NOV83	167	7	BC1458C150
EBO	4	IBA	INGENIERIA BASICA	29JUN81	44	11OCT81	58	29JUN81	44	11OCT81	58	0	BC0058C010
JAO	4	LIT	LICITACION -SICARTSA-	12OCT81	59	09MAY82	88	12OCT81	59	09MAY82	88	0	BC0108C015

\*\*\*\*\*

SICARTSA II ETAPA

\*\* SISTEMA DE PLANEACION \*\*

PTACONC.

PROGRAMA DE EJECUCION DE LA PLANTA CONCENTRADORA

\*\*\*\*\* INFORMES DE PLANEACION \*\*\*\*\*

Viernes 26 de Noviembre de 1982 16:09:12

DATOS LIMITES Y ORDEN DEL INFORME DIAGRAMA DE BARRAS -SEMANAL-  
(OPCIONALES)

CON OPERACIONES (S/N) ? N

DESCRIPCION	ORDEN (1-8)	DESDE	HASTA	NIVEL (1-4)
ACTIVIDAD	1	AA001AA002	ZZ999ZZ998	
NUMERO DE CONTRATO	2	00001	99999	4
CENTRO DE COSTOS	3	1	9999	4
ACTIVIDAD BASICA	4	AA0	ZZZ	4
AREA	5	AAAA	ZZZZ	4
FECHAS TEMPRANAS	6	-350	350	
INITIALIDAD	7	-350	350	
FECHAS TARDIAS	8	-350	350	

DIAGRAMA del 01ENES1 al 30DIC84

Explicacion de simbolos empleados

- T = TERMINADA
- C = CRITICA
- R = RESTANTE
- \* = DURACION DE LA ACTIVIDAD
- + = DURACION DE LA OPERACION
- = HOLOWA TOTAL
- L = HOLOWA LIBRE

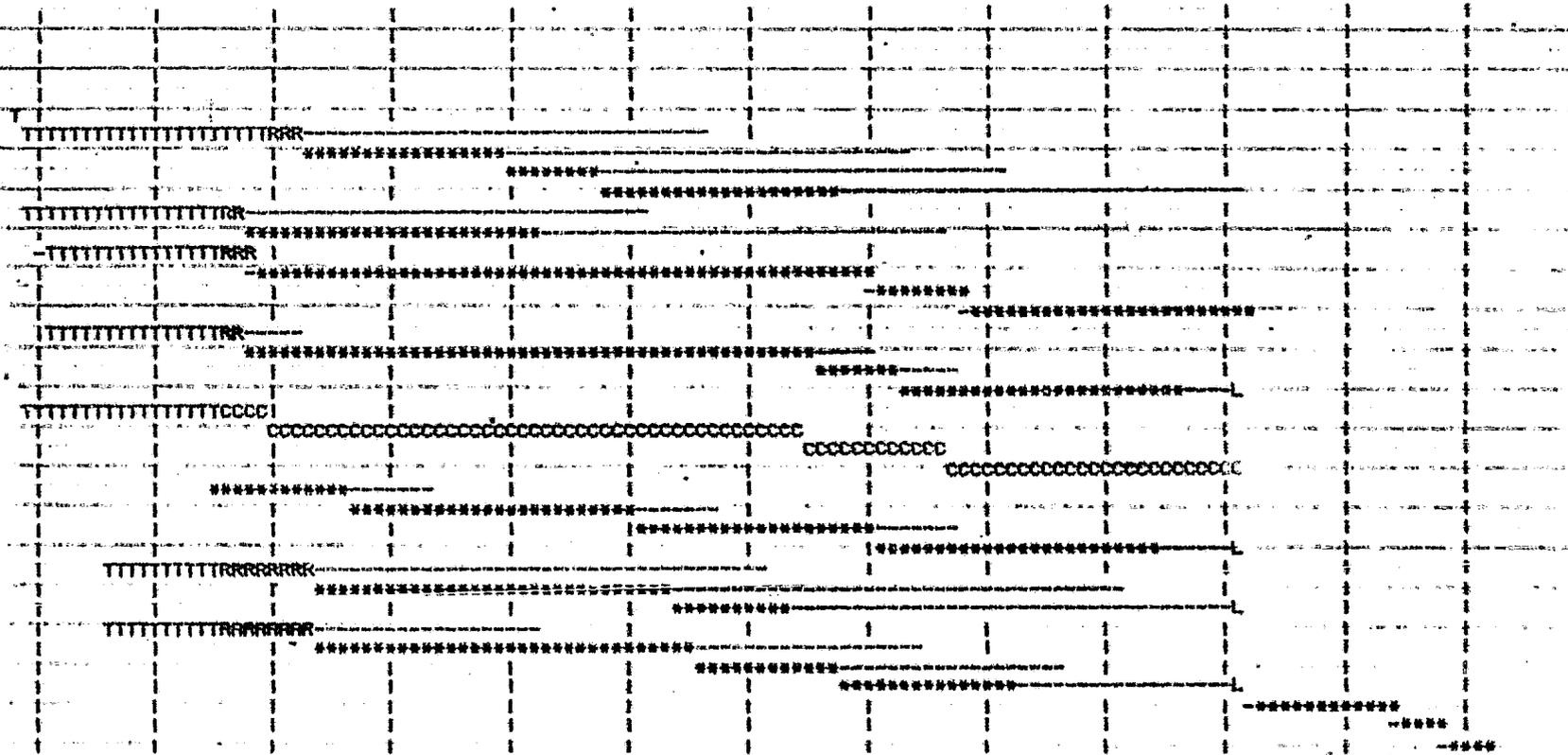


INFORME DIAGRAMA DE BARRAS - SEMANAL

PTACONC PROGRAMA DE EJECUCION DE LA PLANTA CONCENTRADORA

Viernes 26 de Noviembre de 1982 16:03:12

\*\*\*\*\*  
 17MAY82 26JUL82 04OCT82 13DIC82 21FEB83 02MAY83 11JUL83 19SEP83 28NOV83 06FEB84 14ABR84 25JUN84 03SEP84  
 BR82 21JUN82 30AGO82 08NOV82 17ENE83 28MAR83 06JUN83 15AUG83 24OCT83 02ENE84 12MAR84 21MAY84 30JUL84 08O  
 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21  
 8901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567890123456789012345678901234567  
 \*\*\*\*\*









SICARTSA II ETAPA

\*\* SISTEMA DE PLANEACION \*\*

----- INFORME ACTIVIDADES ABREGADAS (PTACONC. HMO) HOJA 1

PTACONC PROGRAMA DE EJECUCION DE LA PLANTA CONCENTRADORA

Jueves 25 de Noviembre de 1982 17:53:50

*****												
NODO	N	NODO	DESCRIPCION	INICIO	SEM	TERMINA	SEM	INICIO	SEM	TERMINA	SEM	HOLD
INIC	L	TERM	ACTIVIDAD AGREGADA	TEMPRAN	NO.	TEMPRAN	NO.	TARDIO	NO.	TARDIA	NO.	TOT.
*****												
BC005	4	BC005	P. CONCENT. LICITACION	29 JUN 81	44	09 MAY 82	86	29 JUN 81	44	09 MAY 82	86	0
BC040	4	BC060	P. CONCENT. ESTRUCTURA	10 MAY 82	89	02 OCT 83	161	10 MAY 82	89	11 MAR 84	184	0
BC065	4	BC075	P. CONCENT. OBRA CIVIL	10 MAY 82	89	09 ENO 83	123	10 MAY 82	89	18 SEP 83	159	0
BC080	4	BC195	P. CONCENT. MOLINOS DE BOLAS	24 MAY 82	91	11 MAR 84	184	24 MAY 82	91	11 MAR 84	184	0
BC100	4	BC195	P. CONCENT. CELDAS DE FLOTACION	24 MAY 82	91	11 MAR 84	184	24 MAY 82	91	11 MAR 84	184	0
BC120	4	BC195	P. CONCENT. MOLINOS SEMIALTOSIBIOS	10 MAY 82	89	11 MAR 84	184	10 MAY 82	89	11 MAR 84	184	0
BC140	4	BC195	P. CONCENT. TUBERIAS	10 MAY 82	89	11 MAR 84	184	30 MAR 82	105	11 MAR 84	184	0
BC160	4	BC200	P. CONCENT. EQUIPO ELECTRICO	28 JUN 82	96	03 JUN 84	196	28 JUN 82	96	03 JUN 84	196	0
BC175	4	BC195	P. CONCENT. TRANSPORTADORES	28 JUN 82	96	11 MAR 84	184	28 JUN 82	96	11 MAR 84	184	0
BC200	4	BC210	P. CONCENT. PRUEBAS Y ARRANQUE	04 JUN 84	197	29 JUL 84	204	04 JUN 84	197	29 JUL 84	204	0

\*\*\*\*\*