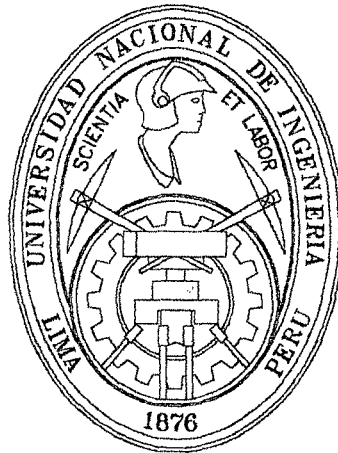


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL



PLANEAMIENTO, PROGRAMACIÓN Y LA OPTIMIZACIÓN
DE RECURSOS EN LA CONSTRUCCIÓN DE PAVIMENTOS
URBANOS

TESIS

Para optar el Título Profesional de :
INGENIERO CIVIL

LUIS ALBERTO VALERIO ROSAS

Digitalizado por:

Consortio Digital del
Conocimiento MebLatam,
Hemisferio y Dalse

Lima - Perú
2001

DEDICO CON CARIÑO ESTE MODESTO TRABAJO A

LA MEMORIA DE MIS PADRES : Rosa y Rosendo, quienes con su apoyo y esfuerzo desplegado, debo el haber culminado mi carrera profesional.

MI ESPOSA : Nora, por su amor, comprensión y aliento mostrado en todo momento.

MI HIJO : Luis Alonso, que con su llegada a este mundo me ha impulsado aún más para la culminación de el trabajo.

MIS HERMANOS : Rosa, Carmen, Pilar, Leo, Mary, Raúl, Magda, por su inmenso sacrificio y quienes en todo momento me apoyaron para ver cristalizada la meta que alcanzo.

MIS SOBRINOS : Alex, Karina, Greysi.

INDICE

	PAG
CAPITULO I: INTRODUCCION.....	
1.1. Generalidades.....	3
1.2. Características del Proyecto.....	5
CAPITULO II: ORGANIZACION DE LA OBRA.....	8
2.1. Consideraciones Generales.....	8
2.2. Estructura de la Empresa Constructora.....	9
2.3. Organización de la obra, sus elementos y funciones	11
2.4. Organigramas.....	15
2.5. Niveles de decisión en la obra.....	16
CAPITULO III: PLANEAMIENTO.....	19
3.1. Estudio Premilinar.....	19
3.2. Programa Maestro.....	20
3.3. Programa Sectorial.....	21
3.4. Diagrama de Gantt.....	22
3.5. Método de Control y sus reportes.....	27
CAPITULO IV: ESTIMACION DE LOS RECURSOS.....	39
4.1. Previsión de Obras.....	39
4.2. Estimación de los recursos: Mano de obra, materiales, equipo, sub contratos, gastos generales.....	40
4.3. Costo de los Equipos.....	48
CAPITULO V: METODO DE LA RUTA CRITICA Y LA OPTIMIZACION DE LOS RECURSOS.....	50
5.1. Actividades Críticas.....	52

5.2. La Optimización de los Recursos.....	53
5.2.1. Sistematización de los trabajos.....	62
5.2.2. Determinación de los Tiempos Muertos y Racionalización de los Trabajos.....	63
CAPÍTULO VI: MÉTODO DE LA CONSTRUCCION EN CADENA.....	67
6.1. Introducción.....	67
6.20 Planeamiento de la obra.....	69
6.30 Organización de la construcción.....	94
6.40 Estimación Preliminar de la duración de las cadenas	100
6.50 Alternativas constructivas.....	102
6.60 Ritmos de Producción.....	103
6.70 Normal Tecnología.....	105
6.80 Cálculo de los tiempos por unidad de producción...	108
CAPITULO VII: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	151
BIBLIOGRAFÍA	156

ANEXOS

GENERALIDADES

El estudio del proyecto de tesis: **"PLANEAMIENTO, PROGRAMACION Y LA OPTIMIZACION DE RECURSOS EN LA CONSTRUCCION DE PAVIMENTO URBANOS"**, tiene como propósito poner en práctica los conocimientos teóricos - prácticos adquiridos a través de nuestra formación como futuros profesionales, contribuyendo de esta manera al desarrollo del Distrito de Nuevo Chimbote y al mismo tiempo poner a disposición de los estudiantes de Ingeniería Civil, profesionales y otros interesados, los alcances necesarios para futuros proyectos en lo que se refiere a Programación de Obras. Se pretende contribuir a resaltar la necesidad de afrontar en la industria de la construcción, la ejecución de obras en forma ordenada y técnica, con un manejo ágil y práctico, siendo posible esto con un plan de acción y utilizando métodos de Control que permitan en forma oportuna conocer el estado general de la obra. La responsabilidad que conlleva a un Jefe de Obra el dirigir la construcción le obliga a conocer y emplear los sistemas de planeamientos y control que le permitan afrontar con éxito la función que le ha sido encomendada, la gran cantidad de personal y equipo que se emplea en una obra exigen del jefe de obra, el empleo de los mismos en una forma racional y productiva.

Para el Ingeniero o Constructor Civil que se dedica a materializar proyectos, en los que debe lograr objetivos básicos, tales como el obtener obras de calidad y al menor costo posible, es fundamental poseer un amplio conocimiento

y un adecuado dominio de las técnicas de programación y control.

Para desarrollar el tema de la presente tesis se ha aprovechado del proyecto de la Pavimentación de la zona en estudio el cual han sido aplicado los sistemas de planeamiento, programación y control. La importancia del sistema aplicado a la misma queda de manifiesto por los términos imperativos en cuanto a plazos y condiciones económicas, a las cuales estará sujeto, el contratista que actualmente se ha vuelto en práctica común para las contrataciones de obra.

En el capítulo 2, se trata sobre la organización de la obra, su relación con la principal, los elementos que la conforman y las funciones que deben cumplir los mismos. Por la importancia que reviste la correcta administración de la obra, se ha hecho énfasis en la presentación del mismo.

En el capítulo 3, se trata propiamente del planeamiento de la obra en todas sus etapas. Las cuales van desde el reconocimiento de los alcances de la obra y los objetivos a alcanzarse determinados en el estudio preliminar, la elaboración de un plan maestro para la obra y el desarrollo de programas sectoriales, en los cuales se analiza en detalle el desarrollo de la obra, finalmente se trata sobre el sistema de control físico y sus reportes entre los cuales el cronograma de avances y los reportes de producción.

Los capítulos siguientes abarcan temas relacionados con la estimación de los recursos y su optimización. Los trabajos de planeamiento, programación y control tienen la siguiente secuencia:

En un primer momento se desarrolla un plan general de acción y también un programa maestro, en una segunda etapa se actualiza el programa maestro definitivo, los programas sectoriales elaborados a cada 120 días, para posteriormente aplicar los sistemas de control físico.

Periódicamente se efectuarán reuniones de coordinación entre las entidades, promotora, proyectista y la empresa constructora con el objeto de examinar el desarrollo de la obra, completar el desarrollo del proyecto y priorizar los objetivos.

Se espera así contribuir en la ingeniería de la construcción y que el tema sea de interés para personas que tiene bajo su responsabilidad la construcción de obras.

1.1. CARACTERISTICAS DEL PROYECTO

El proyecto se encuentra ubicado en la parte sur de la ciudad de Chimbote, exactamente en el Distrito Nuevo Chimbote al costado de la Carrera Panamericana, abarcando los siguientes Asentamientos Humanos:

- Villa San Luis 1ra Etapa.
- Villa San Luis 2da Etapa.
- Villa de SIDERPERÚ.
- El Amauta.
- Villa Magisterial.
- 1° de Agosto
- Villa del Periodista.

El proyecto comprende el mejoramiento de la infraestructura urbana de esta zona como es la construcción de la Pavimentación de las principales calles y avenidas con sus respectivas veredas (laterales y centrales), sardineles y demás obras que comprende esta obra.

Las avenidas y calles comprometidas con este proyecto son:

- Calle N°2 A
 - Av. El Pacífico, Alcatraces, 01, 02, 03, 04, 05, 06
- Las calles y avenidas tomadas en cuenta son las más transitadas por vehículos particulares y líneas de transportes.

La longitud total que comprende el proyecto es de 5,800.72 mts. considerándose esta como una primera etapa.

Las partidas de mayor incidencia en este proyecto son las de movimiento de tierra y el de Pavimentación, en menor escala de veredas y sardineles.

El suelo se describe como arena graduada, plasticidad baja, compresibilidad media, suelo seco y el color es variable, catalogada como SP, según estudios obtenidos por la Empresa Siderúrgica del Perú - SIDERPERU.

Las vías de nuestro proyecto se encuentran dentro de las vías colectivas y calles locales, como vía colectoras porque van a llevar al tránsito hacia las

avenidas pacífico, especialmente cuando se tiene como fin el complejo de SIPESA, y como calles locales, por tratarse de Asentamientos Humanos a las cuales se servirá directamente a las propiedades.

Es evidente que el tránsito de las calles de las zonas en estudio va ser diferente para cada una de ella. Hemos considerado que las avenidas El Pacífico, alcatraces, 01, 04 y 06, y calle 2A, van a absorber casi todo el flujo vehicular cuando se trate de comunicarse Chimbote y Nuevo Chimbote (y viceversa).

Cabe mencionar que se han considerado los pintados de líneas continuas de las Avenidas Colectoras las cuales se enumeran:

- Av.: 01, 03, 04, 06 y la calle 2A.
- Av. Principales:
Av. El Pacífico y Alcatraces.

Para las demás calles locales, la Municipalidad Distrital será la encargada de la señalización correspondiente.

Se ha considerado doce postes de señalización de los cuales, cuatro son para futuras zonas escolares y ocho para zonas de velocidad máxima permitida.

Cabe señalar que al inicio de la Av. Pacífico se construirá un puente tipo losa, en el cruce con el canal de rebase de la empresa SEDACHIMBOTE.

CAPITULO II. ORGANIZACION DE LA OBRA

2.1. CONSIDERACIONES GENERALES

En el presente capítulo se tratará acerca de las empresas constructoras y sus unidades operativas, siendo estas ejecutadas de las obras, así como de sus relaciones. Las modernas empresas constructoras deben estar dotadas de organizaciones funcionales y eficientes con la finalidad de superar problemas económicos que se le presenten, por lo que debe orientarse al trabajo en equipo, sincronizando las funciones que se desempeña de tal forma de hacer de cada miembro de la organización un elemento útil. Dentro de este marco es importante la toma de conciencia de los miembros de la organización de hacer su labor realmente productiva.

Por lo anterior se concluye que las decisiones se tomarán luego de un análisis y una planificación, caso contrario se llegará a resultados menos provechosos o productivos.

Finalmente es necesario remarcar que la especialización de los servicios y la capacidad creativa del recurso humano efectiviza la descentralización de funciones, trayendo como consecuencia una descongestión de labores y una marcha versátil.

2.2. ESTRUCTURA DE LA EMPRESA CONSTRUCTORA

La estructura de la empresa constructora está necesariamente relacionada con el tamaño de la misma, la naturaleza de las actividades que realiza y el volumen de las operaciones, es importante que sea de carácter dinámico esto es para adaptarse con rapidez, el cambiante medio en que se desarrolla la industria de la construcción.

Tomando en cuenta estas consideraciones se puede agrupar a las empresas en tres grandes grupos: grandes, pequeñas y medianas, teniendo en cuenta el número de trabajadores que agrupa, se puede considerar: (*)

Grande > 1000

Mediana > 250, < 1000

Pequeña hasta 250 personas.

También existen otros criterios para clasificarlas como la capacidad de contratación, de importancia para el concurso de adjudicación de obras públicas, además de los recursos económicos y financieros y la experiencia en los diferentes tipos de obra.

Generalmente la estructura de una empresa se define en forma esquemática por medio de un organigrama donde se puede visualizar la composición de las distintas áreas que abarca la empresa, sus nexos y los órdenes jerárquicos.

(*) Manuel Sánchez "Organización y Métodos Funcionales de la Moderna empresa constructora".

Para tener éxito en la ejecución de las obras es importante el apoyo de la sede central, tanto en el nivel logístico como técnico. La relación entre la obra y la sede central es importante y abarca a todos los niveles de la organización, la ejecución de la obra implica el movimiento coordinado y efectivo de cada una de las divisiones que conforman la empresa, cada una en la función que le corresponde.

El apoyo logístico correrá a cargo de los servicios generales quien bajo los requerimientos de la obra, gestionará: compra de materiales, alquiler de equipos y vehículos, mantenimiento de equipos, todo este apoyo debe estar en el momento oportuno en la obra, previo requerimiento del Ing. Residente permitiendo de esta manera el normal desarrollo de la obra, evitando desabastecimiento de materiales y por ende retraso en la obra.

El departamento técnico estará en constante apoyo de las diferentes obras, de acuerdo a sus necesidades una de las cuales será el control de la calidad de las obras, mediante los laboratorios de concreto, mecánica de suelos, diseño de encofrados especiales o implantación de A,B sistemas constructivos alternativos tales como prefabricados, sistema importante para la ejecución de obras en corto plazo y con ahorro importante de mano de obra, situación crítica en obras a corto plazo.

2.3. ORGANIZACION DE LA OBRA

Para obtener el logro de los objetivos trazados es necesario una adecuada organización de la obra, dotando a ésta de los elemento necesarios.

Existiendo actualmente un mercado de amplia competencia, las empresas deben desempeñarse mas eficientemente ante situaciones que muchas veces representan un reto en el tiempo y en técnica.

La obra está encabezada por el jefe de obra, responsable del desarrollo de la misma. Bajo esta dirección actuaran en forma organizada los servicios administrativos, almacenes, caja, contabilidad, planillas, los servicios generales que brindarán apoyo logístico para un mejor desarrollo de la obra la oficina técnica con el apoyo de uno o más ingenieros de los cuales tendrán entre sus funciones la programación y control de los trabajos, el control de costos, las valorizaciones, la administración de los laboratorios para el control de calidad de la obra y la dirección del personal de apoyo, maestros de obra, topógrafos, etc.

JEFE DE OBRA

Actúa bajo la dependencia directa de la gerencia del departamento respectivo para la supervisión de la obra desde la sede central.

El jefe de obra asume la autoridad y responsabilidad en la dirección de la obra que le a sido asignada.

La función del jefe de obra comprende:

- Formulación del planeamiento de la obra y la programación de la misma.
- Mantener la disciplina y organización de la obra manteniendo alta la moral del personal a su cargo y promoviendo reuniones que ayuden a crear un clima de armonía en la conducta del personal.
- Vigilar la correcta ejecución de la obra de acuerdo a las normas técnicas y especificaciones.
- Disponer y negociar la sub contratación de partes de obra en arreglo a las normas de la organización y funcionamiento establecidas por la dirección de la empresa.
- Disponer la contratación y liquidación del personal obrero de acuerdo al programa de obra, estableciendo los incentivos que contribuyen al mejor desempeño del personal como tareas, incentivos, etc.
- Brindará seguridad al personal dentro de la obra proporcionando elementos de seguridad para reducir al máximo los riesgos de accidentes. Así como la seguridad de la obra misma.
- Interviene activamente en el control del resultado económico de la obra diseñando los procesos de ejecución para minimizar costo en ejecución, seleccionando los equipos más adecuados y de menor costo, así como la vigilancia de los plazos a fin de evitar el incremento de los costo indirectos.

- Supervisa las actividades administrativas visando planillas, facturas, movimiento de almacén, control de sub contratos, etc.
- Formula las valorizaciones de la obra ejecutada mensualmente, preocupándose de que esta se logre con la certificación respectiva del propietario o la supervisión delegada, dentro de los primeros días útiles del mes a fin de reducir al mínimo el tiempo de cobranzas, en previsión de los altos costos financieros.
- Preverá en forma oportuna el suministro de materiales en la cantidad necesaria y oportuna el suministro de materiales en la cantidad necesaria y oportuna de acuerdo al momento de utilización.
- Ejecutará la liquidación de la obra, formulando la declaratoria de fábrica una vez ejecutada la entrega de la obra, encargándose de recuperar el fondo de garantía.

ASISTENTES

De acuerdo a la magnitud de la obra puede haber el concurso de uno o más ingenieros en apoyo al jefe de obra, básicamente este personal tendrá las siguientes funciones:

- Control de la obra en arreglo al programa haciendo las reformulaciones necesarias de acuerdo al desarrollo de las misma.
- Sirven de nexo entre la jefatura y el maestro de obra, topógrafos prestando apoyo en la dirección de la obra resolviendo en el campo los aspectos de carácter técnico que se presenten.
- Contribuyen a formular las valorizaciones mensuales.
- Llevan el control de costos de la obra mensualmente, permitiendo en forma oportuna hacer las revisiones necesarias a fin de conseguir resultados óptimos en la gestión de la obra.

ADMINISTRADOR

Es un elemento importante de apoyo al jefe de obra, sus funciones principales pueden reunirse en lo siguiente:

- Aperturará el libro de planillas ante las autoridades pertinentes haciendo las respectivas liquidaciones cuando la obra concluya.
- Administrará la caja.
- Supervisará el control contable de la obra en concordancia con la contabilidad de la sede central.

MAESTROS DE OBRA

Tienen el mando directo sobre el personal obrero, dirigiéndose los trabajos de acuerdo a la programación en coordinación con los asistentes o el jefe de obra.

Deben poseer los conocimientos técnicos necesarios para las funciones que desempeñan de dirección, replanteo, lectura de planos, buen uso de los equipos, conocimiento y dosificación de los materiales, conocimiento de los rendimientos y calidad de la mano de obra, vigilando el progreso del personal para proponer su promoción, normas de seguridad e higiene en la obra, administran la correcta utilización de los materiales, autorizando vales de pedido al almacén, controlarán el ingreso de los materiales a la obra visando las guías, para un control más efectivo de su ingreso.

2.4. ORGANIGRAMAS

Los organigramas son la representación gráfica de la organización de las obras, así como de las empresas. Su complejidad debe estar ligada directamente a la magnitud de la empresa, contribuyendo a una visualización objetiva de las funciones de sus elementos.

Es sabido que para llevar a cabo una obra no sólo basta disponer de los recursos, sino que es necesario además de una organización que los ponga en acción, tras el cumplimiento de ciertos objetivos. Para tal

efecto se establece una estructura orgánica que gráficamente se representa a través de organigramas.

Existen varios tipos de organigramas, dependiendo de la organización a la cual responden, pero respecto del desglose en actividades, el que mayor semejanza gráfica tiene es el correspondiente al de estructura piramidal típica.

Debe tenerse en cuenta que en un proyecto, tanto el organigrama como el desglose en actividades están presentes, sirviendo a objetivos diferentes, pero constituyendo parte de las herramientas de dirección.

2.5. NIVELES DE DECISION EN LA OBRA

Uno de los aspectos importantes del planeamiento es dotar a la obra de una buena organización tanto en el cuadro directivo como en el de ejecución, los canales de comunicación entre los cuadros deben ser ágiles y permanentes, ella permitirá una acción coordinada y efectiva gestión de obra.

Se ha mencionado las funciones de los elementos que componen el cuadro directivo, pero es necesario ampliar a los niveles más profundos en el organigrama de la obra, la discusión acerca de las funciones de aquellos tienen responsabilidad de decisión.

De acuerdo a la dimensión de la obra y a las características de la misma podrá haber el concurso de uno o más maestros de obra, siempre bajo la dirección de un maestro general y tendrá a su cargo la dirección directa de una parte de la obra, este maestro poseerá la experiencia necesaria para coordinar efectivamente todas las partes de la obra, para nuestro caso se está

considerando a dos maestros de obras para la obra de pavimentación y de obras de concreto, uno de estos dos será el maestro general de la obra.

Bajo la dirección de los maestros se encuentran los supervisores de campo que pueden ser generalmente, parte del staff de personal empleado de la empresa, los supervisores de campo asumen el control y responsabilidad de una determinada fase del trabajo, ejemplo para una obra de pavimentación podrán haber supervisores de: Movimiento de tierras, pavimento, concreto en veredas y sardineles. Cada uno de ellos coordinan directamente con el maestro de obra, tienen la potestad de proponer tareas al personal de su dirección, en coordinación con el cuadro directivo ya que por su experiencia conocen de los rendimientos de la mano de obra.

El objetivo principal debe consistir en el uso racional de la mano de obra, evitando las labores superfluas e improductivas.

En el último escalón del cuadro de ejecución se encuentran los jefes de grupos, quienes tienen a su cargo directo la conducción de un grupo de obreros (operarios, oficiales y ayudantes), para que la labor de este personal sea beneficiosa para la empresa hay que tener cuidado con el número de operarios o ayudantes, ya que un número excesivo hará que el jefe de grupo no pueda controlar eficientemente, aparte de supervisar el control de calidad del trabajo, también de hacer los partes de producción. Se estima un número

de hasta 18 obreros para garantizar la rentabilidad de la mano de obra.

Si bien es cierto que los jefes de grupo no siempre producen en unidades de obra su jornal queda plenamente justificada por el control de la productividad del personal que controlan, a veces también realizan las mismas labores que los obreros de sus cuadrillas, por lo que provienen de los mismos niveles operatorios, deben poseer dotes de mando para mantener la disciplina laboral.

CAPÍTULO III. PLANEAMIENTO

El planeamiento físico de una obra tiene varias fases las cuales se trataran en este capítulo, el éxito del desarrollo del programa tiene su sustento en la planificación original, debe ser bien estructurado con los objetivos claramente definidos.

El planeamiento de un proyecto de construcción, es una tarea muy compleja, cuando esto se hace sobre un tablero de trabajo; por ello una vez adjudicada la obra deberá darse a la fase de planificación su debido tiempo y su debido costo (el cual debe incluirse en los presupuestos base). De ninguna manera deberán iniciarse los trabajos, físicamente, si es que no se han definido perfectamente las metas, objetivos, sub contratos, equipo, recursos, etc.

Cuando no se han definido ciertas acciones, durante la fase de construcción, se tomarán decisiones improvisadas que indudablemente elevan innecesariamente los costos de la obra.

3.1. ESTUDIO PRELIMINAR

Es la primera etapa del planeamiento, en el cual se fijan las metas del proyecto y se determina las directrices que deben seguirse.

Los plazos a seguirse en las licitaciones, que a menudo son a corto plazo juegan un papel decisivo en la función del planeamiento y en particular en la etapa inicial, donde deberá buscarse distribuir los recursos de la empresa para la ejecución de la obra,

es posible un mayor costo aunque dentro de términos razonables.

3.2. PROGRAMA MAESTRO

Es la segunda tapa del planeamiento, en el cual se desarrollan las directrices emanadas del estudio preliminar, en esta etapa se definen los niveles del proyecto y su desmenbramiento como puede ser: obras de edificación, habilitación urbana, pavimentos urbanos, instalaciones especiales (equipamiento, electromecánico) cada posición de la obra es susceptible de sectorización con objeto de dar mayor claridad a la programación como puede ser el caso de edificios en las obras de edificación, o de cuadras en el caso de pavimentación de urbanizaciones.

En esta etapa se desarrollan las actividades globales que comprenden la obra.

El programa maestro es más bien un medio de información acerca del proyecto, razón por la cual de su observación debe ser posible obtener una idea general pero precisa de lo que está contenido en él y su estado.

El programa maestro tiene una serie de características que lo distinguen, tales como:

- a. Es fundamentalmente un medio de información de gran utilidad para los directivos o niveles superiores de una organización.
- b. Contiene todas las actividades principales que caracterizan una obra o proyecto.
- c. Contiene la información relativa al control.

- d. Normalmente se realiza al inicio de un proyecto y se presenta a través de un diagrama de barras o carta Gantt.
- e. Es un programa general y la información que provee tiene un nivel de precisión relativo, ya que usa generalmente un nivel primario de información en su preparación, tal como Ingeniería Básica o anteproyectos.

3.3. PROGRAMAS SECTORIALES

Es la tercera etapa del planeamiento y está formado por los programas detallados de cada sector de la obra. En este nivel se analizan las actividades en forma discriminada, se determinan las relaciones esenciales entre ellas, ordenándose de acuerdo a la secuencia lógica que requiere el desarrollo de los trabajos, cada actividad tienen un evento que le señala su posible inicio así como a la vez la conclusión de la actividad precedente.

Los programas sectoriales serán representados por medio de un diagrama de flechas, en el cual se muestra la secuencia de las actividades y sus interrelaciones, las líneas orientadas representan las actividades, los eventos están señaladas por los nudos.

El método de la ruta crítica relaciona además de las secuencias e interrelaciones de las actividades en el tiempo, factor de extrema importancia en la ejecución de la obra.

El sistema adoptado requiere los siguientes pasos:

- Desmembramiento del proyecto en las actividades elementales que el grado de control lo requieran.
- Ordenamiento de las actividades en una lista.
- Definición de las restricciones.
- Trazo del diagrama de flechas.
- Asignación de los tiempos de duración a cada actividad de la red.

Por lo tanto, el programa maestro debe existir en toda obra, ya que tal como se ha dicho es el medio de información global y actualizado de lo que sucede en un proyecto. Dependiendo de la magnitud de la obra, habrá ocasiones en que el programa sectorial puede refundirse con el programa maestro, tal como sucede en una obra pequeña, pero a medida que ésta crece en complejidad, irán apareciendo los diferentes programas sectoriales que se requieran, que deberán realizarse en concordancia con el programa maestro.

3.4. DIAGRAMA DE GANTT

Es el que se conoce más ampliamente y difundido en todos los niveles de una organización.

Actualmente y a medida que los proyectos han requerido mayor eficiencia en su desarrollo, los diagramas Gantt han sido reemplazado en ciertas aplicaciones por nuevos diagramas; como es el caso del

Método de construcción en cadena donde se incluye otro factor como es el espacio. Sin embargo se ha mantenido para ciertas aplicaciones o se han encontrado otras, que la mantiene plenamente vigente como herramienta de programación.

3.4.1. ELEMENTOS CONSTITUYENTES

El diagrama o carta de Gantt se asemeja a una matriz, que contiene en columnas la información relativa a las actividades, y en filas un cronograma normalmente presentado en fechas calendario. Además se anota la presencia de una actividad en el tiempo, mediante un sistema de barras.

En lo que se respecta a las actividades, se enlistan todas aquellas que forman parte del proyecto, utilizando la mejor descripción literal posible que ocupe en el espacio.

En el espacio reservado a los atributos de las actividades, se consigna toda información complementaria, que permita hacer de la carta Gantt con buen medio de información, lo cual permite que no sólo sea un método de programación, sino que además un medio de información. En este espacio se podrá colocar por ejemplo, los códigos de identificación, cantidades de obra, información relativa al control del proyecto, etc.

El calendario corresponde a la subdivisión del tiempo dentro del cual se desarrollará el proyecto, su exactitud dependerá de la finalidad que tenga el programa en carta. En general las unidades de tiempo

son las semanas, meses, años y en casos especiales días.

La barra es el elemento que permite representar la presencia de la actividad en programa, como es lo proyectado y ejecutado, respecto de una fecha determinada.

La carta Gantt tiene gran aplicación en la confección de los programas maestros, ya que permite mantener en ella prácticamente todos los elementos que estos requieren.

3.4.2. CÁLCULO DE FECHAS.

Los programas, entregan fundamentalmente fechas de inicio o término de las actividades. Para que esto sea posible es necesario conocer la duración.

Asociada a cada actividad y esta se obtiene a partir de las cantidades de obra por realizar y los rendimientos del recursos que producirá la obra correspondiente.

En cuanto a la carta Gantt, la duración se representa por medio de una barra, que indica la presencia de ella en el tiempo, y se ubica según la relación que existe entre la actividad en particular y sus respectivos antecedentes y siguientes.

Una vez así ubicada la barra, se fija su posición haciendo coincidir su extremo izquierdo con la fecha de inicio y el extremo derecho con la fecha de término de la actividad, en concordancia con el cronograma o calendario que se haya definido.

El diagrama de barras presenta algunas dificultades para la asignación de fechas de inicio y término de las actividades, debido básicamente a la subdivisión del calendario que usa.

3.4.3. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL METODO

Ningún método de programación es capaz por sí sólo de satisfacer todas las necesidades de programación de un proyecto, razón por la cual se usan conjuntamente varios, de tal forma que complementándose permitan resolver íntegramente las necesidades de programación.

Sin embargo, este método tiene característica que lo hacen más conveniente para ciertas aplicaciones que otros, destacando las siguientes:

- a) Es un sistema de programación ampliamente conocido y difundido, de gran versatilidad y fácil comprensión para todos los niveles de una organización.
- b) Excelente medio para mantener información global acerca de un proyecto, tal como los atributos de actividades e información global acerca de un proyecto, tal como los atributos de actividades e información sobre control.
- c) Permite llevar las curvas de control, avance físico y de costos. Las principales desventajas que presenta carta Gantt son:

- 1) Manejo de un limitado número de actividades, el que no debe superar los 40, ya que un número superior le resta eficiencia al programa, pudiendo llegar a hacerlo inútil. El número de actividades aconsejable es de 20 a 25.
- 2) No muestra claramente la relación entre actividades, situación que en parte puede superarse tomando algunas medidas tales como agrupar las actividades de tal manera que se pueda graficar la relación.
- 3) No muestra convenientemente la trayectoria crítica de un programa. Esta situación queda superada cuando la carta Gantt es el programa maestro, ya que en tal caso prácticamente todas las actividades pertenecen a la trayectoria crítica.
- 4) Es difícil en la carta Gantt realizar reprogramaciones; como también el fijar fechas exactas para el inicio y término de actividades.
- 5) El método de diagrama de barras no presenta facilidades para realizar los cálculos mediante procesos computacionales.

No obstante las limitaciones que la carta Gantt presenta, tiene una gran utilidad en la preparación de programas maestros, como también para la presentación de programas específicos o tareas de corto plazo, que

requieren los niveles interiores de una organización, como el caso de supervisor y capataces.

3.5. METODOS DE CONTROL Y SUS REPORTES

Para dar inicio a un proyecto y lograr un adecuado manejo de él es necesario preparar un programa de actividades que permita conducir y dirigir las distintas acciones, que logren materializarlo.

Los programas de proyectos como herramientas de dirección son fundamentales y por tal razón al inicio de éstos se invierte gran cantidad de horas profesionales en su preparación.

Pero para que los programas tengan real validez como herramienta de dirección se debe hacer un seguimiento durante su comportamiento en el tiempo.

El objetivo básico de un sistema de control es proporcionar información cuantitativa acerca del comportamiento de un programa, en relación a los acontecimientos reales que suceden en un proyecto y respecto de los cuales se hizo el programa. Es importante recordar que un programa es una estimación del desarrollo futuro de un proyecto, ejecutado antes de su inicio y se califica como bueno o malo, en la medida que se ajuste o refleje con fidelidad los acontecimientos reales que se presente en relación a un proyecto específico.

3.5.1. CONTROL EN LAS EMPRESAS Y ORGANIZACIONES

Un sistema de control en su parte operativa implica el registro periódico y permanece de los acontecimientos reales y de comportamiento de las diversas variables y factores que intervienen en un proyecto, los cuales cada cierto tiempo se comparan con los programado, de donde surge la información de control propiamente dicha.

Un registro permanece de datos, debidamente organizado y manteniendo, fuera de su utilidad para el control, constituye una fuente de información de gran valor, a partir de la cual es posible obtener datos de variada índole, los cuales permiten mejorar o reforzar las estimaciones futuras que haya que hacer, para obras o proyectos de igual naturaleza a aquellos que dieron origen a dicha información.

Esta situación que se presenta durante el control de un proyecto es abordada de diferentes maneras por las empresas, habiendo aquellas que sólo utilizan la información en tanto les sirve para el control y otras que aprovechen esta situación para incorporar estos registros de manera organizada, al patrimonio técnico de la empresa.

Lo anterior constituye una característica distintiva entre empresas, que permite diferenciarlas y calificarlas, cuando se trata de comparar ofertas por trabajos o simplemente seleccionar a participantes en una licitación. En efecto, cuando se trata de grandes proyectos, el abordarlos involucra riesgos importantes tanto para los inversionistas como para quien los ejecuta, ya que la mayoría de veces todas

las variables y factores que intervienen no son totalmente conocidos, lográndose tal conocimiento sólo cuando el proyecto se encuentra en desarrollo. El conocimiento, será más confiable quien exhiba una mayor experiencia e idoneidad en el quehacer específico, lo que no sólo se reflejará en su capacidad económica, plantel profesional o equipo de maquinarias, sino a través de la experiencia técnica, organización y planificación del proyecto, todos los elementos que se fundamentan en el registro de experiencias anteriores.

Esto se explica porque en general las estimaciones que se hagan sobre el comportamiento de ciertas variables, la manera de enfrentar situaciones no consideradas y la proyección de acontecimientos futuros serán mejores en tanto se hagan sobre la base de antecedentes ciertos y ajustados a la realidad y experiencia de la propia empresa.

Naturalmente que existen otras alternativas, como es el de contar con antecedentes generales y experiencias ajenas, todo lo cual será menos seguro. Por lo tanto, el sistema de control se contribuye en una herramienta útil para obtener información que permita aumentar el patrimonio técnico de empresas y organizaciones.

3.5.2. EL CONTROL EN LA TOMA DE DECISIONES

Cuando se ejecuta un programa para cumplir con objetivos predeterminados, conlleva una serie de decisiones y supuestos tales como: Niveles de

recursos, métodos de trabajo, tecnología, etc.; las cuales han sido hechas tratando en todo momento de lograr el cumplimiento de los objetivos en base al programa propuesto. Por lo tanto, cuando el control arroja discrepancias entre lo real y programado, en realidad lo que está sucediendo es que aquellos niveles de recursos, tecnologías y otros, no se han comportado de acuerdo a lo esperado. De ahí entonces que un sistema de control no sólo debe apuntar a establecer las diferencias últimas entre lo programado y real para un proyecto o parte de él, sino que debe proveer los mecanismos tales que, a partir de esas diferencias, sea posible conocer para cada uno de los factores que intervienen en la determinación de dichas diferencias su propio comportamiento; de tal forma que por intermedio de estos factores se adoptan las medidas correctivas que permitan mediante las acciones futuras ajustarse a los programas.

3.5.3. REQUISITOS DEL SISTEMA DE CONTROL

El control de proyectos es una herramienta de dirección y como tal es parte de la administración de él; por lo tanto, no es una actividad productiva propiamente tal, sino que de apoyo y asesoría a la producción.

En consecuencia el control de proyectos no es un fin en si mismo, sino que una herramienta de apoyo y asesoría a la producción y, por lo tanto, el sistema de control desde ese punto de vista debe cumplir con los siguientes requisitos:

- a) Ser un sistema que implique el mínimo costo, sin deterioro de los objetivos del control, y
- b) No debe constituir un impedimento para el expedito desarrollo de la producción.

Además, un sistema de control produce y procesa información, la cual por la importancia que reviste para la conveniente marcha de un proyecto, debe cumplir con condiciones mínimas que en la práctica regulan el trabajo que se debe desarrollar. Por lo tanto:

1. La información debe ser veraz, es decir debe ser fiel y representativa de lo que efectivamente esta sucediendo.
2. Debe ser precisa, es decir, debe entregar con nitidez aquellos aspectos o elementos que sean relevantes determinantes para la marcha de un proyecto.
3. Debe ser oportuna. Esta característica es muy importante, ya que de la disposición oportuna de la información, dependerá las decisiones que se tomen para la marcha futura de los proyectos.

3.5.4. PERIODICIDAD DEL CONTROL

El control es una actividad que se realiza permanentemente durante el desarrollo de la obra, existiendo periodicidad que compatibilizan mejor los objetivos del control.

Si se quiere lograr un equilibrio entre los costos que se encuentran involucrados en cada control y el logro de un eficaz medio para la dirección de proyecto, necesariamente está ligado con la duración del proyecto.

Dicha periodicidad debe ser definida para cada proyecto en particular, evaluando todos los factores que intervienen, sean éstos técnicos, de costo o contractuales. Sin embargo, en términos generales se recomienda la siguiente tabla:

DURACION DEL PROYECTO	PERIODICIDAD DEL CONTROL
Menos de 3 meses	Semanal
3 meses - 1 año	Quincenal
Mayor de un año	Mensual

REVISION DEL PROYECTO DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

Con el CPM es factible ajustar periódicamente el desarrollo de la obra hasta conseguir finalmente la meta propuesta, revisando la red, actualizando las previsiones iniciales de la obra en concordancia a los resultados que a la vista se viene obteniendo.

Es posible que algunas actividades que no han sido consideradas como críticas consumen sus holguras, comprometiendo el plazo de ejecución de la obra, se tornarán en actividades críticas cambiando la ruta.

Esto puede deberse a múltiples razones entre las cuales:

1. Demora por parte de los proyectistas en la entrega de información (planos, especificaciones técnicas, compatibilidad de proyectos).
2. Condiciones locales, como ocupación del terreno sobre el cual se ejecutan las obras, por instalaciones no desalojadas.
3. Condiciones climatológicas y/o geologías.
4. Demora en el suministro de equipo y materiales.
5. Carencia de mano de obra especializada.

Por lo anterior es conveniente controlar no solo las actividades que están consideradas como críticas, sino que también será provechoso hacer el seguimiento a las demás actividades.

REVISION DE LA RED DURANTE LA CONSTRUCCION

La información para el control del proyecto, se realiza a nivel de las actividades en el lugar de la obra, se recopila de los informes el estado de las actividades, considerándose las de importancia que están en desarrollo. Una forma de hacerlo es como es muestra en la figura N°3.1. La información se transcribe al diagrama de flechas donde quedan registrados todos los eventos y de esta manera se logra un registro completo del desarrollo de los trabajos.

Se pueden marcar las actividades ya terminadas para visualizar de forma objetiva el desarrollo de los trabajos así como se van anotando las fechas reales de ocurrencia de los eventos sobre las fechas programadas de terminación más pronta y más tardía.

El siguiente paso consiste en calcular los nuevos tiempos de terminación esperados de todas las actividades en desarrollo.

Si de esto resulta que existen algunas actividades en retraso se calculan las terminaciones más próximas y más tardías de todos los eventos futuros, de esta forma se determina el tiempo de terminación del proyecto, estimado y la nueva ruta crítica. Si el nuevo plazo no puede ser aceptado habrá que actuar para corregir el avance de la obra. Hay veces es suficiente una redistribución y reajuste de los recursos de mano de obra y equipos que se están utilizando, garantizando la recuperación del tiempo perdido y culminar la obra en la fecha propuesta. Es posible también adoptar un segundo camino, el cual es introducir nuevos métodos y lo equipos de construcción, esto supone un cambio en el costo de ejecución, lo que mas viable económicamente.

ACTIVIDAD	ESTADO DE LA ACTIVIDAD	DESVIOS		MOTIVO/ PENDENCIA	INFLUENCIAS DIRECTAS EN EL PROGRAMA	PROVIDENCIAS A TOMAR	OBSERVACIONES
		%	DIAS				
COMENTARIOS GENERALES							
SECTOR		PROGRAMA DE REFERENCIA				PAVIMENTACION URBANA	
		FECHA DE ELABORACION					
		CUADRO DE ANALISIS					

Fig. N° 3.1

CURVAS DE CONTROL

Aparte al control detallado de la obra, es útil contar con reportes más flexibles y limitados, para vigilar el curso de la obra en forma general. Dependiendo del tipo de obra se tomará en cuenta una o más de las actividades más importantes de la obra, contemplando la incidencia que ellas tienen en el desarrollo de la obra.

El punto de partida son los diagramas de barras (Gantt), tomándose en cuenta las obras determinantes o de mayor incidencia en cuanto al volumen de obra.

Las curvas de avance permiten seguir el desarrollo de la obra en una visión global y objetiva relacionando el tiempo y los volúmenes de obra, de tal forma de poder determinar los adelantos o retrasos de la obra con respecto a las previsiones originales en forma cuantitativa.

Es posible determinar un patrón de comparación entre lo que debería ser el proyecto según lo programado y lo que va resultando a medida que éste se desarrolla.

Ambas situaciones se pueden representar a través de curvas que corresponde al nombre de curva programado cuando ésta se construye sobre la base del programa preparado al inicio del proyecto y curva real cuando refleja los acontecimiento efectivamente acaecidos durante la materialización del proyecto.

CURVAS DE AVANCE FISICO

Las curvas de avance físico representan la cantidad de obra física ejecutada o por ejecutar en diferentes momentos durante el desarrollo de una obra, ya sea que se trate de lo programado o de lo realmente ejecutado.

Si en la curva de avance se colocan todas las partidas que conforman la obra, como resultado se obtendrá una curva del estado general de avance de la misma, para hacerlo efectivo el diagrama deberá procesarse en base a unidades de venta, con lo que el 100% de avance constituye el valor del presupuesto contratado.

En el gráfico se escriben en una columna los capítulos de obra que han de ser objeto del sistema de control, se señala el volumen de obra de las partidas consideradas expresándolos en unidades de medición compatibles, si es pavimento la medición se hará por m² de pavimento.

En barras horizontales se señalan las cantidades de avance en los períodos de control que se escojan semanal, quincenal, mensual, señalándose el inicio y el fin.

En los mismos períodos en la etapa de control deberán colocarse en la parte inferior de la barra la cantidad realmente ejecutada con lo que se hará la comparación entre lo programado y lo realmente ejecutado. Los avances se señalan en forma acumulativa.

Cada partida representa un porcentaje ponderado del total de obra que se está controlando el cual también está específicamente señalado.

Sumando todos los productos del porcentaje de avance de la partida o barra con su porcentaje ponderado con respecto al total, de todas las barras obtenemos el

porcentaje de avance ponderado de la obra, o de la actividad controlada en el período de control. Estos porcentajes se grafican en el diagrama ubicándolos con sus dos coordenadas; horizontales: tiempo de ejecución, vertical % de avance, la unión de todos los puntos obtenidos nos dan la curva de avance de la obra. De esta manera se obtendrá dos curvas, la de obra programada, conocida, y la curva de control con la obra realmente ejecutada.

CAPÍTULO IV ESTIMACION DE LOS RECURSOS

Una de las funciones del planeamiento es la de determinar los recursos necesarios para ejecutar la obra y el momentos en que estos son necesarios, los que serán determinados a partir del programa. Así el planeamiento se convierte en un importante instrumento para el jefe de obra.

Una correcta estimación de los recursos permite un desarrollo de obra dentro de los límites de tiempo estimado. El desabastecimiento será causa no sólo de atrasos en el programa sino de mayores costos por improductivos de mano de obra y equipos. Así mismo comprar los materiales con mucha anticipación será causa de un injustificado costo financiero, situación crítica en momentos de falta de liquidez.

En el presente capítulo se tendrá especial interés en la optimización del rendimiento económico de las maquinarias, pues son las que más participación tienen en el movimiento de tierras.

4.1 PREVISIÓN DE OBRAS

La mayor dimensión y valor que alcanza el control de obra es mediante la previsión de la misma. La previsión debe reflejar la expectativa en el resultado de la obra, y todas las acciones que se tomen deben estar encaminados a conseguir los objetivos planteados a través de la previsión, y superarlos, para ello habrá que apelar permanentemente a la búsqueda de sistemas constructivos más económicos.

La previsión debe abarcar los siguientes puntos:

1. Recursos para la obra

Materiales, mano de obra, equipos y sub contratos.

Dirección técnica, gastos generales, y obras provisionales.

Esta previsión deberá estar representada en función al costo a fin de poder llevar el control económico del desarrollo de la obra.

2. Ejecución de volúmenes de obra y fabricación:

La previsión deberá proyectarse a largo plazo proporcionando a la empresa una base real de los recursos con que puede contar y planear su estrategia financiera. En particular la previsión de facturación del mes más próximo debe ser lo más exacta posible. Esta previsión se combina con la anterior a fin de obtener el resultado económico de la obra.

3. Previsión financiera de la obra

La previsión deberá alcanzar los rubros de planillas de sueldos y jornales, pago de facturas a proveedores, pago de sub contratos, impuestos, etc. La previsión financiera es de interés en el corto y mediano plazo. Es de gran importancia para el desarrollo de los trabajos.

4.2 ESTIMACIÓN DE LOS RECURSOS

La cantidad de recursos tanto de materiales, de mano de obra, equipos, etc. necesarios para la obra se determina a partir de los metrados de la obra, el

abastecimiento de los mismos se hace de acuerdo al ritmo programado.

La estimación alcanzará a los materiales de mayor incidencia para cada rubro; carpeta asfáltica: asfalto líquido RC-250, arena gruesa, piedra chancada; Encofrado de veredas: maderas, clavos, alambre; Acero de refuerzo para sardineles: fierro corrugado, alambre, etc.

La previsión de los recursos se hará a largo plazo para que el departamento encargado de compras tenga el tiempo necesario para realizar las cotizaciones y conseguir los mejores precios y dar tiempo suficiente para que los suministros lleguen a tiempo a las obras. Se deberá tener en cuenta la distancia entre la obra y los centros de abastecimientos.

Se puede considerar que un tiempo mínimo para recepcionar los suministros en obra puede ser de tres semanas a partir de la fecha de requerimientos. Estos materiales se solicitarán en cantidad necesaria para la ejecución de toda la obra, por lo que será necesario proporcionar al departamento de compras un cronograma de suministro, de acuerdo a las necesidades de obra.

En la figura 4.2 se muestra una forma para facilitar la determinación de los recursos de materiales, la labor se facilita al máximo llenando las planillas de materiales por partidas de las mismas actividades, base granular, carpeta, acero, encofrado, etc.

OBRA:			PREVISION DE OBRA							FECHA:		HOJA		
DESCRIPCION:														
PARTIDA			MATERIALES					MANO DE OBRA		EQUIPOS				
	UND	METRADO												
	UND													
TOTAL														

Fig. N° 4.2

La mano de obra resultará de sencilla determinación a partir de los metrados de obra a ejecutar. Para el cálculo de la cantidad de mano de obra a utilizar habrá que analizar con detenimiento los rendimientos que se pueden alcanzar en las respectivas partidas.

Otra ventaja de la previsión y el control de la mano de obra, consiste en poder analizar en forma permanente la productividad de las partidas, ya que generalmente la mano de obra, constituye un recurso susceptible de incrementar en forma considerable el costo de las obras, los otros recursos serán más o menos los mismos una vez que hayan sido correctamente determinados.

Con respecto a la mano de obra, se debe usar en forma racional conformando cuadrillas de tamaño adecuado con un jefe de grupo que pueda controlar tanto el rendimiento como la calidad del grupo.

La incidencia en el costo de un jefe de grupo en el costo de la partida en ejecución pasa desapercibido por completo si se considera el riesgo de un menor rendimiento por falta de control.

EQUIPOS

Siendo el objetivo optimizar los recursos de la obra y siendo los equipos los que tienen una gran incidencia se tendrá especial cuidado para cumplir este meta. La selección de los equipos se efectuará en concordancia con los sistemas constructivos previstos para la ejecución de la obra.

Se tendrá en cuenta una serie de factores: disponibilidad de equipo perteneciente a la empresa, empleo de sistemas alternativos tales como compra de servicios, volumen de obra a ejecutar, costo operativo.

El objetivo es optimizar los rendimientos económicos de las maquinarias. Entendiéndose como rendimiento económico la relación que existe entre los costos generados por una cuadrilla (maquinarias y trabajadores), y el rendimiento producido por ésta. El estudio de obras muy mecanizadas con un mal rendimiento económico muestra que, en la mayoría de los casos, la causa principal de un costo exagerado de los trabajos reside en las paradas intempestivas en plena operación. Paradas de una o dos horas por día puede no sólo eliminar los beneficios de una obra, sino incluso convertir a la empresa en deficitaria.

Existen un elevado número de factores que afecta el rendimiento de las cuadrillas, y en este caso especial el de las maquinarias. Entre los factores tenemos:

- Naturaleza del terreno: dureza, cohesión, peso específico, consistencia.
- Topografía del terreno: llano, inclinado, accidentado.
- Distancia de transporte.
- Presencia de obstáculos.
- Habilidad del operador.
- Condiciones metereológicas.
- Estado de la máquina: buena, mediocre, mala.

- Situaciones accidentales, etc.

El personal técnico y/o profesional deberá tener experiencia para poder distinguir claramente las diferentes causas de demoras que se suceden en los ciclos de producción, por lo que debe conocer y entender perfectamente la actividad, para así poder realizar los correctivos del caso.

Entre los tipos de demora se tiene comúnmente cinco (5), en las cuales se indican a continuación algunas causas que las generan:

- 1) Medio ambiente, clima, imprevistos, circunstancias, etc.
- 2) Equipo, ajuste frecuente que necesite, baja velocidad, averías, sobrecalentamientos, ec.
- 3) Operador, conversación, cansancio, poca habilidad, bajar sin necesidad de la máquina, estado de salud deficiente, moral baja.
- 4) Material, 1/2 removido, duro (rocoso), presencia de bolonería.
- 5) Administración, abastecimiento de combustible, órdenes del capataz, pobre planeamiento de las obras, operaciones secundarias (interrupciones por cruce de vehículos), pobre planeamiento de recursos y lugares (zonas de trabajo).

Para la obra es necesario el empleo de los siguientes equipos:

Movimiento de Tierra:

- Tractor D6-140 HP
- Moto niveladora 125 HP
- Rodillo vibratorio autop 135 HP
- Rodillo neumático autop 127 HP
- Cargador frontal 200 HP
- Volquete 5 m³

Pavimento:

- Tractor D7-G
- Cargador frontal
- Motoniveladora 125 HP
- Rodillo liso vib. Autop 7-9 Ton.
- Rodillo neumático 5.5-20 Ton.
- Camión imprimador 1800 glns.
- Barredora mecánica 10-20 HP
- Tractor de tiro 63 HP
- Rodillo Tandem 8-10 Ton.
- Rodillo neumático 5.5 -20 Ton.
- Planta asfáltico en frío 65-115 Ton./h

Concreto:

- Mezcladora 11P3
- Vibrador.
- Subcontratos:

SUB - CONTRATOS .

La subcontratación de partes de la obra lo cual se define en primera instancia en la primera etapa del planeamiento es materia importante en la función del planeamiento. Se deberá tomar las siguientes precauciones al subcontratar tales como:

- Trabajos especializados que no entran dentro del giro de la empresa.
- Menor costo para la empresa bajo su propia ejecución.
- Magnitud de la obra.

En este caso se podría subcontratar la construcción de veredas y sardineles.

GASTOS GENERALES:

Están agrupados todos los costos de operación que no inciden directamente en la ejecución de las obras, pero son necesarios para el funcionamiento de las empresas, específicamente se deriva de dos fuentes:

- 1.- Las que se producen en la misma obra y son consecuencia directa de la organización de la misma y forman parte de ella, los sueldos del personal técnico administrativo, instalación y mantenimiento del campamento, premios y gratificaciones, servicios de vigilancia, limpieza de obra, taller de mantenimiento, en

suma todos aquellos gastos que no son imputables a la ejecución de la obra.

2.- Las que tienen que ver con la operación de la empresa propiamente dicha ya sea directiva, administrativa, comercial y de servicios.

4.3. COSTO DE LOS EQUIPOS:

De acuerdo a las características de las obras los equipos tendrán mayor o menor importancia en la conformación del costo de la obra, será necesario por lo tanto seleccionar cuidadosamente el equipo que mejor se adopte para la ejecución de obra, buscando al mismo tiempo menores costos de producción de la obra. Los equipos de mayor importancia que se utilizarán son para partida de movimiento de tierra y pavimento, los cuales constituyen el rubro más significativo en el costo de la obra.

El mismo que estará constituido por:

MOVIMIENTO DE TIERRAS Y PAVIMENTOS

1. Barredora mecánica 10 - 20 HP
2. Cargador Frontal 125 HP
3. Camión cisterna 2,000 gln.
4. Compactadora tipo plancha 7 HP
5. Mezcladora 7p3
6. Motoniveladora 125HP
7. Nivel topográfico
8. Pavimentadora 69HP
9. Rodillo Vibratorio liso autop. 135 HP

10. Rodillo tandem 94 HP
11. Rodillo 3 ruedas 96 HP
12. Tanque imprimador 210 HP
13. Teodolito
14. Tractor de Orugas 140 HP
15. Volquete 10 m³
16. Vibrador 1.5" 4HP

CAPÍTULO V

EL MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA Y LA OPTIMIZACIÓN DE LOS RECURSOS

El método de la trayectoria crítica aparece a mediados de los años cincuenta, básicamente permiten una completa delimitación de las fechas de inicio y término de las actividades, y de las relaciones entre ellas, lográndose de esta forma el manejo seguro de gran cantidad de actividades, la asignación de fechas, facilita para ejecutar modificaciones a los programas y determinación de la trayectoria o camino crítico.

El método se representa por medio de un modelo gráfico llamado malla de programación, en el que se designan todas las actividades que intervienen en un proyecto y sus respectivas relaciones.

Dentro de esta malla existe un grupo de actividades que constituyen la trayectoria crítica del programa, entendiéndose por tal al conjunto de actividades de cuya duración depende la del proyecto y cualquier variación que se produzca en ellas repercutiría necesariamente en el plazo total del proyecto.

En consecuencia, para determinar la duración total de un proyecto se debe identificar la ruta crítica de su programa y, a partir de ella contabilizar el tiempo que lleva conducirla.

Básicamente la determinación de la ruta crítica consiste en los siguientes pasos:

1. Desglosar el proyecto en sus actividades más elementales.
2. Ordenar las actividades y agruparlas en un listado.
3. Especificar las restricciones al proyecto.
4. Trazado del diagrama de flechas y numeración de los eventos.
5. Elaboración de los datos de costo tiempo para cada actividad.
6. Asignación del tiempo de cada actividad en la red.

En cualquier tipo de diagrama, la ruta crítica es la secuencia de operaciones que requieren mayor tiempo para quedar terminadas. La ruta crítica determina la duración del proyecto. Para acortar la duración del proyecto, es necesario disminuir el tiempo que se requiere en una o más actividades que se encuentran en la ruta crítica (actividades críticas). Estas actividades tienen una holgura total de cero. La holgura total es la diferencia entre el tiempo requerido y el tiempo disponible para realizar la actividad.

El 80% del esfuerzo que se realiza al emplear el método de la ruta crítica se usa en analizar las actividades y en preparar la red, lo cual requiere conocimiento y juicio de la construcción, experiencia práctica y sentido común.

De acuerdo con esto, el método descansa sobre los mismos fundamentos que los métodos comunes de programación y planeación.

En algunos casos es útil una división de actividades extensa, pero debe efectuarse con extrema precaución, porque las respuestas correctas para cada evento, basadas sobre el juicio experimentando, deben quedar disponibles antes que el problema sea alimentado a la computadora, lo que resulte de esto no es mejor que el juicio que acerca de la construcción tengan los programadores del problema.

1.1. ACTIVIDADES CRÍTICAS

Cuando se obtiene el mismo número para el tiempo más próximo y el tiempo más tardío en un evento en este caso no hay tiempo disponible para atrasar una actividad es decir no tiene tiempo flotante, a estos se les llama eventos críticos, la ruta crítica, y las actividades a lo largo de la ruta crítica determinada son las actividades críticas.

La ruta crítica puede cambiar de acuerdo al desarrollo de la obra y debido a motivos que serán importantes determinar en su debido motivos que serán importantes determinar en su debida oportunidad, poniendo especial atención a las actividades que pueden originar el atraso, en caso no se concluyan en el tiempo programado.

En este caso específico, algunas de las actividades críticas típicas son las relacionadas con la sub - base, base carpeta, cuyo atraso en su ejecución es causa de atraso en el programa de la obra. Esta situación motiva a que se efectúe un

control específico en la maquinaria y mucho mejor a través de la ejecución de programas detallados para las actividades relacionadas con los trabajos antes mencionados.

Si por ejemplo tomamos la actividad "imprimación" y la analizamos observamos:

1. La imprimación está vinculada con la actividad de la recepción del asfalto líquido, kerosene industrial y el equipo mecánico para la imprimación.
2. El tiempo programado para esta actividad es de 42 días, este tiempo será posible teniendo el material a tiempo y la maquinaria en un buen estado, es por lo tanto necesario hacer una revisión técnica antes de comenzar a ejecutar la actividad.

1.2. LA OPTIMIZACIÓN DEL USO DE LOS RECURSOS.

La importancia de optimizar el uso de los recursos de mano de obra y equipo es importante por cuanto se reducen los costos en obra.

En obras de gran magnitud es relativamente fácil encontrarse con actividades repetitivas en la cuales se puede asignar un grupo de trabajo fijo a dedicación exclusiva. Reduciendo los tiempos muertos y lográndose una producción óptima y se simplificará por lo tanto en forma significativa el control de la obra, será así

mismo posible pactar de acuerdo con el personal obrero la asignación de tareas y gratificaciones por mayores metrados ejecutados a los pactados en las tareas asignadas.

En la industria de la construcción, muchas de las actividades son de efusión determinística. Las duraciones se determinan en base al recurso dominante, que marca el tiempo de ejecución. Si se trata de la actividad **encofrado de vigas** es obvio que es el rendimiento promedio del albañil el criterio de duración que gobierna la ejecución de la actividad. En un vaciado de concreto, será el tipo de mezcladora a usar; en nuestro caso en el tendido de la carpeta asfáltica, será la capacidad de producción de la planta. Pero los cálculos de tiempos se utiliza la forma que aparece en la figura 5.2, donde se dispone de los siguientes datos:

M = Metrado (volumen de producción)

R_u = Rendimiento (del recurso dominante)

$T_u = \frac{M}{R_u}$ (duración de la actividad)

$T = f \chi$

f = factor de multiplicación de recursos

d_{ij} = Duración determinística de la actividad

Asociada a cada actividad y su duración existen, pues, ciertos recursos de personal, equipo y medios financieros.

ACTIVIDAD	DESCRIPCION	METRADOS		RENDIMIENTOS					TIEMPO UNITARIO TU	PROGRAMADO		RECURSOS DIA/HORA/SEM.			
		M	CANT	CAP	OP	OF	P	RU		f	t	CAP	OP	OF	P
1	INICIO DE OBRA								1 (ESTIMADO)						
2	INSTALACION PROVISIONAL	GLB					4	GLB	1 (ESTIMADO)	1	1				4
3	TRAZO Y REPLANTEO	KM	5.8		1		4	0.2	29	3	10		10		40
4	CORTE DE MATERIAL SUELTO	M3	18,850.8	0.2			4	400	47	1	47	0.2			4
5	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	20,653.5	0.5	1	1		400	52	1	52	0.1	1	1	

Fig. N° 5.2

Estos recursos, de acuerdo a la programación, se suman cuando son semejantes y se presentan, simultáneamente, las ejecuciones de las actividades. Si los recursos están restringidos, es lógico que la meta u objetivo en la planificación será el uso racional de ellos bajo cierto programa de ejecución que varíe desde un programa de inicio más próximo hasta el límite de iniciaciones más tardías.

Si los recursos no están restringidos, el objetivo será el de suavizarlos, evitando congestiones, desocupaciones, etc.

La ruta crítica como se dijo, es una cadena continua de actividades, la cual se inicia en el primer nudo y termina en el último. En toda red existe al menos una cadena crítica; en orden de magnitud, de acuerdo al valor de las holguras, existirán cadenas sub - críticas.

La red puede ser del tipo arco - trabajo o vértice de término.

La estructura de la red que determina la interrelación del complejo de trabajos se denomina topología de la red.

Condición esencial - RELACION DE PRECEDENCIA: Cada trabajo siguiente puede ser iniciado no antes que termine todos los trabajos que le preceden inmediatamente antes, es decir para todos los pares de trabajos dependientes, tales como (i, j) que precede inmediatamente antes a (k, l), se debe observar la desigualdad:

$$t_{k,l}^{(j)} > t_i^f$$

Donde:

$t_{kl}^{(i)}$ = Es el momento de inicio del trabajo (k,l)

$t_{kl}^{(i)}$ = Es el momento de término del trabajo (i,j)

Para la elaboración de la red se tendrá presente las siguientes reglas:

1ra regla: Trabajos sucesivos: A, B, C en ese orden.

2da regla: Trabajos simultáneos: A, B, C.

3ra regla: Trabajos sucesivos y simultáneos: C sigue a A, D sigue a A y B.

Trabajos Sucesivos y simultáneos: C sigue a A, D sigue a B, y E sigue a A y B.

4ta regla: No se admiten contornos cerrados (ciclos): trabajo C, D, E.

5ta regla: No se admiten "callejones sin salida": trabajo D.

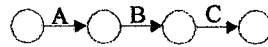
6ta regla: No se admiten "colas": trabajo D.

7ma regla: Desconsolidación de un trabajo: A por ejemplo, en cuatro partes.

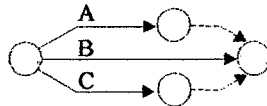
REGLA

RED ARCO-TRABAJO

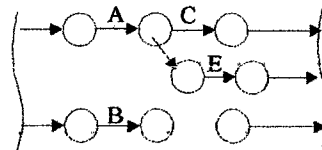
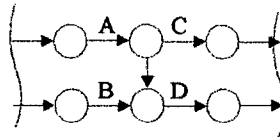
1



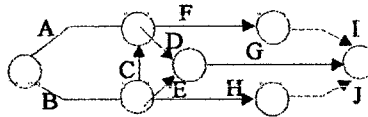
2



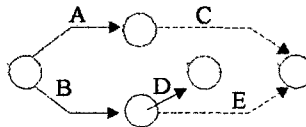
3



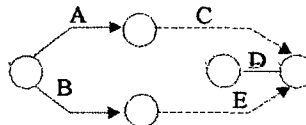
4



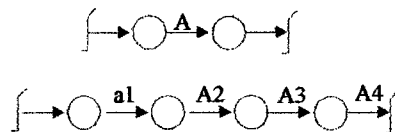
5



6



7



$$A = \sum a$$

CAMINOS O RUTAS

En una red se pueden distinguir los siguientes caminos o rutas:

- a. **Caminos totales.** Rutas que parten del primer vértice y llegan hasta el último vértice de la red.

- b. **Caminos que anteceden a un vértice dado.** Rutas que parten del vértice dado y llegan hasta el último vértice de la red.

- c. **Caminos que siguen a un vértice dado.** Rutas que parten del vértice dado y llegan al segundo vértice dado.

Si son conocidas las duraciones de cada uno de los trabajos se puede fácilmente determinar, las duraciones de los caminos, como una sumatoria de estos.

La mayor duración de la red constituye la ruta o camino crítico y los trabajos que la componen son críticos. Los caminos sub-críticos, se diferencian de los críticos en una menor duración pre-establecida bajo algún criterio; trabajos que componen estos caminos subcríticos también son subcríticos.

TIEMPO DE OCURRENCIA MÁS TEMPRANA DE UN EVENTO (E_i)

Es el mínimo de los posibles momentos de su acontecimiento, cuando se dan las duraciones de los trabajos y el plazo inicial de la red, sin tener en cuenta el plazo directivo de término de la red.

TIEMPO DE OCURRENCIA MAS LEJANA DE UN EVENTO (L_i)

Es el máximo de los posibles momentos de su acontecimiento en el que la duración del camino crítico o el plazo directivo (si es dado) no varía.

HOLGURA TOTAL DE UN TRABAJO (HT)

Es el tiempo máximo en el que se puede aumentar su duración y/o trasladar su inicio incrementar la duración del camino crítico de la res, es igual a:

$$HT_{ij} = L_j - (E_i + t_{ij})$$

Si se aumenta la duración de un trabajo en la magnitud de su reserva total, entonces aparecerá un nuevo camino crítico de la red que pasa por este trabajo.

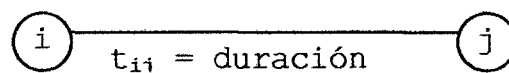
HOLGURA LIBRE DE UN TRABAJO

Es el tiempo máximo en el que se puede aumentar su duración y/o trasladar su inicio sin modificar los tiempos de inicio más temprano de los trabajos que le siguen, es igual a:

$$HL = E_j - (E_i + t_{ij})$$

TIEMPOS PARA COMENZAR Y TERMINAR UNA ACTIVIDAD

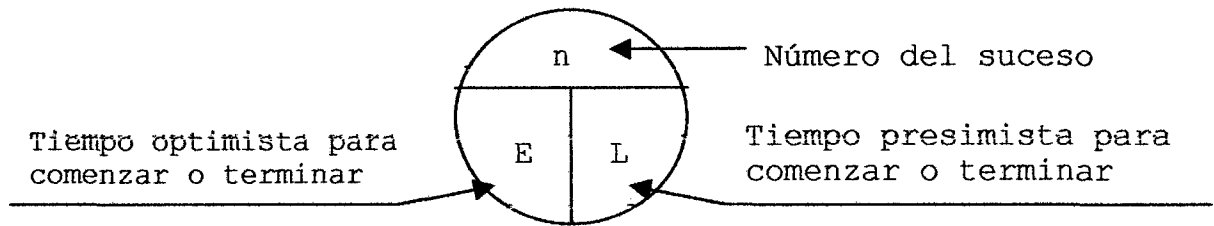
La determinación de cuando comenzar y/o terminar cada actividad y los cálculos en la red, están apoyados en el PERT.



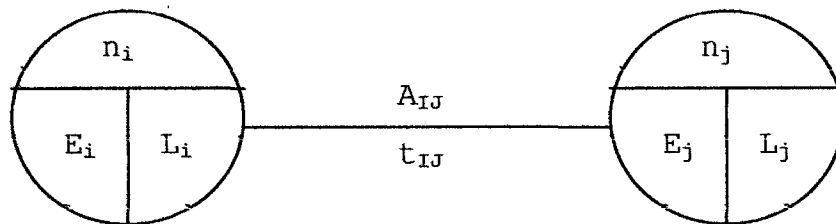
Los sucesos se representan por un círculo, el cual estará dividido en tres campos:

- En el campo superior se enumerará el número del suceso.
- En el campo izquierdo inferior se colocará el tiempo optimista: "E".

- En el campo derecho inferior se colocará el tiempo pesimista: "L".



La actividad se representará:



Es decir, en toda actividad, tanto el suceso inicial y final, llevarán los tiempos optimista y pesimista para comenzar y terminar.

5.2.1. SISTEMATIZACIÓN DE LOS TRABAJOS

La construcción de obras que implica la ejecución de actividades en forma cíclica o repetitiva llevan a la posibilidad de hacer una programación en serie de la obra.

La programación en serie tiene los siguientes beneficios:

- a) Programar y controlar en forma escalonada el suministro de materiales.
- b) Posibilitar la reducción de costos por reducción de desperdicios.
- c) Especializar la mano de obra.
- d) Utilizar eficiente y repetitivamente el equipo de construcción.
- e) Mayor productividad de la mano de obra al optimizar las labores iguales.
- f) Facilitar el control.

Será conveniente programar y organizar la obra de tal forma de buscar ejecutar las actividades en forma sistemática para lo cual será necesario conformar cuadrillas para que ejecuten actividades predeterminadas.

Asignar un personal fijo a las actividades que lo permitan constituye un grado aceptable de sistematización que proporcionará los beneficios establecidos.

5.2.2 DETERMINACIÓN DE LOS TIEMPOS MUERTOS Y RACIONALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS.

Para nuestro caso que estamos analizando, la maquinaria es de vital importancia por lo cual se estudiará el ciclo de producción de éstas,

teniéndose en consideración los siguientes conceptos:

- **El tiempo de espera.**- Es el tiempo que invierte una máquina en esperar a otra, a fin de hacer juntos una operación. (Por ejemplo, un volquete que espera al cargador frontal).
- **El tiempo de demora.**- Es el tiempo que transcurre cuando una máquina no participa en el ciclo de trabajo, pero no se trata de espera. (Por ejemplo un volquete que se detiene mientras da pase a otros vehículos).
- **El tiempo muerto.**- Es la suma de los tiempos de espera más los tiempos de demora, también se le conoce como tiempo improductivo, y es el tiempo que debemos tratar de disminuir, ya que nunca lo vamos a poder eliminar completamente.

Existen métodos para obtener los rendimientos de las maquinarias, tal es el caso del MPDM (Method Productivity Delay Model), este método ha sido desarrollado en los Estados Unidos en el año de 1974. Permite hallar la influencia de las diferentes causas de demoras, es decir, desagregar el tiempo improductivo. Esta desagregación va a permitir ser selectivos cuando se decida mejorar el rendimiento.

Existen algunas actividades que por diferentes factores requieren del empleo de la mano de obra en forma intermitente, esta característica significa que en el empleo de la mano de obra se presenten

tiempos muertos para ella, es decir no existe continuidad.

Para hacer realidad este proyecto, es necesario el uso y/o consumo de diferentes recursos, llámese: mano de obra, maquinaria e insumos, siendo unos más limitantes que otros en su disponibilidad y utilización.

El problema que nos plantea la asignación de recursos, consiste en cómo disponerlos mejor, para que el programa de ejecución se realice eficazmente y que el proyecto resulte lo más económico y pronto posible.

Una razón de llevar todas las actividades a un tiempo común es eliminar los tiempos muertos (holguras) que se producen en las actividades de menor duración que el ritmo, haciendo de este modo críticas todas las actividades y logrando así un proceso continuo de producción en serie, permaneciendo fijo el producto (frente de trabajo) y trasladándose la mano de obra.

En el caso de actividades que tarden menos que el ritmo y ocupan cuadrillas de naturaleza indivisible, como por ejemplo: Un maestro con ayudante indispensable, un maestro sólo, un ayudante sólo, etc., generan en el programa espacios libre de tiempo o tiempos muertos, en este caso la solución posible sería combinar las cuadrillas, ya que esta combinación de operaciones permite una mejor utilización de los recursos existentes, al hacer que una cuadrilla permanezca produciendo la jornada completa, efectuando dos o

más actividades en el tiempo del ritmo. Es evidente que las operaciones que se combinen deberán ser tales que los recursos utilizados en una y otra así lo permitan. En este sentido, las actividades que requieren menos especialización ofrecen mayores posibilidades de realizar la combinación.

Por lo anterior se desprende que es recomendable que las horas hombre que quedan disponibles a consecuencia de los tiempos muertos, sean ocupadas en actividades que contribuyen al avance de la obra.

CAPITULO VI: MÉTODO DE LA CONSTRUCCION EN CADENA

6.1. INTRODUCCION

La construcción como área productiva forma parte de la economía general de un país y cumple un rol preponderante, razón por la cual esta área de actividades, al igual que el resto de ellas, se ve obligada a estar tras la búsqueda permanente de innovaciones en su quehacer, tales como métodos constructivos, materiales, técnicas y procedimientos de administración, que le permitan hacer más eficiente su acción, con el objetivo de obtener cada día obras de mayor calidad y al menor costo.

Lo anterior constituye el marco dentro del cual se desenvuelve la construcción y, por lo tanto, se ha incursionado en sistemas de producción de mayor eficiencia, tal como sucede por ejemplo en la industria manufacturera, ya que en ésta ha sido notable, la forma de conseguir cada día productos mejores y a menor costo.

Teniendo muy claro que la construcción en cuanto a modo de producción responde a variables distintas a las de industria manufacturera, es posible en algunos casos, tomar elementos de esta última que, aplicados a la construcción, contribuyen a los objetivos anteriormente señalados.

Ahora bien, si se considera la construcción en general, se podrá observar un campo propicio y posible de aproximar en su forma de producción a sistemas semejantes a los utilizados en la industria manufacturera.

La forma de producción industrial tiene varias características que son deseables de obtener en construcción, como es la PRODUCCIÓN EN SERIE que requieren de la especialización de la mano de obra, elimina los tiempos muertos sin actividad (tiempo muerto), lográndose finalmente altos rendimientos de producción y un producto de óptima calidad.

Lo anterior se logra teniendo los recursos materiales adecuados, pero también es fundamental la administración y gestión que se haga de ello tras el logro de los objetivos señalados.

Concordante con lo anterior se presenta esta tesis, programado mediante el método de la construcción en cadena de las veredas, sardineles y pistas en los Asentamientos Humanos de la zona Centro Sur "A" del Distrito de Nuevo Chimbote, para ello es necesario que primero se configure la organización de toda la obra y luego analizar en detalle los partes constituyentes.

En este capítulo se configura la cadena compleja de la obra y las cadenas especializadas que la conforman. El planeamiento consiste en la selección de un método y un orden dentro de las posibilidades y secuencias en que se podrá construir la obra; para este caso utilizaremos como se mencionó antes el método de la construcción en cadena o seriada.

6.20 PLANEAMIENTO

El planeamiento planteado para la construcción del objeto de construcción, se describen según los procesos siguientes:

6.2.1. Obras Provisionales.

Uno de los primeros trabajos es el de realizar la ubicación en una zona adecuada el campamento de la obra, en el que se construirá temporalmente mientras dure la ejecución de los trabajos, previa coordinación con la autoridades ediles del Distrito.

El campamento se ubicará en el área adyacente o contigua al Centro Educativo del A.H. San Luis, éste se encontrará aproximadamente al centro de la obra en cuestión, se construirán los siguientes ambientes: (en un área de $100 \times 25 \text{ m}^2 = 2500 \text{ m}^2$,

- Oficina de supervisión
- Oficina de Ingeniero contratista
- Oficina técnica
- Oficina Administrativa
- Comedor
- Almacén
- Baños
- Vestuarios de obreros
- Baños de obreros

- Campo de estacionamiento del equipo mecánico.

6.2.2. Obras Preliminares.

- Existe los trabajos de demolición del puente al inicio de la Av. Pacífico, el cual será programado con los movimientos de tierras.

6.2.3. Movilización y Desmovilización de equipo.

Se contempla en esta caso el trabajo de suministrar, reunir, transportar y administrar su infraestructura completa al lugar de la obra, incluyendo personal, equipo mecánico, materiales y todo lo necesario para instalar e iniciar el proceso constructivo, se incluye además, al final de la obra, la remoción de instalaciones y limpieza del sitio, así como el retiro de las instalaciones y equipos, sin causar daño a los pavimentos ni a las propiedades de terceros.

6.2.4. Mantenimiento de tránsito

Se coordinará con la autoridad policial y/o municipal, toda la modificación del tránsito, para lo cual se proveerá e instalará respectivas señales que serán preparadas tales como tranqueras, letreros y faroles, para orientar el tránsito de peatones y vehículos.

El plan de trabajo y la correspondiente señalización podrá ser modificados previa coordinación, demostrando que la modificación introducida permite reducir las molestias e inconvenientes al tránsito vehicular, o al peatonal.

Se ubicarán vigilantes con banderolas, linternas, etc. si fuese necesario a fin de orientar el tránsito vehicular a través del área de trabajo, teniendo en cuenta en todo momento la obligación de proporcionar a conductores, peatones y vigilantes una adecuada seguridad personal y de sus bienes; así como comodidad para su circulación. Durante la noche deberá hacer guardiana permanente a fin de controlar y mantener los dispositivos de seguridad que se coloquen.

6.2.5. Trazo y Replanteo.

El trazo incluye una nivelación cerrada de los B.M. auxiliares a cada 500 mts. ubicado los vértices se procede a materializar el eje mediante estacas a cada 20 mts. en tangente y cada 10 mts. en curvas.

Este trabajo será realizado con el Ingeniero y la cuadrilla de topografía encargada del trazo.

La cuadrilla de nivelación secundará a la de trazo, dando cota a cada una de las estacas materializadas en el terreno y ubicando B.M. cada 500 mts. mediante nivelación cerrada,

con la precisión especificada para estos trabajos.

Durante el proceso de nivelación se tendrá especial cuidado en la verticalidad de la mira y los puntos de cambio para evitar errores accidentales.

La topografía plana, como nuestro caso, no motiva mayores problemas en la rasante, sin embargo se puede tener problemas debido a un defectuoso diseño de la rasante en las intersecciones. Por no tomar en cuenta los empalmes con las pistas pavimentadas en las avenidas transversales, en todo caso se hará las modificaciones para evitar desniveles de los cruces.

6.2.6. Excavación hasta nivel de subrasante.

Comprende la construcción de la caja de la vía una vez aprobado el trazo, realizado el seccionamiento y luego que el nivelador haya colocado las estacas de referencia.

Esta trabajo lo realizará el siguiente equipo:

1 tractor de orugas 140 - 160 HP

Este equipo realizará el corte y empuje del material en tramos de 50 mts. acumulando material en la misma plataforma de trabajo para posteriormente ser eliminado.

La excavación con el tractor hacen movimientos de vaivén con la máquina puesto en marcha en una dirección a través de la excavación y su ciclo de operación consiste en excavación, acarreo, y extendido del material, siendo las distancias cubiertas generalmente cortas.

El operador lo primero que verifica son sus estacas de referencia que son las señalan las alturas de corte o relleno, en la zona de trabajo, el nivelador indicará en cada estaca la referencia, las alturas tanto de corte y relleno para llegar al nivel de subrasante, la cuadrilla encargado de estos trabajos verificará que se cumplan el corte hasta estos niveles en forma aproximada, alertando al operador cuando éste ya esté por terminar.

Se tendrá especial cuidado en no dañar no obstruir el funcionamiento de ninguna de las instalaciones de servicio público, tales como redes, cables, canales, etc. En caso de producirse daño, las reparaciones se realizarán en el lapso más breve posible.

6.2.7. Eliminación de material excedente.

Esta trabajo está destinado a eliminar los materiales de corte y de la demolición del puente losa.

Se prestará particular atención al hecho que, tratándose de trabajos que se realizan

en zona urbana, no deberá apilarse los excedentes en forma tal que ocasionen innecesarias interrupciones a los tránsitos peatonal o vehicular, así como molestias con el polvo que genere las tareas de apilamiento, carguío y transporte. El destino final de los materiales excedentes, será a 5 Km. aproximadamente de la obra y está ubicado a la entrada del túnel de Coishco.

6.2.8. Conformación y compactación de subrasante.

Se denomina subrasante al nivel terminado de la estructura del pavimento ubicado debajo de la capa sub base. Este nivel es paralelo al nivel de la rasante y se logrará conformando el terreno natural mediante los cortes o rellenos si lo hubiera.

Una vez concluida las obras de movimientos de tierras y se haya comprobado que no existan dificultades con las redes y conexiones domiciliarias de energía, agua y desagüe, se procederá a la escarificación mediante la motoniveladora, eliminando las partículas de tamaño mayor de 7.5 cm.

Luego de la escarificación se procederá al riego y batido de la capa de 20 cm. de espesor, con el empleo repetido y alternativo de camiones cisternas provistos de dispositivos que garanticen un riego uniforme y motoniveladora.

La operación será continua hasta lograr un material homogéneo de humedad uniforme lo más cercana a la óptima.

La computación se realizará con rodillos lisos vibratorios y se empezará de los bordes hacia el centro y se efectuará hasta alcanzar el 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado.

6.2.9. Sub - base.

La sub - base es una capa que se coloca encima de la sub - rasante o suelo natural compactado.

Esta capa servirá como elemento de resistencia adicional a las cargas superficiales de los vehículos en circulación.

Este trabajo lo realizará el mismo equipo que ejecutará la base y el procedimiento es el mismo y se detallará en lo referente a la base.

6.2.10. Base.

Se denomina base a la capa intermedia de la estructura del pavimento ubicada entre la sub - base y la carpeta de rodamiento. Es un elemento básicamente estructural que cumple las siguientes funciones:

- Ser resistente y distribuir adecuadamente las presiones solicitantes.

- Servir de dren para eliminar rápidamente el agua proveniente de la carpeta e interrumpir la ascensión capilar del agua que proviene de niveles inferiores.
- Absorber las deformaciones de la subrasante debido a los cambios volumétricos.

El material de base será colocado y extendido sobre la sub - base aprobada en volumen apropiado para que una vez compactada alcance el n espesor indicado en los planos. El extendido se efectuará con moto niveladora, o a mano en zonas de difícil acceso exclusivamente.

La compactación se realizará con rodillos lisos vibratorios y se empezará de los bordes hacia el centro de la vía con pasadas paralelas a su eje, en número suficiente para asegurar la densidad de campo de control. Para el caso exclusivo de áreas de difícil acceso al rodillo, la compactación se efectuará con plancha vibratorio hasta alcanzar los niveles de dosificación requeridos.

6.2.11. Imprimación.

Esta actividad se refiere a la aplicación, mediante riesgo de asfalto líquido de tipo "cutback" sobre la superficie de una base no asfáltica o, en su caso, para el tratamiento

primario de las superficies destinadas a estacionamiento, cruces, bermas, etc.

Se utilizaron asfaltos líquidos de curado rápido RC - 250 diluido con kerosene industrial en proporción del 10 al 20% en peso.

El riesgo de imprimación se efectuará cuando la superficie de la base está preparada, es decir, cuando está libre de partículas o de suelo suelto. Para la limpieza de la superficie se empleará una barredora mecánica o soplador según sea necesario.

La aplicación del material bituminoso se hará a presión para garantizar un esparcido uniforme y continuo utilizamos para tal efecto un distribuidor autopropulsado, equipado con una manguera auxiliar de boquillas esparcidoras y conectadas a la misma presión del sistema del distribuidor, con pasadas en dirección paralela al eje de la vía.

Durante la operación de riego se deberán tomar las providencias necesarias para evitar que estructuras, edificaciones o árboles adyacentes al área por imprimir sean salpicadas por el asfalto a presión.

6.2.12. Carpeta Asfáltica.

La estructura del pavimento terminará con la carpeta asfáltica, que es una mezcla en frío de asfalto, agregados debidamente graduados

y que una vez colocada compactada se constituirá en una capa semi rígida capaz de soportar el tránsito.

La colocación y distribución se hará por medio de una pavimentación de 69 HP autopropulsada de tipo y estado adecuado para que se garantice un espacio de la mezcla en volumen, espesor y densidad de capas uniformes. El esparcido será complementado con un acomodo y rastrillado manual cuando se comprueben irregularidades a la salida de la pavimentadora.

La compactación de la carpeta se deberá llevar a cabo inmediatamente después de la mezcla haya sido distribuida uniformemente, teniendo en cuenta que sólo durante el primer rodillado se permitirá rectificar cualquier irregularidad en el acabado.

La compactación se realizará utilizando rodillos cilíndricos lisos en tándem y rodillo neumático. El número de pasadas del equipo de compactación será tal que garantice el 95% de más de la densidad lograda en laboratorio. Las juntas de construcción serán perpendiculares al eje de la vía y tendrán el borde vertical. La unión de una capa nueva con una ya compactado se realizará previa impregnación de la junta de asfalto.

6.11. TEORÍA DE LA CONSTRUCCIÓN EN CADENA

La construcción en cadena es una tecnología dirigida al campo de la organización de un proceso productivo. Es parte de la industrialización de la construcción, porque trata de emplear los recursos y técnicas constructivas en forma mecanizada y automática.

La cadena de construcción es una herramienta que nos permite programar una obra, efectuando las actividades en forma continua y uniforme, obteniendo un ritmo adecuado en la organización de los procesos de construcción, disminuyendo de esta manera los tiempos improductivos en la realización de dichos procesos aumentando la productividad, mejora la calidad de la construcción, disminuye los plazos de ejecución y los costos de producción del objeto de construcción.

NORMAL TECNOLÓGICA

Es el particionamiento del proceso de construcción, en actividades que son necesarias para realizar un objeto de construcción, se efectúa este particionamiento de acuerdo a las características principales del objeto, determinando qué actividades deben realizarse y estableciendo la secuencia lógica de ejecución.

Según el volumen de trabajo, las alternativas de ejecución, los plazos de obra y en general, según la forma como organicemos su desarrollo, el objeto de construcción se puede subdividir en procesos de tal forma que constituyen un sistema de unidades de producción.

El particionamiento del proceso de construcción se debe realizar teniendo en cuenta que, siendo necesario

establecer un conjunto de unidades de producción, la NORMAL TECNOLÓGICA para cada uno de ellas, sea la MISMA.

REQUISITOS PARA LA CONSTRUCCION EN CADENA.

Para la aplicación el método de construcción en cadena se requiere contar con los requisitos siguientes:

- 1) El proceso de construcción debe ser posible de particionar en las actividades necesarias para la ejecución de un objeto de construcción, de tal manera que a cada una de ellas se le asigne convenientemente los recursos correspondientes.
- 2) Debe ser posible el establecimiento del ritmo de ejecución para cada una de las actividades que componen el proceso de construcción denominándose módulo de ciclicidad, que define el ritmo de la cadena particular.
- 3) El espacio que viene a ser el parámetro donde se va a desarrollar una actividad específica, es el denominado frente de trabajo, el cual es posible particionar en un conjunto de unidades de producción, cuyos volúmenes sean los necesarios para permitir a las cuadrillas desarrollar sus rendimientos respectivos.

CADENA DE CONSTRUCCIÓN.

Es el conjunto de cadenas particulares que se desarrollan a través de las unidades de producción, interrelacionándose en el tiempo según determinados parámetros.

La cadena de construcción se representa en un ciclograma, en el cual las cadenas particulares representan a las actividades que son necesarias ejecutar, para realizar el objeto de construcción.

CADENA PARTICULAR.

Es la cadena que representa la ejecución de una actividad de un proyecto, pudiendo ejecutarse como actividades simples o complejas que no son posibles de particionar.

PARÁMETROS DE LA CADENA DE CONSTRUCCIÓN.

La cadena de construcción se desarrolla interrelacionado: Espacio, tiempo y actividades, las cuales se describen a continuación:

a) Parámetros de Espacio.

- Unidades de producción (m).- Se define como el espacio donde se desarrollan a través del tiempo, todas las actividades necesarias para la obtención de un objeto de construcción, que vienen a ser las cadenas particulares que conforman la cadena de construcción. Es un frente de trabajo horizontal. Generalmente este espacio se subdivide en otros para constituir un sistema de unidades de producción.

Cada cadena particular puede tener su propio sistema de unidades de producción; dependerá de la forma como se organiza la cadena de construcción.

- **Frente de trabajo.**- Es el parámetro que se define como el espacio donde se va a desarrollar una actividad específica, depende de las características propias de la obra a construirse, puede ser abierto o cerrado; también tan amplio como restringido.
- **Sector.**- Es un conjunto de unidades de producción que corresponden a un objeto de construcción dado.
- **Parcela.**- Es el frente de trabajo, que de acuerdo a la complejidad del proceso de producción que tengamos que realizar, se asigna a un obrero, una cuadrilla o una brigada de trabajo. La parcela debe tener como mínimo, un tamaño tal que permita obtener el rendimiento que se especifica para la cuadrilla. Debemos de tener presente también que en él, se pueden desplazar (realizar normalmente sus actividades) los obreros componentes de la cuadrilla que ejecutará la actividad correspondiente.
- **Nivel.**- Este parámetro está referido al desarrollo vertical del objeto que estamos considerando. Para nuestro caso no existe niveles por cuanto se desarrolla en un solo plano todas las actividades.

b) **Parámetros tecnológicos.**

- **Número de cadenas particulares (n).**- Es el parámetro que representa a las partes en que se

ha participado al objeto de construcción. Su magnitud depende de la forma en que establezcamos la normal tecnológica de la cadena de construcción.

- **Volumen de trabajo (P).**- Es la cantidad de trabajo que se ejecutará al ejecutar una cadena particular. Tiene un valor constante cuando el área de construcción está definido.

Este parámetro se determina calculando el metrado de la actividad en cuestión.

- $P = p \times m$ (cuando las unidades de producción son iguales)

- $P = p_1 + p_2 + p_3 + \dots + p_m$ (cuando las unidades de producción son diferentes)

Donde:

P = Volumen de trabajo en cada unidad de producción.

m = Número de unidades de producción.

- **Trabajosidad (Q).**- Es la cantidad de recursos (horas hombres, u otra unidad lógica) que se refiere para ejecutar una cadena particular. La trabajosidad está en función del rendimiento de la cuadrilla o del equipo mecánico que se utilice; se calcula multiplicando la inversa del rendimiento por el volumen de trabajo.

$$Q = \left(\frac{1}{S} \right) \times P$$

Donde:

S: Rendimiento de la cuadrilla en la unidad de tiempo

P: Volumen de trabajo de la cadena particular, en las "m" unidades de producción.

- **Intensidad de la cadena.**- Llamada también Potencia de la Cadena. Se define como el volumen de trabajo en la unidad de tiempo. Puede estar referido a la cadena particular o a la cadena de construcción.

- Intensidad de la cadena particular.

$$i = P/t$$

Para el caso de una cadena particular rítmica,

$$t = m \times K$$

$$i = P/(m + K)$$

Donde:

P: Volumen de producción de la cadena particular.

t: Duración de la cadena particular.

m: Número de unidades de producción de la cadena particular.

K: Módulo de ciclicidad de la cadena particular.

- Intensidad de la cadena de construcción

$$I = P_{cc}/T$$

Donde:

P_{cc} → Volumen de trabajo de la
cadena de construcción.

T → Tiempo total de
ejecución de la cadena
de construcción.

c) Parámetros de tiempo.

- **Módulos de ciclicidad (K).**- Es el tiempo que se necesita para ejecutar la cadena particular en cada unidad de producción. El módulo de ciclicidad define el ritmo de ejecución de la cadena particular. Cuando ella es rítmica, el valor del módulo es constante para cada unidad de producción.

- **Factor de módulo de ciclicidad (c).**- Es el factor que multiplica al módulo de ciclicidad de una cadena particular dada para obtener otra cadena que sea múltiplo de él.

- **Ritmo de producción de la cadena.**

a) Ritmo de la cadena Particular (V).- Es la cantidad de unidad de producción que salen de una cadena particular, en la unidad de tiempo.

$$V = m/t$$

Para el caso particular de cadena rítmica.

$$t = mk \rightarrow V = m/mk \rightarrow V = 1/K$$

b) **Ritmo de la cadena de construcción (V).**- Es la cantidad de unidades de producción que

salen de la cadena de construcción en la unidad de tiempo.

$$V = m/T$$

Para el caso particular de cadena de construcción rítmica.

$$V = m/T = m/(m+n-1)K$$

- **Indicadores de la calidad de la cadena de construcción.**

a) Indicadores de la uniformidad (α)

$$\alpha = T^{11}/T^1 = (m-n+1)/(m+n-1)$$

b) Indicadores de Productividad (β)

$$\beta = m/T = m/(m+n-1)K$$

c) Indicador del consumo de tiempo por unidad de producción (δ)

$$\delta = T/m = (m+n-1)K/m$$

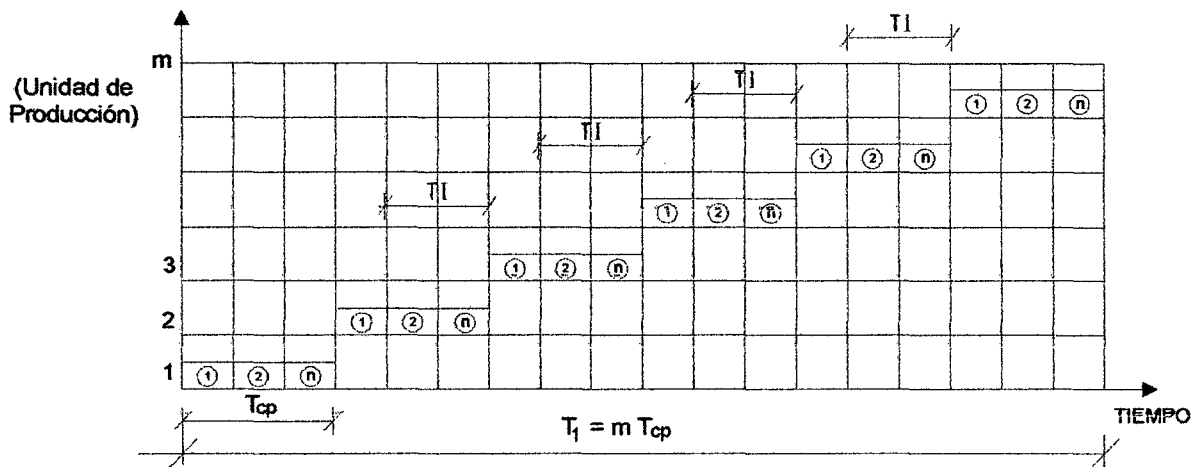
d) Indicador de uniformidad de consumo de recursos (δ)

$$\delta = T_{spt}/T = m/(m+n-1)$$

MÉTODO DE CONSTRUCCIÓN

A. - MÉTODO SUCESIVO:

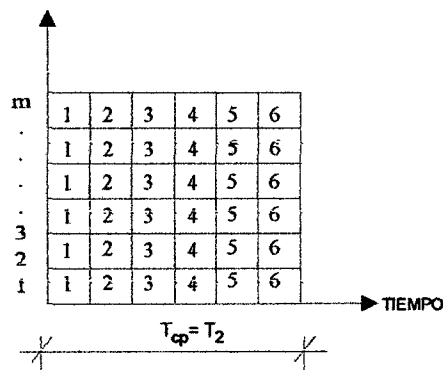
Es un método factible, con un bajo nivel de producción en consecuencia de costo elevado. No hay especialización porque existirán diferentes cuadrillas para una actividad determinada en cada cierto tiempo.



- TI : Tiempo Improductivo
- n : Cantidad de procesos o actividades
- m : Cantidad de unidad de producción

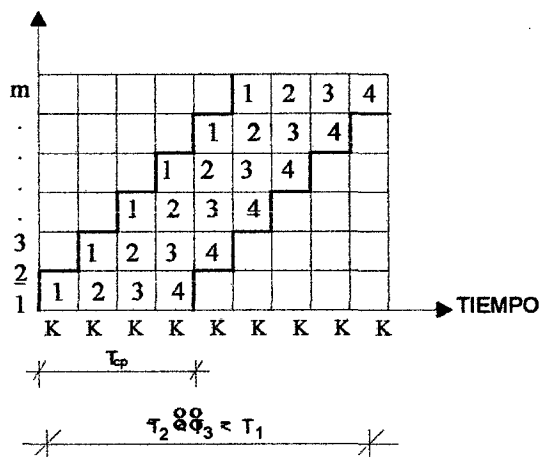
B. - MÉTODO DE PRODUCCIÓN SIMULTÁNEO O PARALELO

Este método es viable cuando existe buen recurso financiero, disponibilidad de ejecutores y de materiales en el mercado. En este caso se necesitará "m" cuadrillas para cada actividad y no se puede pensar en especialización.



C.- MÉTODO DE PRODUCCIÓN SERIADA O EN CADENA

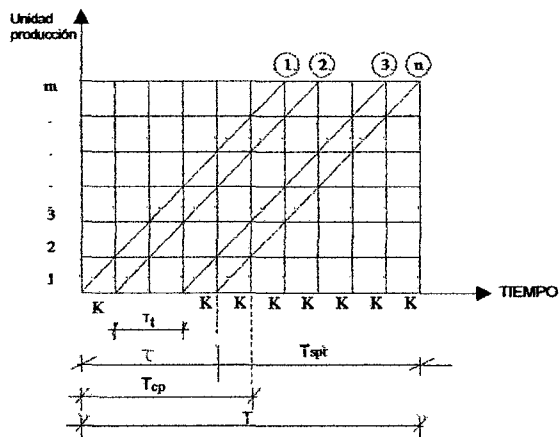
Con este método se logra la especialización y sin interrupciones, se disminuyen los tiempos improductivos.



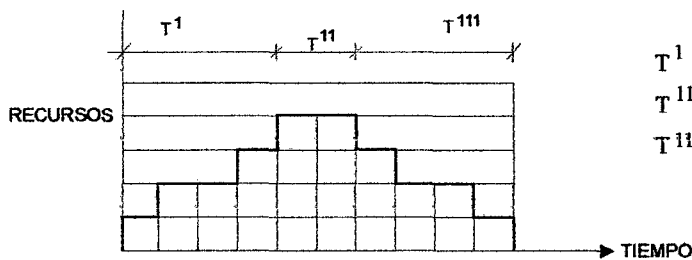
CICLOGRAMAS DE LA PRODUCCIÓN EN CADENA

1.- Cadena Rítmica.

Las unidades de producción tienen que ser iguales o aproximadamente iguales.



- m : Unidades de producción
- n : Procesos componentes
- t_r : Espera tecnológica o tiempo tecnológico
- T : Duración del ciclo tecnológico
- T_{cp} : Duración del ciclo de producción
- T_{spt} : Tiempo de salida del producto terminado
- T : Duración de la cadena de construcción



- T^I : Periodo de crecimiento de la cadena
- T^{II} : Periodo estabilizado de la cadena
- T^{III} : Periodo de decrecimiento de la cadena

Del gráfico:

$$t = (n-1)K + \sum tr$$

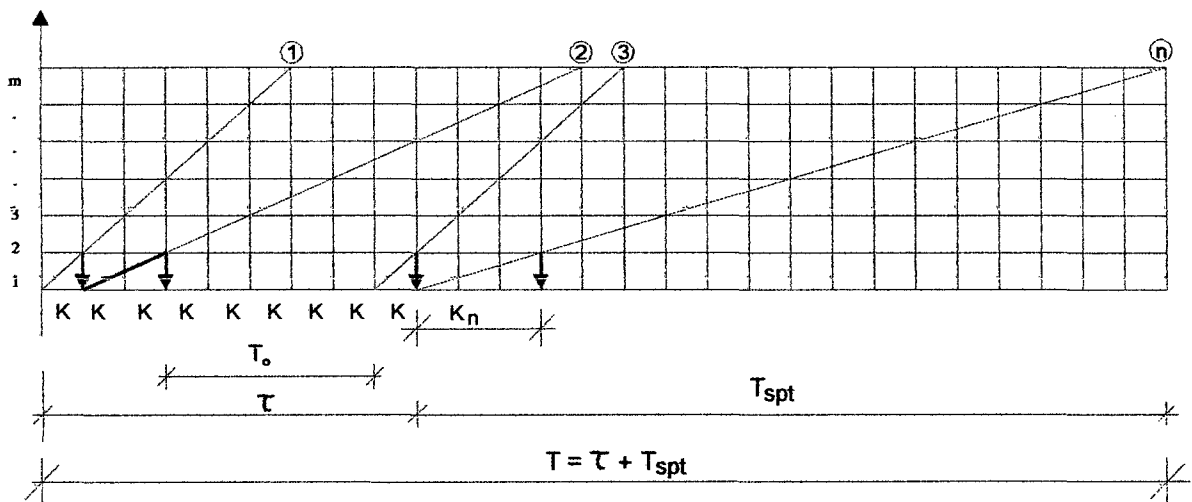
$$T_{cp} = nK + \sum tr$$

$$T_{spt} = t_n = mK$$

$$T = (m+n-1)K + \sum tT \text{ (Ecuación fundamental del tiempo)}$$

2.- Cadena de Ritmo Múltiple.

En este caso los tiempos son diferentes y los ritmos también diferentes pero las unidades de producción son iguales.



$$T = \sum_{i=1}^{n-1} K + (m-1) \sum (K_{n-1} - K_n) + \sum T_r + mK_n$$

Donde:

$T^o \rightarrow$ Tiempo organizativo (no existe consumo de recurso)

Es un tiempo ocioso del frente de trabajo, no cuesta nada.

NIVELACIÓN DE RITMOS

Se nivelan los procesos más lentos y a los más acelerados

En el gráfico anterior se observa que los procesos más acelerados son el 1 y 3 donde: $K_1 = K_3 = K$

Nivelamos el proceso 2:

$$K_2 = \frac{2K}{K} = \frac{2}{1};$$

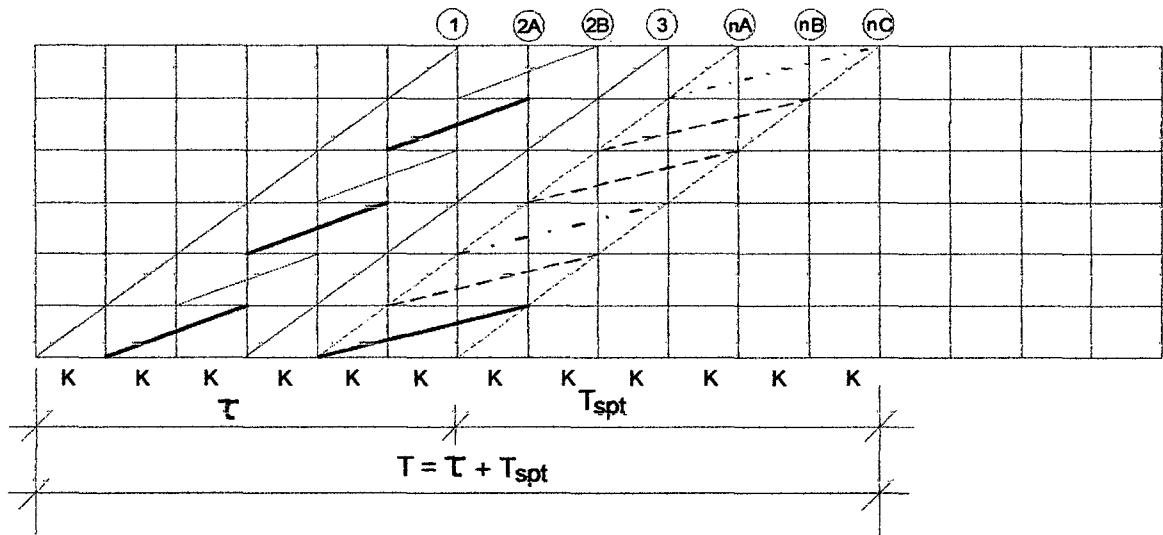
Es decir el ritmo del proceso 2 es más lento que el proceso 1 en dos Veces, por lo que se necesita dos cuadrillas para nivelar en el proceso 2.

Nivelamos el proceso n:

$$K_n = \frac{3K}{1K} = 3;$$

se necesitará 3 cuadrillas para desarrollar el proceso 3.

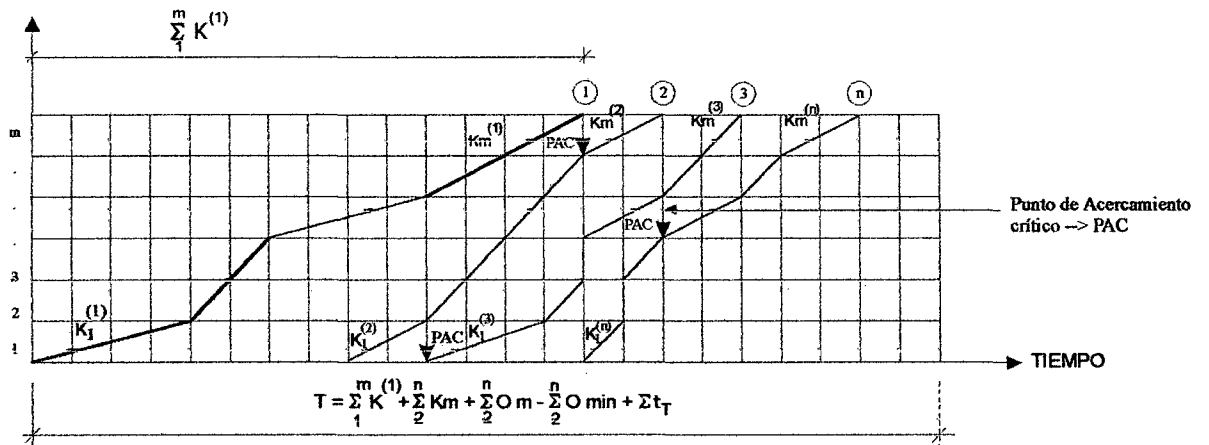
Gráficamente:



$$T = [m+n-1 + \sum_{l=1}^n (c-1)] K + \sum t_r$$

Donde $c \rightarrow$ factor de multiplicidad

3.- CADENA DE CONSTRUCCION ARITMICA



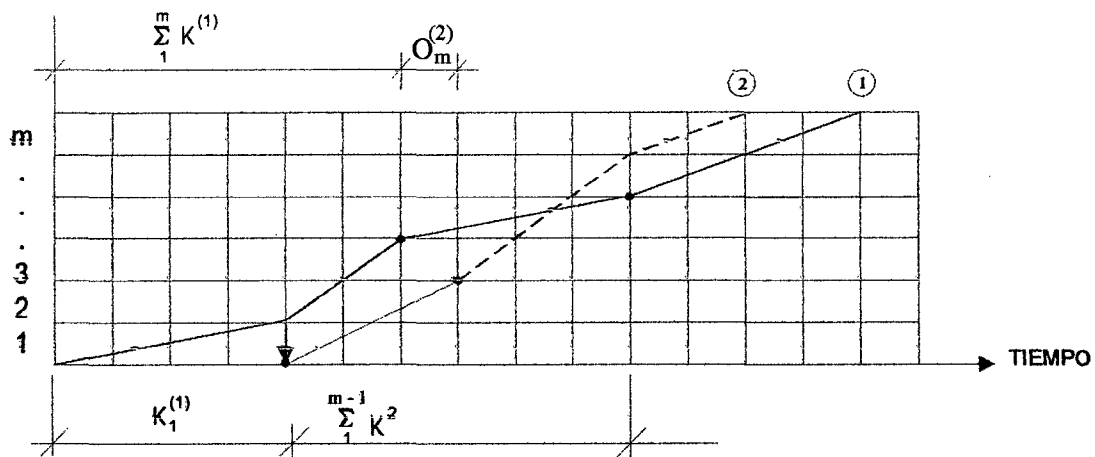
Cálculo de Acercamientos: (O_m):

$$O_m^{(i)} = \sum_1^{m-1} K^{(i)} - \sum_2^m K^{(i+1)}$$

El menor valor negativo nos dice donde está el punto de acercamiento crítico.

Donde: $i \rightarrow$ proceso en estudio.

Gráficamente:

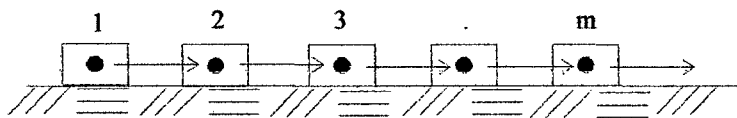


Explicación: Si el proceso 2 se hubiera indicado después de concluir la unidad de producción 1 del proceso 1, se tendría un tiempo ocioso del frente de trabajo, en el nivel 3 es decir, $0^{(2)}$.

m

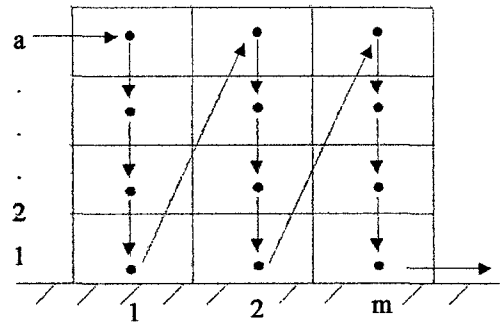
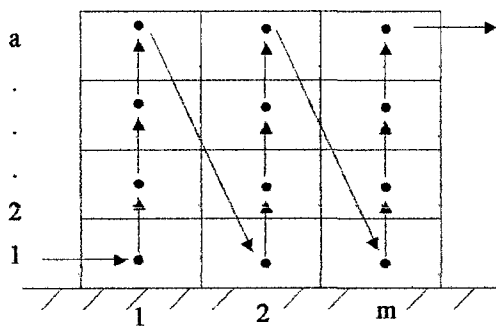
ESQUEMAS DE DESARROLLO DE LA CADENA DE CONSTRUCCIÓN

1.- Horizontal



2.- Vertical ascendente

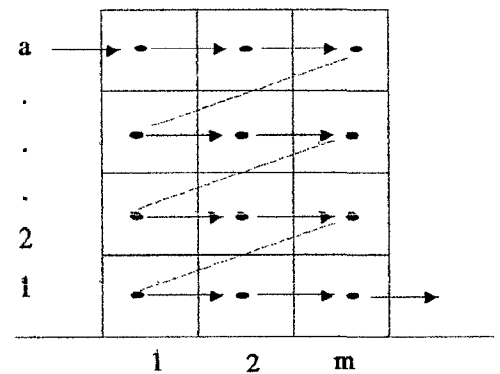
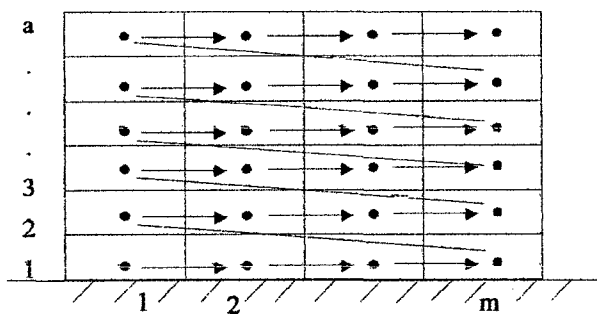
3.- Vertical descendente



Donde a → Pisos o Niveles

4.- Horizontal ascendente

4.- Horizontal descendente



6.30.- ORGANIZACIÓN DE LA OBRA

En este caso tenemos obras con características estructurales y tecnológicas muy diferentes entre sí, como son las pistas, veredas, sardineles, las obras provisionales, los trabajos preliminares, etc., cada una de estas obras específica, cuya construcción está ligada a una tecnología particular; para organizar esta obra lo haremos mediante cadenas objetos, en este caso la cadena objeto de la obra estará formada por cuatro (04) cadenas especializadas, la primera se organizará la ejecución de los trabajos preliminares y obras provisionales, las siguientes serán para los trabajos de pavimentación y las dos últimas serán encargadas de sardineles y veredas, ya que son obras dependientes una de otra no se trabajará en simultáneo ni en paralelo, debido también a que puede haber congestionamiento de equipos y cuadrillas, aun cuando los frentes de trabajo son abiertos. Y puede existir suficiente área en cada unidad de producción.

El cuadro 6.1 nos muestra las cadenas objetos de la obra que se está planteando, así como las obras que conforman cada una de ellas.

El método de la construcción en cadena utiliza como unidad las cadenas particulares las cuales

son brigadas o cuadrillas unitarias de obreros y equipos, constantes en cantidad, que realizan trabajos simples o complejos de manera continua y que no regresarán a rematar tareas de su especialidad.

Un conjunto de cadenas particulares forman una cadena especializada, la cual ejecuta una fase del proceso constructivo de una obra específica.

Un conjunto de cadenas especializadas se organizan para la construcción de una obra específica y forman una cadena objeto.

La sumatoria de cadenas objetos forman una cadena compleja.

La figura 6.1, nos muestra la idealización de la cadena objeto de la obra.

Dada la importancia que tiene una buena disposición del almacén principal, de la correcta disposición de los materiales, herramientas y equipos, durante la ejecución de la obra, para lo cual se presenta una distribución general del almacén el cual se puede ubicar en la parcela N° 7 frente a la H.U.P. San Luis Ira Etapa previa coordinación con las autoridades de la Municipalidad de nuevo Chimbote.

El área del almacén general será de 3000 m² pudiendo incrementarse, por cuanto existe disponibilidad de área.

Se presenta un análisis de los tres casos para veredas, sardineles y pavimentos.

En veredas y sardineles.

Se utilizarán 03 mezcladoras de 11 pies³ y el concreto se preparará en obra, por lo que el agregado tendrá que ser colocado en la calle en puntos distantes de 100.00 m como máximo para piedra chancada y para arena de 50 m. como máximo el cemento se colocará 215 bolsas para 350 ml de sardineles (1 unidad de producción) dispuestos a lo largo del mismo apilados uniformemente, en veredas se colocará 568 bolsas para cada 750 m² de veredas (1 unidad de producción) apilados uniformemente al costado de las veredas.

Por otro lado se tendrá en cuenta que el cemento podrá ser almacenado hasta 4500 bolsas que es lo conveniente para una semana de trabajo y ocupará un área de 6 x 20 m².

Durante la ejecución de las veredas y sardineles se dispondrá del almacén ampliamente ya que los equipos de pavimentación vendrán posteriormente culminada la primera unidad de producción por cuadra.

En pavimentos:

Durante el proceso constructivo se utilizará el siguiente equipo:

- Motoniveladora
- Cargador frontal
- Rodillo vibratoria
- Volquete
- Barredora mecánica
- Rodillo liso
- Rodillo neumático
- Camión cisterna
- Planta de asfalto

En este, el almacén sirve más como depósito de equipos, puesto que los agregados son colocados directamente en el lugar o frente de trabajo, el almacén será lo suficientemente grande y seguro para los equipos.

El área disponible para la planta de asfalto será de 40x40 m², los cuales serán usados para el trabajo en sí y para tener una area destinada para el stock de agregados, y para la circulación de los volquetes.

Se organizará en detalle el proceso constructivo de la obra, la cual implica trabajar con cadenas particulares. Lo más importante del proceso es elegir la tecnología que más se adecúa a la obra a ejecutar, eligiendo los ritmos de producción más

uniformes posibles, para que las cadenas particulares puedan iniciar sus trabajos en las fechas mas tempranas y se minimice así el tiempo de ejecución de la obra. La buena elección de la tecnología y de los ritmos de producción dependen del conocimiento que se tenga de la obra a construir y de las tecnologías disponibles en el mercado, así como de la experiencia de la empresa y de su personal técnico; la teoría de la construcción en cadena facilita el trabajo.

Por otro lado la obra es dividida en áreas o unidades para que las cadenas trabajen dentro de ellas sin interferencia.

Luego se procede a desarrollar la Normal Tecnología que es el desmembramiento de la obra en procesos u operaciones simples o complejas que serán ejecutadas por las cadenas particulares de manera continua.

El resto del proceso es matemático y lo más importante es encontrar las fechas de inicio de la cadenas particulares así como las fechas en que inician y terminan su trabajo en cada sector o unidad de producción, en dicho proceso se calculan los acercamientos para minimizar el peligro de "choque" entre cadenas, es decir se trata de evitar que una cadena alcance a la anterior y que se quede sin frente de trabajo.

La organización termina con el dibujo del ciclograma que muestra la relación existente

entre las cadenas, en el espacio y en el tiempo.

CUADRO 6.1

**CADENA OBJETO DE LA OBRA PAVIMENTACION
ZONA CENTRO SUR "A"**

CADENA ESPECIALIZADA		CADENAS PARTICULARES
DESCRIPCION	Nº	
Obras preliminares	1	
Pavimento	2	<ul style="list-style-type: none"> - Excavación a nivel de subrasante - Eliminación de material excedente - Preparación y compactación de subrasante - Sub base - Base - Imprimación asfáltica - Carpeta asfáltica
Sardinell	3	<ul style="list-style-type: none"> - Excavación - Eliminación - Encofrado - Concreto - Desencofrado
Veredas	4	<ul style="list-style-type: none"> - Encofrado - Concreto - Desencofrado - Curado - Sellado de juntas

Figura N° 6.1

Realización de la cadena objeto de la obra

Pavimentación zona Centro Sur "A" nuevo Chimbote

PAVIMENTO	M3	
	2	
	1	
SARDINELES	M2	
	2	
	1	
VEREDAS	M1	
	2	
	1	
OBRAS PRELIMINARES		

6.4.- ESTIMACION PRELIMINAR DE LA DURACIÓN DE LAS CADENAS.

La duración de las cadenas especializadas y particulares pueden ser estimadas y servir como valores referenciales para el diseño cuando se conoce la viabilidad existente entre el tiempo de ejecución previsto y el tiempo de ejecución real de obras similares.

Primero debemos calcular la duración de la actividad predominante y dividirla entre un factor de seguridad " α ", en esta caso la actividad predominante es de veredas.

El plazo de ejecución se puede descomponer de la siguiente forma:

$$T = T_p + \frac{T_o}{\alpha} + 0 \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

T : Plazo de ejecución contractual.

Tp : Tiempo preparatorio necesario, desde la fecha de inicio contractual, hasta realizar los primeros trabajos preparatorios que permitan empezar los trabajos principales sin interrupciones.

To : Es la duración máxima (teórica) de las cadenas especializadas.

O : Es un tiempo adicional a To necesario para terminar el trabajo de todas las cadenas especializadas.

En el Perú se calcula " α " estadísticamente; se presentan los valores de α , Tp, O y To, utilizados en Rusia.

<u>Tipo de Empresa</u>	<u>α (%)</u>
Altamente Organizada	85 - 90
Medianamente Organizada	70 - 85
Regularmente Organizada	50 - 70

Además:

$$T_p = 10 \text{ a } 20\% \text{ de } T$$

$$O = 15 \text{ a } 25\% \text{ de } T$$

$$T_o = 55 \text{ a } 75\% \text{ de } T$$

$$\alpha_{to} = 45 \text{ a } 60\% \text{ de } T$$

Para nuestro caso asumiremos

$$T_p = 0.1 T$$

$$O = 0.25 T$$

$$\alpha = 0.85$$

Cálculo de To.

Área de veredas = 35,531.40 m²

Rendimiento del vaciado = 100 m²/día

Nº de cuadrillas = 5

Tiempo de ejecución en días hábiles:

$$\frac{35,531.40 \text{ m}^2}{5 \times 100 \frac{\text{m}^2}{\text{día}}} = 71 \text{ días hábiles}$$

En días calendario:

$$71 \times \frac{30}{25} = 85 \text{ días calendario} = T_o$$

De (1) se tiene:

$$T - T_p - O = \frac{T_o}{\alpha}$$

$$T - 0.10 T - 0.25 T = \frac{T_o}{\alpha}$$

$$0.65 T = \frac{T_o}{\alpha}$$

$$T = \frac{85}{0.65 \times 0.85} = 154 \text{ días}$$

$$T = \boxed{5 \text{ meses}}$$

6.5.- ALTERNATIVAS CONSTRUCTIVAS.

Los cuadros 6.3 y 6.4, son un resumen de las obras que se van a organizar. El movimiento de tierras puede ser ejecutado con el equipo estándar, lo mismo que el pavimento.

La carpeta asfáltica puede ser realizada teniendo una planta de asfalto en obra, comprando a terceros la mezcla asfáltica o preparando la mezcla asfáltica en obra mediante maquinaria como cargador frontal o tractor.

De estas tres alternativas utilizaremos la preparación de mezcla mediante una planta asfáltica, garantizándose la calidad de la obra. Para las veredas y sardineles es más económico utilizar encofrados metálicos colocados manualmente. El vaciado de concreto en ambos casos será mediante mezcladoras de 13 pies 3 de capacidad, por cuanto no existe en el mercado concreto premezclado y el más cercano está en la ciudad de Trujillo y el costo es demasiado elevado.

Se muestra una comparación de costos, requerimientos de mano de obra y rendimientos de

los encofrados de madera y metálicos colocados manualmente, para los sardineles.

6.6.- RITMOS DE PRODUCCION (v_i)

El ritmo de producción de una cadena es su velocidad media de producción, la cual se mide por su avance longitudinal promedio en la unidad de tiempo o el número de unidades que se producen en la unidad de tiempo.

$$V_i = \frac{a_i}{T_p}$$

Donde:

- a_i : Longitud de la obra que ejecutará la cadena i , N° de paños, etc.
 T_i : Tiempo de ejecución de la cadena i .

CUADRO COMPARATIVO DE ALTERNATIVAS CONSTRUCTIVAS

SARDINEL AISLADO

I.- Encofrados (incluye desencofrado)

a) Costos (1\$ < > 3.45 S/. oct. 2000)

Costo/ml (S/.)	
ARTESANAL	METÁLICO
MADERA	
14.47	6.15

b) Requerimiento de M.O/MI de encofrado

DESCRIPCION	HH/MI de encofrado	
	Artesanal Madera	Metálico
Calificado	0.57	0.54
No calificado	0.09	0.15
Total M.O.	0.66	0.69

c) Rendimientos (ml/día, 8 horas)

DESCRIPCION	ARTESANAL		METÁLICO	
	Cuadrilla Unitaria	Rendim.	Cuadrilla Unitaria	Rendim.
Encofrado	01 operario	47	01 operario	55
	01 peón		01 peón	
Desencofrado	01 oficial	93	01 oficial	110
	02 peón		01 peón	

CUADRO 6.3

N°	DESCRIPCION	N° DE UNIDAD DE PRODUCCION	LONGITUD (m)
1	Pistas	15	5,800.72
2	Veredas	15	17,765.7 (*)
3	Sardineles	15	14,002.6

(*) long. Promedio

6.7.- NORMAL TECNOLÓGICA

Es el desmembramiento de las cadenas especializadas en procesos y/u operaciones componentes simples o complejas que serán ejecutadas por las cadenas particulares en forma continua, constante y especializadas de obreros y equipos.

Criterios

1. La sub división debe ser tanta que permita asignar plenamente el trabajo a cada cadena particular.
2. A mayor volumen de trabajo es posible realizar un mayor particionamiento.
3. A mayor particionamiento los trabajos son más simples y especializados y por lo tanto requieren de mano de obra menos

especializada y permite obtener mayor productividad.

4. La obra debe ser subdividida tanto como se pueda controlar ya que en la obra se producen muchos imprevistos y la programación es una forma de controlar la obra.

El control se puede mejorar:

- Nivelando el ritmo de trabajo.
- Si todos los recursos pueden emplearse en su fecha de inicio más temprana o prevista.
- Reduciendo el desmembramiento de la obra, lo cual se puede lograr en la etapa de diseño o mecanizando el proceso.

NORMAL TECNOLÓGICA

PAVIMENTACION ZONA CENTRO SUR "A" - NUEVO CHIMBOTE

I.- CADENA ESPECIALIZADA DE PAVIMENTOS

- Excavación de material subrasante
 - Eliminación de material excedente
 - Preparación y compactación de subrasante
 - Sub - base
 - Base
 - Imprimación asfáltica
 - Carpeta asfáltica
 - Pintado
-

II.- CADENA ESPECIALIZADA DE SARDINELES

- Excavación
 - Eliminación de material por acarreo
 - Ácero
 - Encofrado
 - Concreto
 - Desencofrado
-

III.- CADENA ESPECIALIZADA DE VEREDAS

- Afirmado compactado
 - Encofrado
 - Concreto
 - Desencofrado
 - Curado
 - Sellado de juntas
-

6.8.- CÁLCULO DE LOS TIEMPOS POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN

K_i , es el tiempo que demora una cadena particular en un sector m:

$$K_i = \frac{M_i}{i_i} \text{ (En unidad de tiempo arbitrarias)}$$

Donde:

M_i : Es el volumen de trabajo que ejecutará la cadena i en la unidad de producción.

i_i : Es la intensidad de la cadena particular i

Las cadenas rítmicas que están asociadas a otra predominante tendrán valores de K_i , iguales al de la cadena predominante.

Los siguientes cuadros muestran los valores de K_i .

6.8.- CÁLCULO DE ACERCAMIENTOS (O_{im})

Se denomina acercamiento (O_{im}) de una cadena particular (i) con respecto a la cadena particular anterior ($i-1$), al intervalo de tiempo calculado con el objetivo de minimizar el riesgo de choque entre las dos cadenas.

El procedimiento para calcular ese intervalo de tiempo puede ser matemático o gráfico y depende del tipo de acercamiento a calcular; para nuestro caso se ha usado el siguiente acercamiento:

Acercamiento por unidad de producción

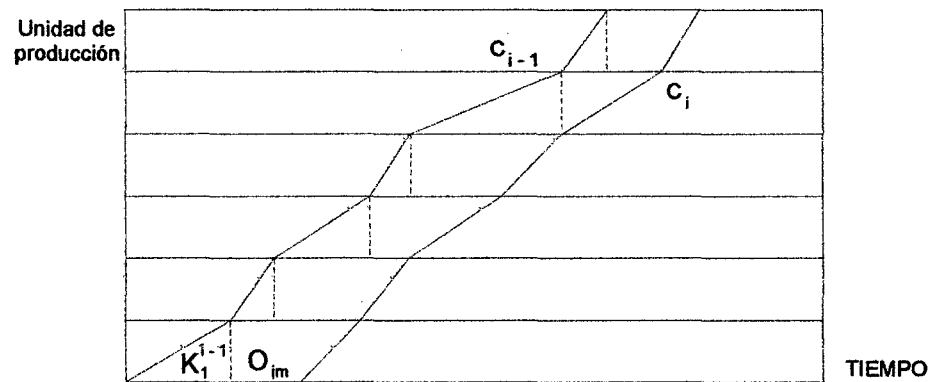
Procedimiento:
$$O_{im} = \left| \sum_1^{m-1} k^i - \sum_2^m k^{i-1} \right| \geq 0$$

Se toma el máximo de los O_{im} negativos en valor absoluto, en caso contrario O_{im} será igual a cero. La cadena "i" no puede empezar su trabajo

en ningún sector si la cadena $i - 1$, no ha concluido su trabajo en dicho sector.

$i-1$

K_1 : Es el tiempo que demora la cadena particular $(i-1)$ en una unidad de producción.



CUADRO DE TIEMPOS EN CADA UNIDAD DE PRODUCCION (PAVIMENTOS) 1RA ALTERNATIVA

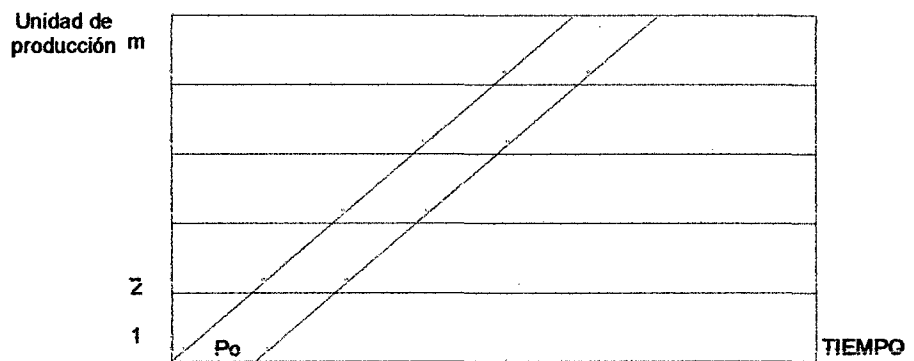
TRAMO	EXC. A NIVEL SUBR		ELIM. MAT. EXC.		PREP. COMPACT. SUBR		SUB - BASE		BASE		IMPRIMACION		CARPETA	
	M3	DÍAS	M3	DÍAS	M2	DÍAS	M2	DÍAS	M2	DÍAS	M2	DÍAS	M2	DÍAS
	METRADO	t	METRADO	t	METRADO	t	METRADO	t	METRADO	t	METRADO	t	METRADO	t
C1	1392.5	3.00	1525.90	4.00	18561.30	8.00	18561.30	12.00	18561.30	9.00	18561.30	6.00	17592.30	11.00
C2	793.60	2.00	869.60	2.00	10650.00	4.00	10650.00	7.00	10650.00	4.00	10650.00	4.00	9981.00	6.00
C3	1386.30	3.00	1519.00	4.00	18641.10	8.00	18641.10	13.00	18641.10	6.00	18641.10	6.00	16524.10	10.00
C4	600.30	2.00	673.80	2.00	8048.80	3.00	8048.80	5.00	8048.80	3.00	8048.80	3.00	7418.80	5.00
C5	1021.20	2.00	1146.10	3.00	13635.60	6.00	13635.60	9.00	13635.60	6.00	13635.60	4.00	12675.60	8.00
C6	1180.10	3.00	1274.50	3.00	5174.80	2.00	5174.80	4.00	5174.80	2.00	5174.80	2.00	3866.80	2.00
C7	1018.50	3.00	1099.90	3.00	7119.40	3.00	7119.40	5.00	7119.40	3.00	7119.40	2.00	5199.40	3.00
C8	1209.20	3.00	1451.10	4.00	7304.80	3.00	7304.80	5.00	7304.80	3.00	7304.80	2.00	5645.80	4.00
C9	1849.70	5.00	2143.90	5.00	7959.50	3.00	7959.50	5.00	7959.50	3.00	7959.50	3.00	5820.50	4.00
10	1841.00	5.00	2133.80	5.00	7650.00	3.00	7650.00	5.00	7650.00	3.00	7650.00	3.00	5670.00	4.00
11	1040.90	2.00	1249.10	3.00	4860.80	2.00	4860.80	3.00	4360.80	2.00	4860.80	1.00	3720.80	2.00
12	1003.60	2.00	1073.30	3.00	3220.00	1.00	3220.00	2.00	3220.00	1.00	3220.00	1.00	2577.60	2.00
13	1835.20	5.00	1481.30	4.00	3559.20	2.00	3559.20	3.00	3559.20	2.00	3559.20	1.00	3110.40	2.00
14	1130.00	3.00	1356.00	3.00	4452.60	2.00	4452.60	3.00	4452.60	2.00	4452.60	1.00	3219.60	2.00
15	1548.70	4.00	1656.20	4.00	5966.60	3.00	5966.60	4.00	5966.60	3.00	5966.60	2.00	3477.60	2.00
TOTALES	18,850.80	47.00	20,653.50	52.00	126,804.50	53.00	126,804.50	85.00	126,804.50	53.00	126,804.50	41.00	106,500.30	67.00

TIEMPOS EN CADA UNIDAD DE PRODUCCION (SARDINELES) 1RA ALTERNATIVA

CADENA	EXCAVACION ZANJA		ELIM. MAT. ACARREO		ENCOFRADO		ACERO		CONCRETO		DESENCOFRADO	
	REND. = 90 ml/d		REND. = 60 m3/d		REND. = 47 ml/d		REND. = 350 Kg/d		REND. = 120 ml/d		REND. = 93 ml/d	
	Und. ml	DÍAS	Und. m3	DÍAS	Und. ml	DÍAS	Und. ml	DÍAS	Und. ml	DÍAS	Und. ml	DÍAS
	METRADO	t	METRADO	t	METRADO	t	METRADO	t	METRADO	t	METRADO	t
01	2176.00	8.00	97.90	8.00	2176.00	9.00	3155.20	9.00	2175.00	9.00	2176.00	12.00
02	1372.40	5.00	61.80	5.00	1372.40	6.00	1990.40	6.00	1372.40	6.00	1372.40	7.00
03	2368.40	9.00	106.70	9.00	2368.40	10.00	3434.40	10.00	2368.40	10.00	2368.40	13.00
04	1314.40	5.00	59.10	5.00	1314.40	6.00	1906.10	5.00	1314.40	5.00	1314.40	7.00
05	2292.40	8.00	103.20	9.00	2292.40	10.00	3324.20	9.00	2292.40	9.00	2292.40	12.00
06	440.00	2.00	19.80	2.00	440.00	2.00	638.20	2.00	440.00	2.00	440.00	2.00
07	732.00	3.00	32.90	3.00	732.00	3.00	1061.60	3.00	732.00	3.00	732.00	4.00
08	716.00	3.00	32.20	3.00	716.00	3.00	1038.40	3.00	716.00	3.00	716.00	4.00
09	344.00	1.00	15.50	1.00	344.00	1.00	499.00	1.00	344.00	1.00	344.00	2.00
10	722.00	3.00	32.50	3.00	722.00	3.00	1047.10	3.00	722.00	3.00	722.00	4.00
11	416.00	1.00	18.70	1.00	416.00	2.00	603.40	2.00	416.00	2.00	416.00	2.00
12	292.00	1.00	13.10	1.00	292.00	1.00	423.60	1.00	292.00	1.00	292.00	2.00
13	204.00	1.00	9.20	1.00	204.00	1.00	296.00	1.00	204.00	1.00	204.00	1.00
14	434.00	1.00	9.50	1.00	434.00	2.00	629.50	2.00	434.00	2.00	434.00	2.00
15	179.00	1.00	8.10	1.00	179.00	1.00	259.80	1.00	179.00	1.00	179.00	1.00
TOTALES		52.00		53.00		60.00		58.00		58.00		

Sin acercamiento

Cuando las dos cadenas son rítmicas, entonces no es necesario calcular acercamientos, porque las cadenas son paralelas entre sí, en ese caso hay que dar el paso (P_0), que es el intervalo de tiempos existente entre las fechas de inicio de las dos cadenas.

**Cálculo de acercamientos totales (O^i)**

T

Es el intervalo de tiempo existente entre las fechas de inicio de las cadenas particulares contiguas, formado por la sumatoria de las interrupciones tecnológicas y organizativas que pudiera haber, el acercamiento O_m^i , más el tiempo que demora la primera cadena en la primera unidad de producción.

Si las cadenas son rítmicas O_T es igual al paso de la cadena, menos interrupciones tecnológicas y organizativas.

Algoritmos:

Si el acercamiento es por unidad de producción:

$$O^i_T = O^i_m + \sum t_T(i-1) + K^0(i-1,1)$$

Sin acercamiento:

$$O^i_T = P^i_0 + \sum t_T(i-1)$$

Leyenda:

O^i_m : Acercamiento de la cadena i

$\sum t_T(i-1)$: Interrupciones tecnológicas u organizativas de la cadena (i-1)

$K^0(i-1,1)$: Es el tiempo que se demora la cadena (i-1) en la unidad de producción 1.

P_0^i : Paso de la cadena rítmica i.

TIEMPO Y DURACION DE CADENAS (SARDINELES) 1RA ALTERNATIVA

UNIDAD PRODUCC.	Exc.	Elim.	Encofra	Acero	Concre	Desencofr
	Zanja	Mast.	do		to	ado
	C^A_1	C^A_2	C^A_3	C^A_4	C^A_5	C^A_6
1	8	8	9	9	9	12
2	5	5	6	6	6	7
3	9	9	10	10	10	13
4	5	5	6	5	5	7
5	8	9	10	9	9	12
6	2	2	2	2	2	2
7	3	3	3	3	3	4
8	3	3	3	3	3	4

9	1	1	1	1	1	2
10	3	3	3	3	3	4
11	1	1	2	2	2	2
12	1	1	1	1	1	2
13	1	1	1	1	1	1
14	1	1	2	2	2	2
15	1	1	1	1	1	1
Total	52	53	60	58	58	75
Horas						

Cálculo de Acercamientos (1RA ALTERNATIVA)

C_1^4	C_2^4	C_3^4	C_4^4	C_5^4	C_6^4	$\sum_1^{m-1} K_2^4$	$\sum_2^m K_1^4$	O_2^4	$\sum_1^{m-1} K_3^4$	$\sum_2^m K_2^4$	O_3^4	$\sum_1^{m-1} K_4^4$	$\sum_2^m K_3^4$	O_4^4	$\sum_1^{m-1} K_5^4$	$\sum_2^m K_4^4$	O_5^4	$\sum_1^{m-1} K_6^4$	$\sum_2^m K_5^4$	O_6^4
8	8	9	9	9	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	5	6	6	6	7	8	5	3	9	5	4	9	6	3	9	6	3	12	6	6
9	9	10	10	10	13	13	14	-1	15	14	-1	15	16	-1	15	16	-1	19	16	3
5	5	6	5	5	7	22	19	3	25	19	6	25	22	3	25	21	4	32	21	11
8	9	10	9	9	12	27	27	0	31	28	3	30	32	-2	30	30	0	39	30	9
2	2	2	2	2	2	36	29	7	41	30	11	39	34	5	39	32	7	51	32	19
3	3	3	3	3	4	38	32	6	43	33	10	41	37	4	41	35	6	53	35	18
3	3	3	3	3	4	41	35	6	46	36	10	44	40	4	44	38	6	57	38	19
1	1	1	1	1	2	44	36	8	49	37	12	47	41	6	47	39	8	61	39	22
3	3	3	3	3	4	45	39	6	50	40	10	48	44	4	48	42	6	63	42	21
1	1	2	2	2	2	48	40	8	53	41	12	51	46	5	51	44	7	67	44	23
1	1	1	1	1	2	49	41	8	55	42	13	53	47	6	53	45	8	69	45	24
1	1	1	1	1	1	50	42	8	56	43	13	54	48	6	54	46	8	71	46	25
1	1	2	2	2	2	51	43	8	57	44	13	55	50	5	55	48	7	72	48	24
1	1	1	1	1	1	52	44	8	59	45	14	57	51	6	57	49	8	74	49	25

Cálculo de acercamientos totales O_r^i (sardineles) 1ra alternativa.

Cadena	O_m^i	t	h	K_i	R^h	P_o	O_t
C_1^4	-	-	-	-	-	-	-
C_2^4	1	-	-	8	-	9	9
C_3^4	-	-	-	8	-	-	8
C_4^4	2	-	-	9	-	-	11

C^A_5	1	-	-	9	-	-	10
C^A_6	-	-	-	9	-	-	9

Cuadro de Fechas de inicio (1ra alternativa)

CADENA	O^i_T	ΣO^i_T	FI_i
C^A_1	-	-	1
C^A_2	9	9	10
C^A_3	8	17	18
C^A_4	11	28	29
C^A_5	10	38	39
C^A_6	9	47	48

Tiempo duración de cadenas (veredas) (1ra alternativa)

UNIDAD PRODUCC.	Afirmado	Encofrado	Concreto	Desencofrado	Curado	Sellado Juntas	Rampas p/minu sv.
	C^5_1	C^5_2	C^5_3	C^5_4	C^5_5	C^5_6	C^5_7
1	5	5	7	7	9	8	1
2	4	3	5	5	6	3	
3	5	4	6	7	8	7	1
4	3	3	3	4	4	4	
5	4	5	5	7	6	6	1
6	3	3	4	4	6	5	
7	4	3	5	5	5	5	1

8	4	4	6	6	7	7	
9	5	4	6	6	8	7	1
10	3	3	4	5	5	5	
11	3	3	4	4	5	4	1
12	3	2	4	3	4	4	
13	3	2	4	2	5	4	1
14	3	2	4	4	5	5	
15	4	2	5	3	6	6	2
Total Horas	56	48	72	72	89	80	9

Cálculo de acercamiento (1ra alternativa)

C_1^5	C_2^5	C_3^5	C_4^5	C_5^5	C_6^5	C_7^5	$\frac{\sum_1^5 K_2^5}{2}$	$\frac{\sum_2^5 K_3^5}{2}$	σ_1^5	$\frac{\sum_1^5 K_3^5}{2}$	$\frac{\sum_2^5 K_4^5}{2}$	σ_2^5	$\frac{\sum_1^5 K_4^5}{2}$	$\frac{\sum_2^5 K_5^5}{2}$	σ_3^5	$\frac{\sum_1^5 K_5^5}{2}$	$\frac{\sum_2^5 K_6^5}{2}$	σ_4^5	$\frac{\sum_1^5 K_6^5}{2}$	$\frac{\sum_2^5 K_7^5}{2}$	σ_5^5	$\frac{\sum_1^5 K_7^5}{2}$	$\frac{\sum_2^5 K_8^5}{2}$	σ_6^5
5	5	7	7	9	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	3	5	5	6	3		5	4	1	7	3	4	7	5	2	9	5	4	8	6	2			
5	4	6	7	8	7	1	8	9	1	12	7	5	12	11	1	15	12	3	11	14	-3			
3	3	3	4	4	4		12	12	0	18	10	8	19	14	5	23	16	7	18	18	0			
4	5	5	7	6	6	1	15	16	-1	21	15	6	23	19	4	27	23	4	22	24	-2			
3	3	4	4	6	5		20	19	1	26	18	8	30	23	7	33	27	6	28	30	-2			
4	3	5	5	5	5	1	23	23	0	30	21	9	34	28	6	39	32	7	33	35	-2			
4	4	6	6	7	7		26	27	-1	35	25	10	39	34	5	44	38	6	38	42	-4			
5	4	6	6	8	7	1	30	32	-2	41	29	12	45	40	5	51	44	7	45	50	-5			
3	3	4	5	5	5		34	35	-1	47	32	15	51	44	7	59	49	10	52	55	-3			
3	3	4	4	5	4	1	37	38	-1	51	35	16	56	48	8	64	53	11	57	60	-3			
3	2	4	3	4	4		40	41	-1	55	37	18	60	52	8	69	56	13	61	64	-3			
3	2	4	2	5	4	1	42	44	-2	59	39	20	63	56	7	73	58	15	65	69	-4			
3	2	4	4	5	5		44	47	-3	63	41	22	65	60	5	78	62	16	69	74	-5			
4	2	5	3	6	6	2	46	51	-5	67	43	24	69	65	4	83	65	18	74	80	-6			

Cálculo de acercamientos totales O_T^i (veredas) (1ra alternativa)

Cadena	O_m^i	t	h	K_1	K^h	P_o	O_t
C_1^5	-	-	-	-	-	-	-
C_2^5	5	-	-	5			10
C_3^5	-	-	-	5			5
C_4^5	-	-	-	7			7
C_5^5	-	-	-	7			7
C_6^5	6	-	-	9			15
C_7^5							

Cuadro de Fechas de inicio (1ra alternativa)

CADENA	O_T^i	$\sum O_T^i$	FI_i
C_1^5	-	-	1
C_2^5	10	10	11
C_3^5	5	15	16
C_4^5	7	22	23
C_5^5	7	29	30
C_6^5	15	44	45
C_7^5			

CÁLCULO DE INICIOS DE FECHAS DE LAS CADENAS PARTICULARES

(FI_i)

Son las fechas, en días hábiles, en que inician su trabajo las cadenas particulares.

$$FI_i = 1 + \sum_{j=2}^i O_T^j$$

Leyenda:

O_T^i : Acercamiento total de la cadena particular i , cuando sea complicado el cálculo matemático, queda la posibilidad de hacerlo gráficamente.

CÁLCULO DE LOS TIEMPOS ACUMULADOS (K_i^0)

Son las fechas, en días hábiles en que terminan su trabajo, las cadenas particulares en cada unidad de producción.

$$K_i^0 = FI_i - (1) + \sum_i^m K_i^0$$

Donde:

K_i^0 : Fecha en días hábiles, en que termina su trabajo la cadena particular i en la unidad de producción (m).

FI_i : Fecha en días hábiles en la que inicia su trabajo la cadena particular i

K_i^0 : Es el tiempo que demora la cadena particular i , en la unidad de producción (m).

Cómo cada K_i^0 está asociado a una unidad de producción.

6.11. DIBUJO DEL CICLOGRAMA

El ciclograma es un plano cartesiano, donde las abscisas representan el tiempo y las ordenadas las unidades de producción.

Las pendientes de las líneas quebradas son el ritmo de producción de las cadenas particulares y los puntos de quiebre indican las fechas en que las cadenas particulares inician (FI) o

terminan (FT) su trabajo en las unidades de producción (m).

Asimismo el ciclograma muestra la interrelación que existe entre las diferentes cadenas particulares.

CUADRO DE TIEMPOS ACUMULADOS (K^m) 1ra alternativa

UNIDA D PRODU CC	MOVIMIENTO DE TIERRAS		PAVIMENTOS			CARPETA ASFALTICA		
	K		K			K		
	C^1_1	C^1_2	C^2_1	C^2_2	C^2_3	C^3_1	C^3_2	C^3_3
FI	1	4	1	9	44	1	7	
1	3	7	8	20	51	6	17	
2	5	9	12	27	55	10	23	
3	8	13	20	40	63	16	33	
4	10	15	23	45	66	19	38	
5	12	18	29	54	72	23	46	
6	15	21	31	58	74	25	48	
7	18	24	34	63	77	27	51	
8	21	28	37	68	80	29	55	
9	26	33	40	73	83	32	59	
10	31	38	43	78	86	35	63	
11	33	41	45	81	88	36	65	
12	35	44	46	83	89	37	67	
13	40	48	48	86	91	38	69	
14	43	51	50	89	93	39	71	
15	47	55	53	93	96	41	73	

UNIDAD PRODUC C	SARDINELES						VEREDAS						
	K						K						
	C^A_1	C^A_2	C^A_3	C^A_4	C^A_5	C^A_6	C^B_1	C^B_2	C^B_3	C^B_4	C^B_5	C^B_6	C^B_7
FI	1	10	18	29	39	48	1	11	16	23	30	45	
1	8	17	26	37	47	59	5	15	22	29	38		
2	13	22	32	43	53	66	9	18	27	34	44		
3	22	31	42	53	63	79	14	22	33	41	52		
4	27	36	48	58	68	86	17	25	36	45	56		
5	35	45	58	67	77	98	21	30	41	52	62		
6	37	47	60	69	79	100	24	33	45	56	68		
7	40	50	63	72	82	104	28	36	50	61	73		
8	43	53	66	75	85	108	32	40	56	67	80		
9	44	54	67	76	86	110	37	44	62	73	88		
10	47	57	70	79	89	114	40	47	66	78	93		
11	48	58	72	81	91	116	43	50	70	82	98		
12	49	59	73	82	92	118	46	52	74	85	102		
13	50	60	74	83	93	119	49	54	78	87	107		
14	51	61	76	85	95	121	52	56	82	91	112		
15	52	62	77	86	96	122	56	58	87	94	118		

METRADO SARDINELES

UNID. DE PROD.	KILOMETRAJE		LONGITUD (ML)	METRADOS					
	INICIO	FIN		MOVIM. TIERRAS		CONCRETO			
				EXCAV.	ELIM. MAT.	ENCOFRADO	ACERO	VACEADO	DESENCOFRADO
				MANUAL	POR ACARREO				
1	0.00	494.00	494.00	2,176.00	97.90	2,176.00	3,155.40	2,176.00	2,176.00
2	494.00	775.54	281.54	1,372.40	61.80	1,372.40	1,990.20	1,372.40	1,372.40
3	775.54	1,267.33	491.79	2,368.40	106.70	2,368.40	3,434.40	2,368.40	2,368.40
4	1,267.33	1,534.23	266.90	1,314.40	59.10	1,314.40	1,906.10	1,314.40	1,314.40
5	1,534.23	1,988.23	454.00	2,292.40	103.20	2,292.40	3,324.20	2,292.40	2,292.40
6	1,988.23	2,286.02	297.79	440.00	19.80	440.00	638.20	440.00	440.00
7	2,286.02	2,703.82	417.80	732.00	32.90	732.00	1,061.60	732.00	732.00
8	1,534.23	1,973.03	438.80	716.00	32.20	716.00	1,038.40	716.00	716.00
9	775.54	1,223.14	447.60	344.00	15.50	344.00	499.00	344.00	344.00
10	1,223.14	1,491.44	268.30	434.00	19.50	434.00	629.50	434.00	434.00
11	1,223.14	1,668.64	445.50	722.00	32.50	722.00	1,047.10	722.00	722.00
12	1,668.64	1,936.94	268.30	416.00	18.70	416.00	603.40	416.00	416.00
13	1,623.94	1,936.94	313.00	292.00	13.10	292.00	423.60	292.00	292.00
14	1,936.94	2,368.94	432.00	204.00	9.20	204.00	296.00	204.00	204.00
15	1,491.44	1,974.44	483.00	179.00	8.10	179.00	259.80	179.00	179.00
	TOTALES		5,800.32	14,002.60	630.20	14,002.60	20,306.90	14,002.60	14,002.60

METRADO VEREDAS

UNIDAD DE PRODUCC.	KILOMETRAJE		LONGITUD (ML)	METRADOS						
	INICIO	FIN		MOVIM. TIERRAS	CONCRETO			CURADO	SELLADO DE JUNTAS	PAMPAS
				AFIRMADO	ENCOFRADO	VACEADO C°	DESENCOFRADO			
				M2	M2	M2	M2			
1	0.00	494.00	494.00	3,179.60	209.80	3,391.60	209.80	3,391.60	780.80	40
2	494.00	775.54	281.54	2,164.50	128.50	2,308.80	128.50	2,308.80	320.40	16
3	775.54	1,267.33	491.79	2,958.80	183.30	3,156.00	183.30	3,156.00	741.60	24
4	1,267.33	1,534.23	266.90	1,458.40	118.80	1,458.40	118.80	1,458.40	361.40	14
5	1,534.23	1,988.23	454.00	2,385.40	208.40	2,544.40	208.40	2,544.40	608.00	24
6	1,988.23	2,286.02	297.79	2,034.00	117.60	2,169.60	117.60	2,169.60	502.40	24
7	2,286.02	2,703.82	417.80	2,046.90	135.20	2,183.40	135.20	2,183.40	500.00	24
8	1,534.23	1,973.03	438.80	2,626.70	161.20	2,801.80	161.20	2,801.80	660.80	28
9	775.54	1,223.14	447.60	2,810.80	167.60	2,998.20	167.60	2,998.20	694.00	28
10	1,223.14	1,491.44	268.30	1,847.40	109.50	1,970.60	109.50	1,970.60	460.00	20
11	1,223.14	1,668.64	445.50	2,060.10	135.20	2,197.40	135.20	2,197.40	502.80	24
12	1,668.64	1,936.94	268.30	1,741.10	103.10	1,857.20	103.10	1,857.20	418.80	26
13	1,623.94	1,936.94	313.00	1,719.50	74.30	1,834.10	74.30	1,834.10	447.50	14
14	1,936.94	2,368.94	432.00	2,050.00	70.30	2,186.70	70.30	2,186.70	453.60	18
15	1,491.44	1,974.44	483.00	2,318.60	94.50	2,473.20	94.50	2,473.20	587.40	28
	TOTALES		5,800.32	33,401.80	2,017.30	35,531.40	2,017.30	35,531.40	8,039.50	352

METRADO DE PAVIMENTOS

UNID. DE PRODUC.	KILOMETRAJE		LONGITUD (MTS)	METRADOS							
	INICIO	FIN		CORTE TERRENO	ELIMAC. MATERIAL	PREPARAC. SUBRASANTE	COLOCACION SUB - BASE	COLOCACION BASE	IMPRIMAC. ASFÁLTICA	CARPETA ASFALTICA	PINTURA DE LINEAS DIVISIONES
1	0.00	494.00	494.00	1,392.50	1,525.90	18,561.30	18,561.30	18,561.30	18,561.30	17,592.30	1,976.00
2	494.00	775.54	281.54	793.60	869.60	10,650.00	10,650.00	10,650.00	10,650.00	9,981.00	1,126.20
3	775.54	1,267.33	491.79	1,386.30	1,519.00	18,641.10	18,641.10	18,641.10	18,641.10	16,524.10	1,967.20
4	1,267.33	1,534.23	266.90	600.30	673.80	8,048.80	8,048.80	8,048.80	8,048.80	7,418.80	1,067.60
5	1,534.23	1,988.23	454.00	1,021.20	1,146.10	13,635.60	13,635.60	13,635.60	13,635.60	12,675.60	1,816.00
6	1,988.23	2,286.02	297.79	1,180.10	1,274.50	5,174.80	5,174.80	5,174.80	5,174.80	3,866.80	587.60
7	2,286.02	2,703.82	417.80	1,018.50	1,099.90	7,119.40	7,119.40	7,119.40	7,119.40	5,199.40	835.60
8	1,534.23	1,973.03	438.80	1,209.20	1,451.10	7,304.80	7,304.80	7,304.80	7,304.80	5,645.80	877.60
9	775.54	1,223.14	447.60	1,849.70	2,143.90	7,959.50	7,959.50	7,959.50	7,959.50	5,820.50	895.20
10	1,223.14	1,491.44	268.30	1,130.00	1,356.00	4,452.60	4,452.60	4,452.60	4,452.60	3,219.60	536.60
11	1,223.14	1,668.64	445.50	1,841.00	2,133.80	7,650.00	7,650.00	7,650.00	7,650.00	5,670.00	891.00
12	1,668.64	1,936.94	268.30	1,040.90	1,249.10	4,860.80	4,860.80	4,860.80	4,860.80	3,720.80	536.60
13	1,623.94	1,936.94	313.00	1,003.60	1,073.30	3,220.00	3,220.00	3,220.00	3,220.00	2,577.60	313.00
14	1,936.94	2,368.94	432.00	1,835.20	1,481.30	3,559.20	3,559.20	3,559.20	3,559.20	3,110.40	432.00
15	1,491.44	1,971.44	483.00	1,548.70	1,656.20	5,966.60	5,966.60	5,966.60	5,966.60	3,477.60	483.00
	TOTALES		5,800.32	18,850.80	20,653.50	126,804.50	126,804.50	126,804.50	126,804.50	106,500.30	14,341.20

INTERRELACIÓN DE CADENAS.

Se tendrá presente los siguientes criterios:

- El objeto de construcción se dividirá primero en unidades de producción que serán por cuadradas, tal como se indica en el anexo, para tener un control físico de la obra en forma definida, por cuanto las cuadradas son objetos permanentes e invisibles en el tiempo.
- Las cadenas especializadas que tengan un sistema de unidades de producción diferente o rítmico, también se complementarán con el sistema por cuadradas, a fin de visualizarla con respecto a esta, para un mejor control físico.
- Teniendo presente la experiencia y el conocimiento con respecto a la obra en mención en las siguientes entidades, Municipalidad Provincial del Santa, Nuevo Chimbote y Virú se presenta el siguiente orden o secuencia lógica de las cadenas especializadas:

1°.- Se iniciará con los trabajos preliminares y provisionales.

2°.- Paralelamente se ejecutará la cadena especializada de veredas.

3°.- Luego se inicia la cadena especializada de sardineles.

4°.- y se culmina con las cadenas especializadas de pavimento y carpeta asfáltica en ese orden.

Con esta secuencia se logra las siguientes mejoras:

1. Se reduce el metrado real en obra de sub - base, imprimación y carpeta asfáltica, por cuanto se tiene definido la sección de la vía con las veredas y sardineles.

2. No se altera el rendimiento de la cuadrilla de excavación porque el terreno es suelto y no compactado.
 3. Se reduce el tiempo de ejecución de la obra.
- El inicio de cada cadena especializada será inmediatamente después de culminar la primera unidad de producción por cuadra, de la cadena especializada anterior, a excepción de la cadena especializada de veredas por ser la primera.
 - Las unidades de producción, pueden ser pequeñas o menores sustancialmente en otros sistemas, pero se tendrá que culminar la unidad de producción por cuadra, esto se hace con la finalidad de que no exista congestión o cruce de cuadrillas o equipos en el frente de trabajo, aunque sea este abierto y horizontal.

Es necesario indicar que en los ciclogramas, se indican en el eje de las abscisas dos columnas, para los sistemas de unidades de producción "A" y "B". Para el sistema de unidades de producción por cuerdas es "A" y para el sistema de unidades de producción por m², ml, etc. según sea el caso "B".

ALTERNATIVA N° 01

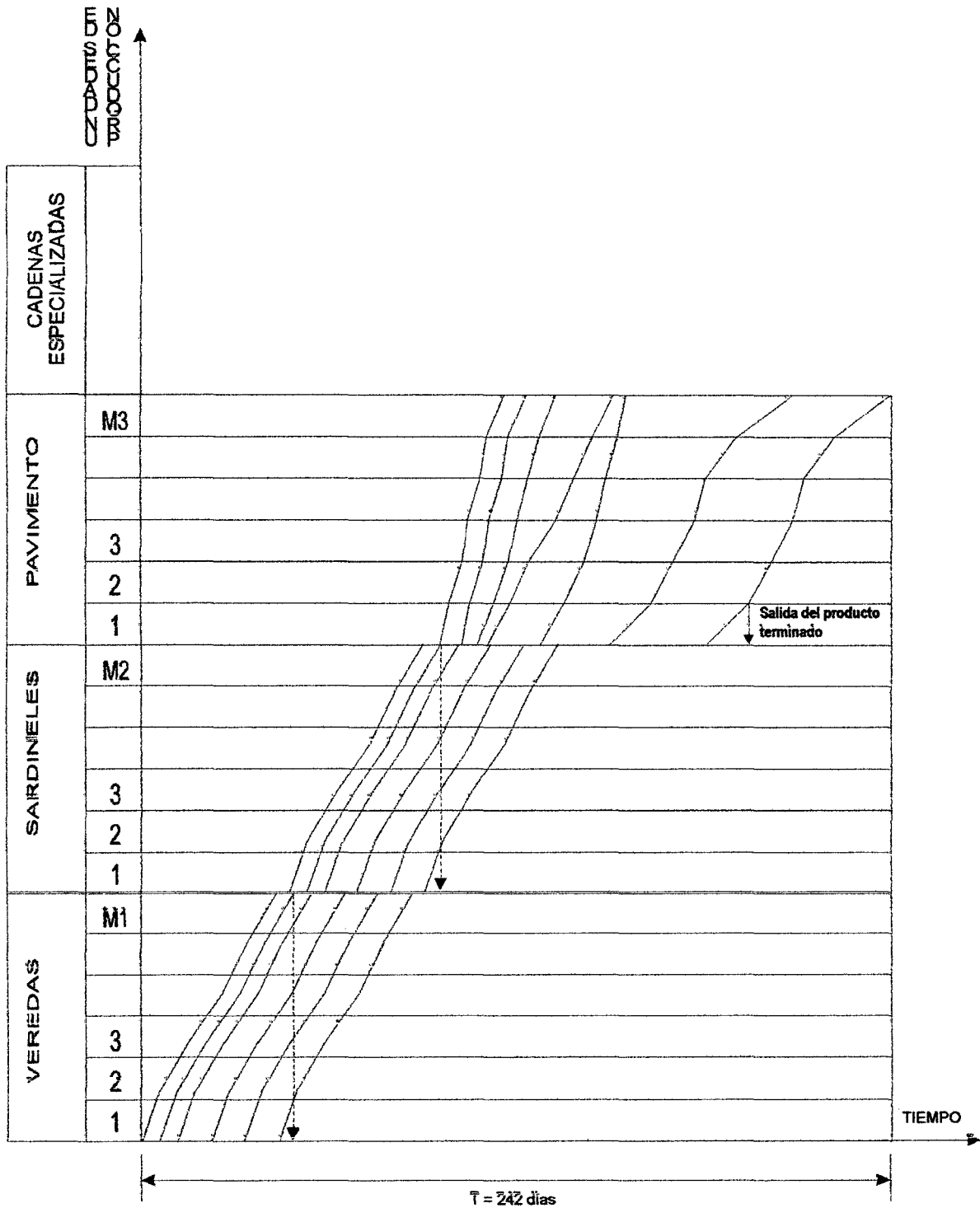
Se presenta como un caso demostrativo del método en cadena.

En este caso las cadenas particulares son arrítmicas, porque las unidades de producción son por cuadras y por lo tanto diferentes entre sí, el tiempo de duración de las cadenas particulares en cada unidad de producción es generalmente mayor que la unidad (1 día), por lo tanto se tendría que esperar este tiempo para empezar la siguiente cadena particular, este hecho hace que el tiempo de duración de la cadena objeto sea grande o elevado.

En el caso de movimiento de tierras por ejemplo, se tendría en la primera unidad de producción de corte de terreno 3 días, por lo tanto habría que esperar ese tiempo para iniciar con la eliminación, mientras tanto todo el desmonte se acumulará, lo cual es perjudicial para los movimiento de la maquinaria pesada y para los moradores de la zona.

En las veredas también se tendría el siguiente problema, el afirmado se colocaría y compactaría en 5 días y para empezar la siguiente actividad de encofrado tendríamos que esperar este tiempo más el tiempo organizativo (t_r) de 5 días haciendo un total de 10 días, durante el cual todo el área de afirmado puede sufrir deterioro por diferentes factores climatológicos, fortuitos, por los moradores, etc. no garantizándose la calidad de la obra.

Como se dijo en un principio esta alternativa solamente es demostrativa y nos sirve para comprender el método descrito y calcular los tiempos y demás parámetros.



RITMO DE CADENA DE PAVIMENTOS (PRIMERA ALTERNATIVA)

CAD. PART.	DESCRIPCION	METRAIDOS		CUADRILLA UNITARIA	EQUIPO	RENDIM. UNITARIO	TIEMPO Tu (DÍAS)	PROGRAMADO		INTERRUPCIONES TECNOLOGICAS	INTENSIDAD (i) RITMO (v)
		UND.	CANTIDAD					f	(i) DÍAS		
1	Excavación a nivel de sub rasante	M3	18,850.80	4 peones	1 tractor oruga 140 - 160 HP	400 m3/d	47	1	47		Variable
2	Eliminación de material excedente	M3	20,653.50	1 operario 1 oficial	1 cargador frontal 125 HP 3 volquetes 10 m3	400 m3/d	51	1	52		Variable
3	Preparación y compactación de subrasante	M2	126,804.50	1 oficial 4 peones	1 motoniveladora 125 HP 1 Rippers 150 HP 1 camión cisterna 2000 gln 1 rodillo liso vibratorio autopropulsado.	1200 m2/d	106	2	53		Variable
4	Sub - base e = 0.20 m.	M2	126,804.50	1 capataz. 1 oficial 4 peones	1 motoniveladora 125 HP 1 rodillo liso vibratorio autopropulsado 9 Ton	1500 m2/d	85	1	85		Variable
5	Base e = 0.20 m	M2	126,804.50	1 capataz. 1 oficial 6 peones	1 motoniveladora 125 HP 1 rodillo liso vibratorio autopropulsado 9 ton	1200 m2/d	106	2	53		Variable
6	Imprimación asfáltica	M2	126,804.50	1 capataz. 2 oficiales 3 peones	1 barredora mecánica 10-20HP 1 camión imprimador 210 HP	3000 m2/d	42	1	42	1 día	Variable
7	Carpeta asfáltica en frío	M2	106,500.30	3 oficiales 8 peones 0.5 capataz	1 cargador frontal 125HP 1 pavimentadora 69 HP 1 rodillo 3 ruedas 10 - 15 TM 1 rodillo tandem 94HP/8-14 Ton 4 volquetes 10 m3	1600 m2/d	67	1	67		Variable

RITMO DE CADENAS - VEREDAS (PRIMERA ALTERNATIVA)

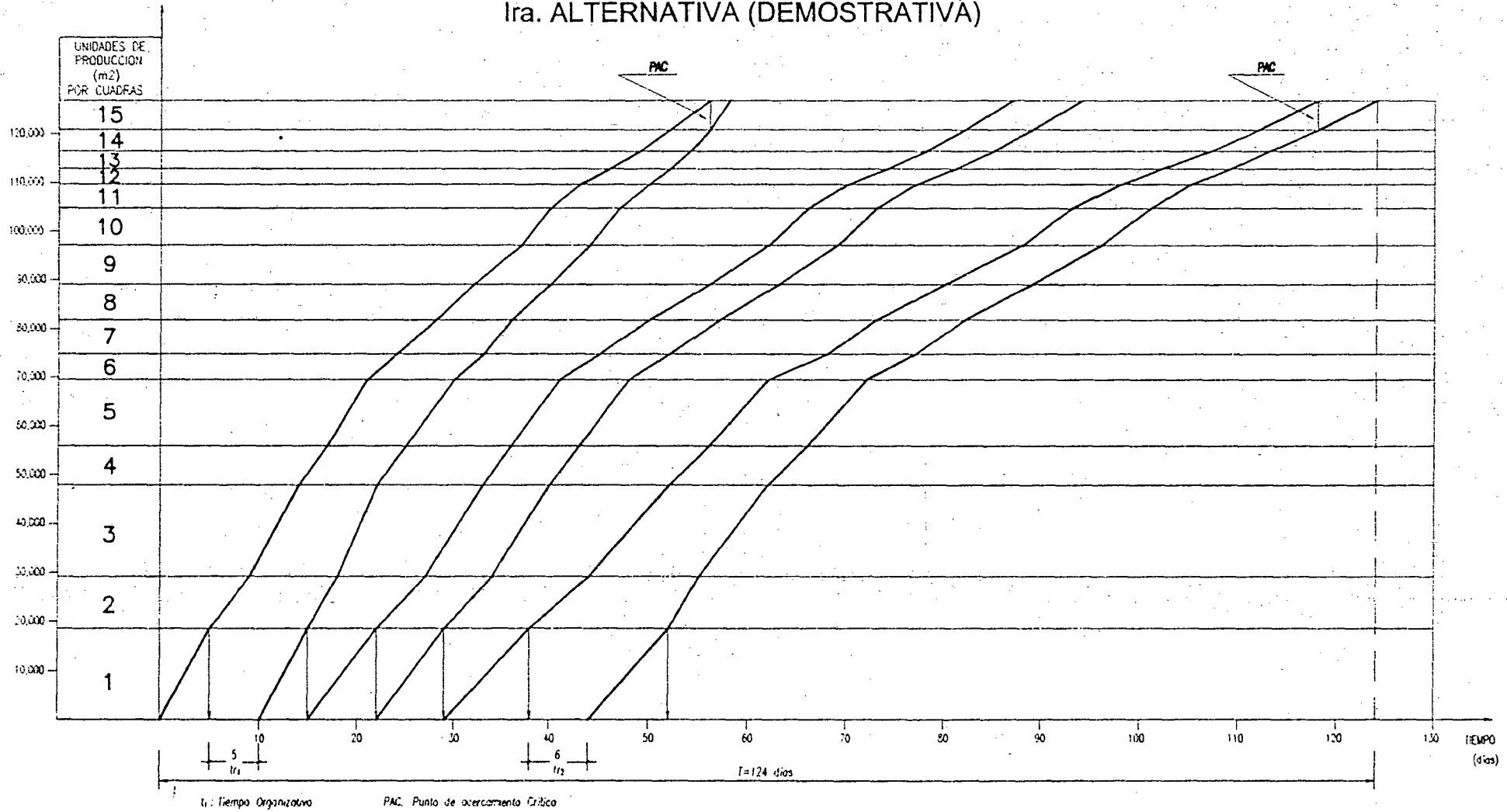
CAD. PARTIC.	DESCRIPCION	METRADOS		CUADRILLA UNITARIA	EQUIPO	RENDIM. UNITARIO	TIEMPO T _u (DIAS)	PROGRAMADO		INTERRUPCIONES TECNOLOGICAS	INTENSIDAD (i) RITMO (v)
		UND.	CANTIDAD					f	(i) DIAS		
1	Afirmado para veredas	M2	33,401.80	1 operario 1 oficial 8 peones	compactadora tipo plancha 7 HP	200 m2/d	167	3	56		Variable
2	Encofrado	M2	2,017.30	1 operario 1 oficial	Herramientas	14 m2/d	144	3	48		Variable
3	Vaceado de concreto	M2	35,531.40	6 peones 1 oficial 8 peones	1 mezcladora de 7 pies 3	100 m2/d	355	5	71		Variable
4	Desencofrado	M2	2,017.30	1 operario 1 oficial	Herramientas	28 m2/d	72	1	72		Variable
5	Curado	M2	35,531.40	1 peon	Herramientas	200 m2/d	178	2	89		Variable
6	Sellado de juntas	ML	8,039.50	1 operario 1 peon	Herramientas	100 ml/d	80	1	80	7 dias	Variable
7	Rampas para minusválidos	UND.	352.00	6 operarios 1 oficial 8 peones	Herramientas	40 und/d	9	1	72		Variable

RITMO DE CADENAS - SARDINELES (PRIMERA ALTERNATIVA)

CAD. PARTIC.	DESCRIPCION	METRADOS		CUADRILLA UNITARIA	EQUIPO	RENDIM. UNITARIO	TIEMPO Tu (DIAS)	PROGRAMADO		INTERRUPCIONES TECNOLOGICAS	INTENSIDAD (i) RITMO (v)
		UND.	CANTIDAD					f	(t) DIAS		
1	Excavación de zanja	ML	14,002.60	1 Peon	Herramientas	90 ml/d	156	3	52		Variable
2	Eliminación de material/acarreo	ML	630.20	1 Peon	Herramientas	6.0 m3/d	105	2	53		Variable
3	encofrado	ML	14,002.60	1 operario 1 oficial	Herramientas	47 ml/d	298	5	60		Variable
4	acero	KG	20,306.90	1 operario 1 oficial	Herramientas	350 kg/d	58	1	58		Variable
5	vaciado de concreto	ML	14,002.60	8 operarios 8 oficiales 10 peones	1 mezcladora de 7 pies 3	120 ml/d	117	2	58		Variable
6	desencofrado	ML	14,002.60	1 oficial 2 peones	Herramientas	93 ml/d	151	2	75		Variable

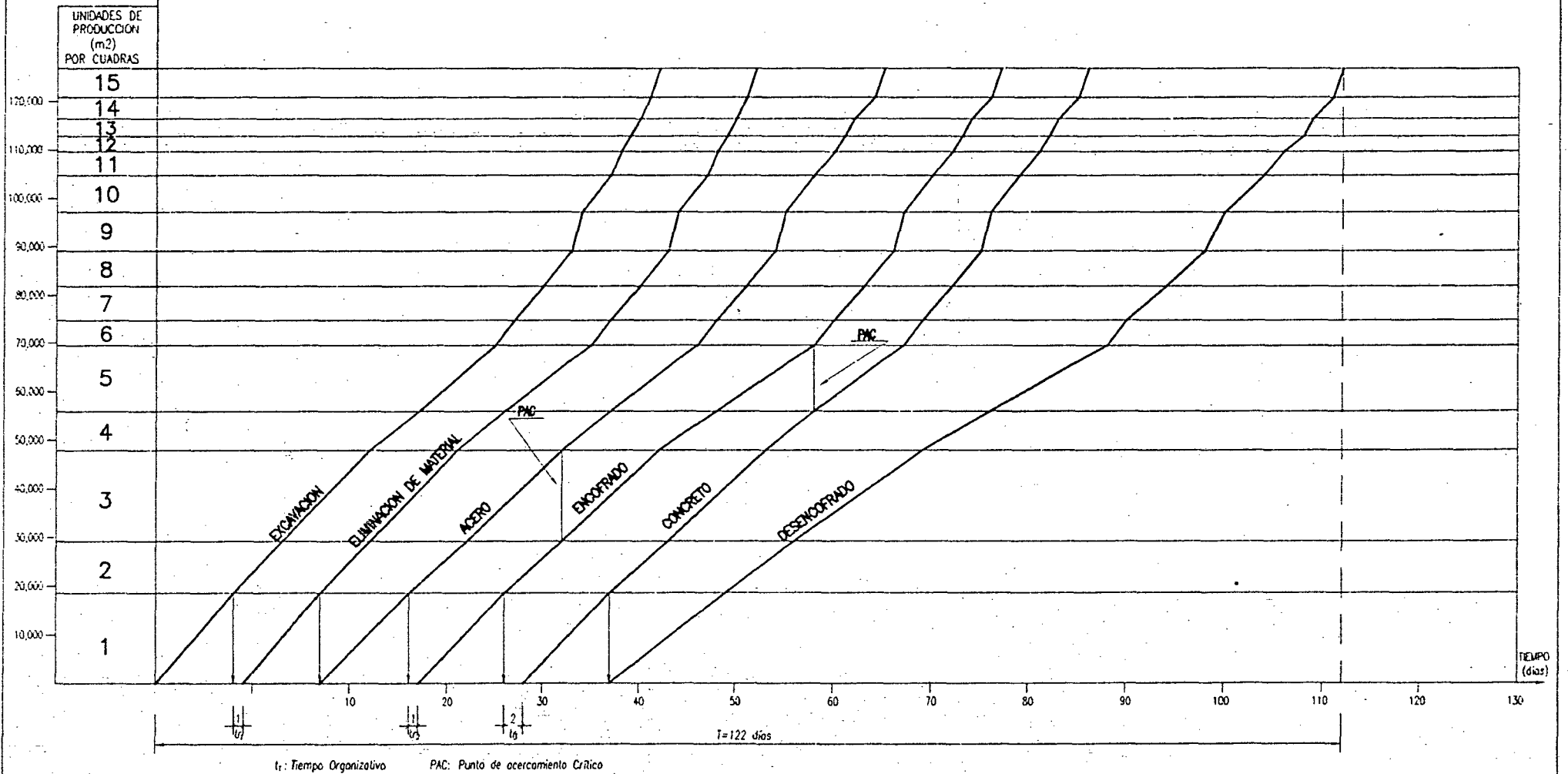
CICLOGRAMA DE LA CADENA ESPECIALIZADA DE VEREDAS

Ira. ALTERNATIVA (DEMOSTRATIVA)



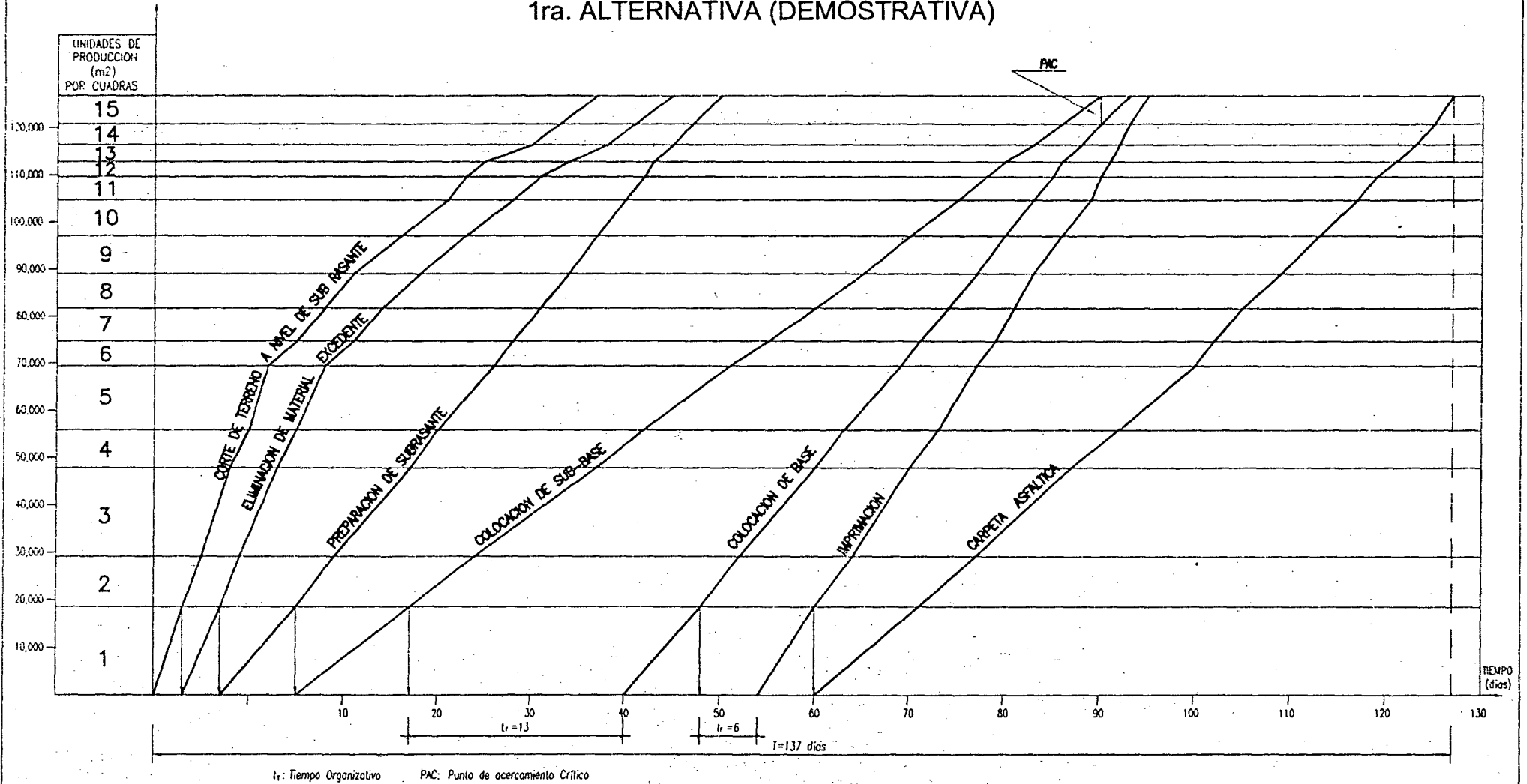
CICLOGRAMA DE LA CADENA ESPECIALIZADA DE SARDINELES

1ra. ALTERNATIVA (DEMOSTRATIVA)



CICLOGRAMA DE LA CADENA ESPECIALIZADA DE PAVIMENTOS

1ra. ALTERNATIVA (DEMOSTRATIVA)

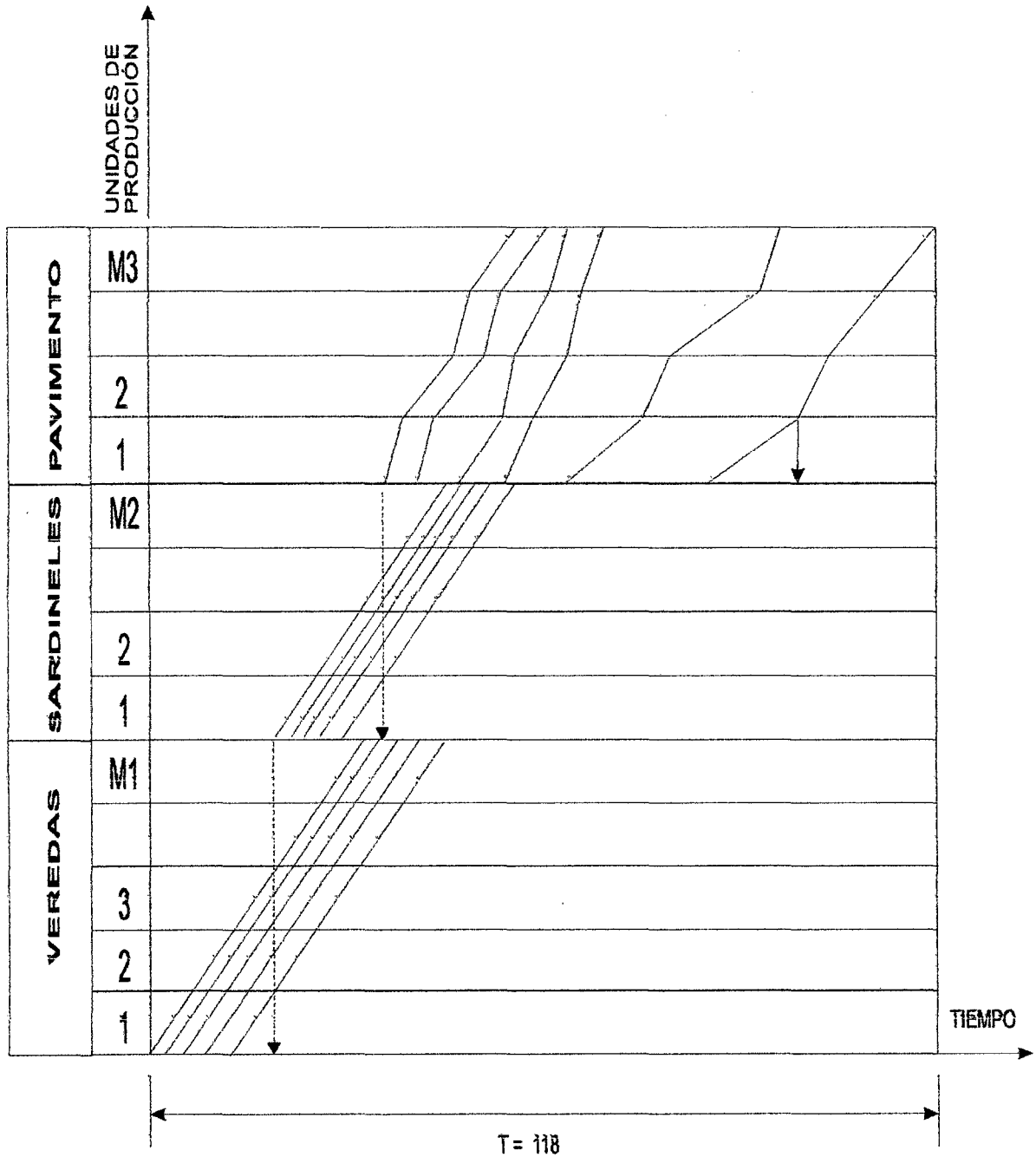


ALTERNATIVA N° 02

El control de la obra, físicamente se sugiere que se realice mediante las unidades de producción por cuadradas.

En esta alternativa las cadenas especializadas por sardineles y veredas se están programando en forma rítmica es decir el sistema de unidades producción se ha variado de cuadradas a metros lineales y metros cuadrados, en sardineles y veredas respectivamente, las unidades de producción son iguales en estas veredas. Asimismo en estas cadenas se realizaron las siguientes combinaciones:

- En los sardineles se forma una sola cuadrilla unitaria de excavación y eliminación debido a que al trabajar separadamente se alarga el tiempo de ejecución y también se eliminan tiempos muertos y no se tendrá la zanja abierta con el desmonte esperando a que se termine la unidad de producción, además estas dos actividades son simultáneas.
- En las veredas se aplica el mismo criterio para las actividades de desencofrado y curado por ser actividades simultáneas, optimizando de esta manera el tiempo de ejecución.
- En la cadena especializada de pavimentos se incrementa el número de cuadrillas en las actividad de sub base optimizando de esta manera el tiempo de ejecución.



RITMO DE CADENA PAVIMENTOS (SEGUNDA ALTERNATIVA)

CAD. PARTIC.	DESCRIPCION	METRADOS		CUADRILLA UNITARIA	EQUIPO	RENDIM. UNITARIO	TIEMPO T _u (DIAS)	PROGRAMADO		INTERRUPCIONES TECNOLOGICAS	INTENSIDAD (i) RITMO (v)
		UND.	CANTIDAD					f	(i) DIAS		
1	Excavación a nivel de sub rasante	M3	18,850.80	4 peones	1 tractor oruga 140 - 160 HP	400 m3/d	47	1	47		Variable
2	Eliminación de material excedente	M3	20,653.50	1 operario 1 oficial	1 cargador frontal 125 HP 3 volquetes 10 m3	400 m3/d	52	1	52		Variable
3	Preparación y compactación de subrasante	M2	126,804.50	1 oficial 4 peones	1 motoniveladora 125 HP 1 Rippers 150 HP 1 camión sistema 2000 gln 1 rodillo liso vibratorio autopropulsado	* 1500 m2/d	84.00	2	42		Variable
4	Sub - base e = 0.20 m.	M2	126,804.50	1 capataz 1 oficial 4 peones	1 motoniveladora 125 HP 1 rodillo liso vibratorio autopropulsado 9 Ton	1500 m2/d	84.00	2	42		Variable
5	Base e = 0.20 m	M2	126,804.50	1 capataz 1 oficial 6 peones	1 motoniveladora 125 HP 1 rodillo liso vibratorio autopropulsado 9 ton	* 1500 m2/d	84.00	2	42		Variable
6	Imprimación asfáltica	M2	126,804.50	1 capataz 2 oficiales 3 peones	1 barredora mecánica 10-20HP 1 camión imprimador 210 HP	3000 m2/d	42.00	1	42		Variable
7	Carpeta asfáltica en frío	M2	106,500.30	3 oficiales 8 peones 0.5 capataz	1 cargador frontal 125HP 1 pavimentadora 69 HP 1 rodillo 3 ruedas 10 - 15 TM 1 rodillo tandem 94HP/8-14 Ton 4 volquetes 10 m3	2000 m2/d	53.00	1	53		Variable

* 10 horas/día

RITMO DE CADENA DE VEREDAS (SEGUNDA Y TERCERA ALTERNATIVA)

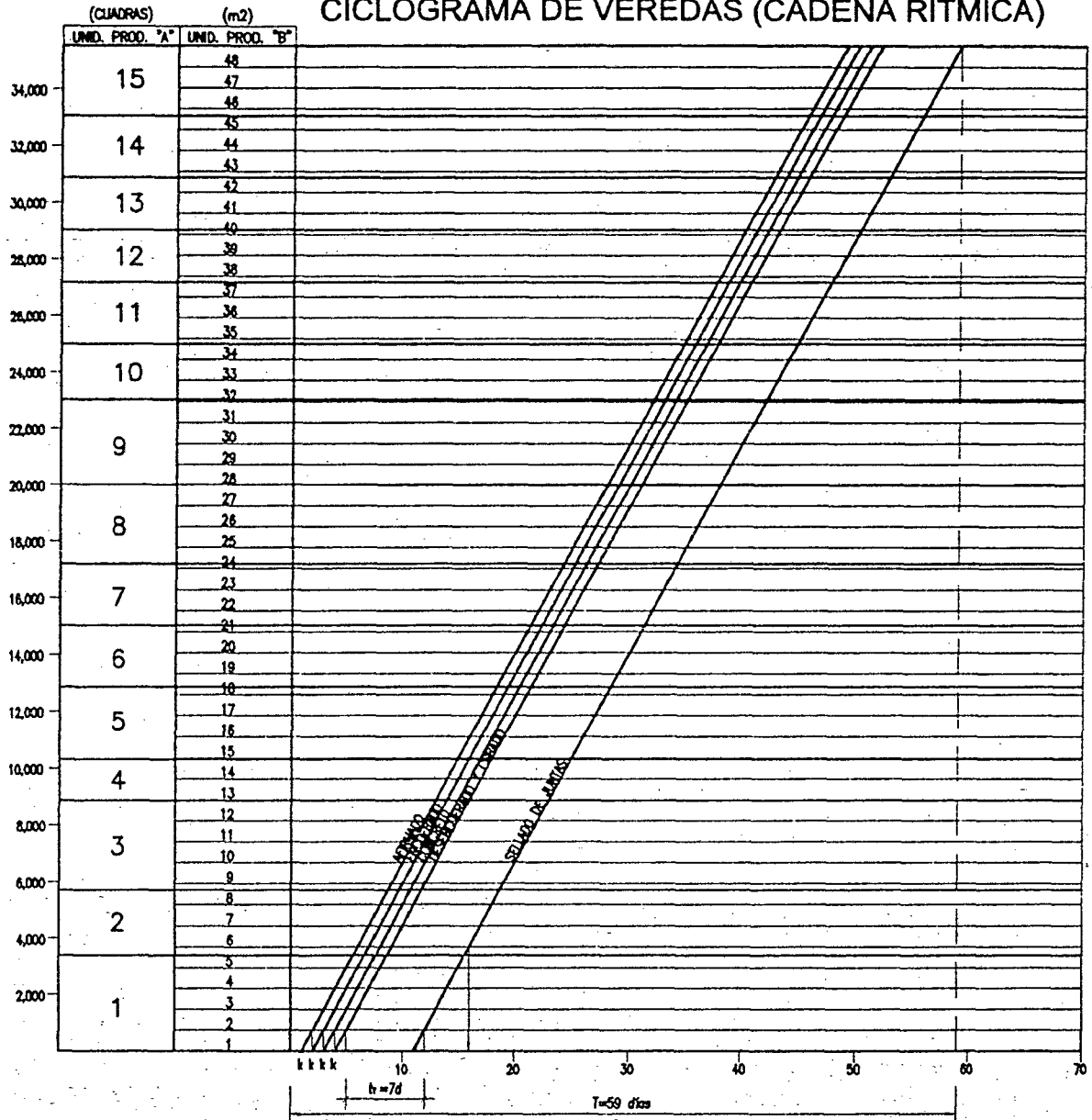
CAD. PARTIC.	DESCRIPCION	METRADOS		CUADRILLA UNITARIA	EQUIPO	RENDIM. UNITARIO	TIEMPO T _u (DIAS)	PROGRAMADO		INTERRUPCIONES TECNOLOGICAS	INTENSIDAD (i) RITMO (v)
		UND.	CANTIDAD					f	(i) DIAS		
1	Afirmado para veredas	M2	33,401.80	1 operario 1 oficial 8 peones	compactadora tipo plancha 7 HP	* 250 m ² /d	137	3	48		695.90 m ² /d 740.20 m ² /d
2	Encofrado	M2	2,017.30	1 operario 1 oficial	Herramientas	14 m ² /d	144	3	48		42.20 m ² /d 740.20 m ² /d
3	Vaceado de concreto	M2	35,531.40	6 peones 1 oficial 8 peones	1 mezcladora de 7 pies 3	* 125 m ² /d	284	6	48		740.20 m ² /d 740.20 m ² /d
4	Desencofrado	M2	2,017.30	1 operario 1 oficial	Herramientas	28 m ² /d	72	2	36		
5	Curado	M2	35,531.40	1 peon	Herramientas	* 250 m ² /d	142	3	48		740.20 m ² /d 740.20 m ² /d
6	Sellado de juntas	ML	8,039.50	1 operario 1 peon	Herramientas	100 ml/d	80	2	48		167.50 ml/d 740.20 ml/d
7	Ranipas para minusválidos	UND.	352.00	6 operarios 1 oficial 8 peones	Herramientas	40 und/d	9	1	9		

* 10 horas/día

RITMO DE LA CADENA- SARDINELES (SEGUNDA Y TERCERA ALTERNATIVA)

CAD. PARTIC.	DESCRIPCION	METRADOS		CUADRILLA UNITARIA	EQUIPO	RENDIM. UNITARIO	TIEMPO T _u (DIAS)	PROGRAMADO		INTERRUPCIONES TECNOLOGICAS	INTENSIDAD (i) RITMO (v)
		UND.	CANTIDAD					f	(i) DÍAS		
1	Excavación de zanja	ML	14,002.60	1 Peon	Herramientas	90 ml/d	156	4	39		359 ml/d 359 ml/d
2	Eliminación de material/acarreo	ML	630.20	1 Peon	Herramientas	6.0 m3/d	105	3	39		16.20 m3/d 359 ml/d
3	encofrado	ML	14,002.60	1 operario 1 oficial	Herramientas	59 ml/d	237	6	39		359 ml/d 359 ml/d
4	acero	KG	20,306.90	1 operario 1 oficial	Herramientas	350 kg/d	58	2	39		520.7 Kg/d 359 ml/d
5	vaciado de concreto	ML	14,002.60	8 operarios 8 oficiales 10 peones	1 mezcladora de 7 pies 3	120 ml/d	117	3	39		359 ml/d 359 ml/d
6	desencofrado	ML	14,002.60	1 oficial 2 peones	Herramientas	93 ml/d	151	4	39		359 ml/d 359 ml/d

CICLOGRAMA DE VEREDAS (CADENA RITMICA)



CALCULOS:

$$T = (n-1)k + \sum r$$

$$T = (5-1)(1) + 7 = 11$$

$$T = 11$$

$$T_{op} = nk + \sum r$$

$$= 5(1) + 7 = 12$$

$$T_{op} = 12$$

$$T = (m+n-1)k + \sum r$$

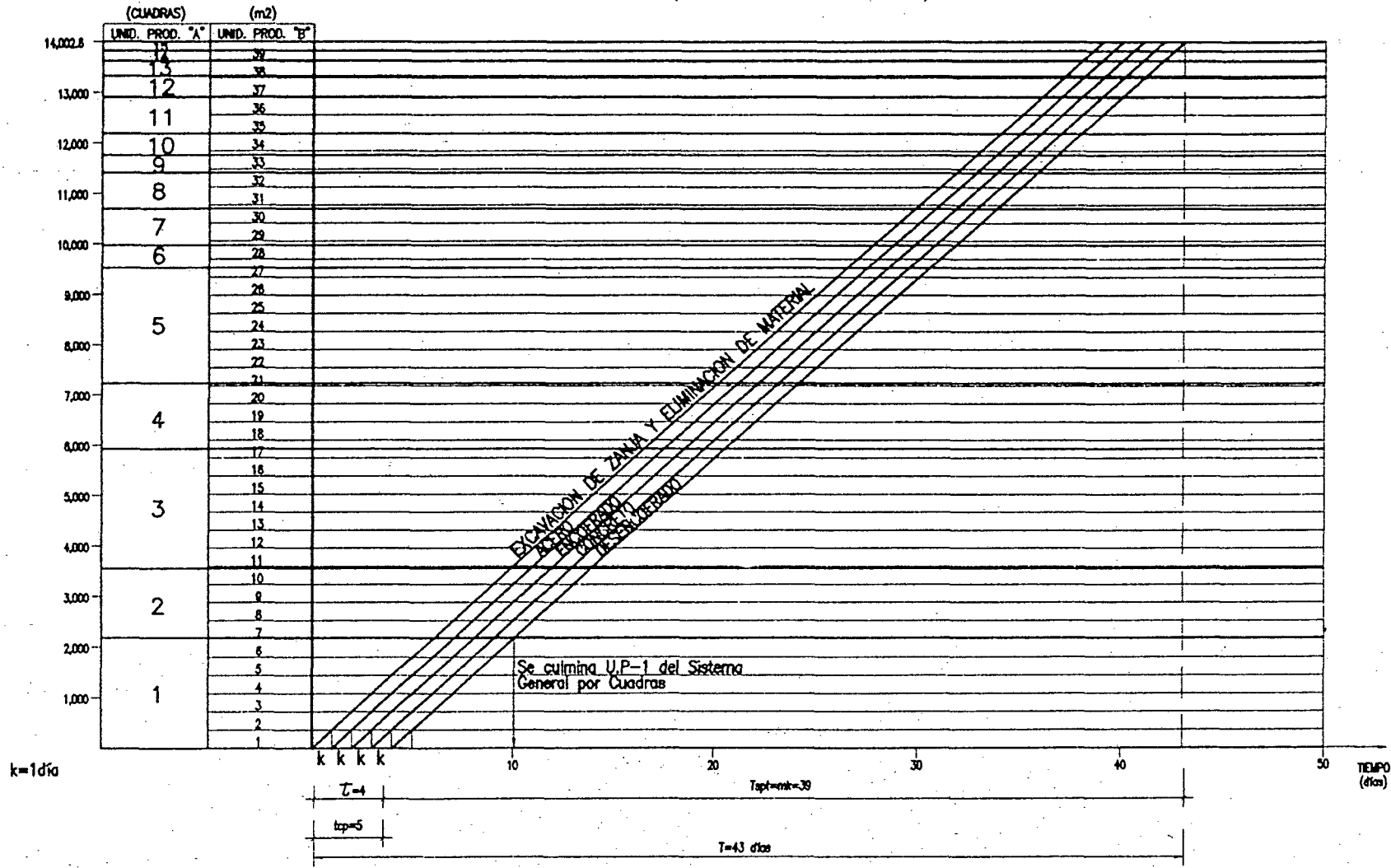
$$T = (48+5-1)(1) + 7$$

$$T = 52 + 7$$

$$T = 59$$

t_r : Tiempo Organizativo

CICLOGRAMA SARDINELES (CADENA RITMICA)



CALCULOS:

$$\tau = (n-1)k + \sum tr$$

$$\tau = (5-1)(1) + 0 = 4$$

$$\tau = 4$$

$$\tau_{op} = nk + \sum tr$$

$$= 5(1) + 0 = 5$$

$$\tau_{op} = 5$$

$$T = (m+n-1)k + \sum tr$$

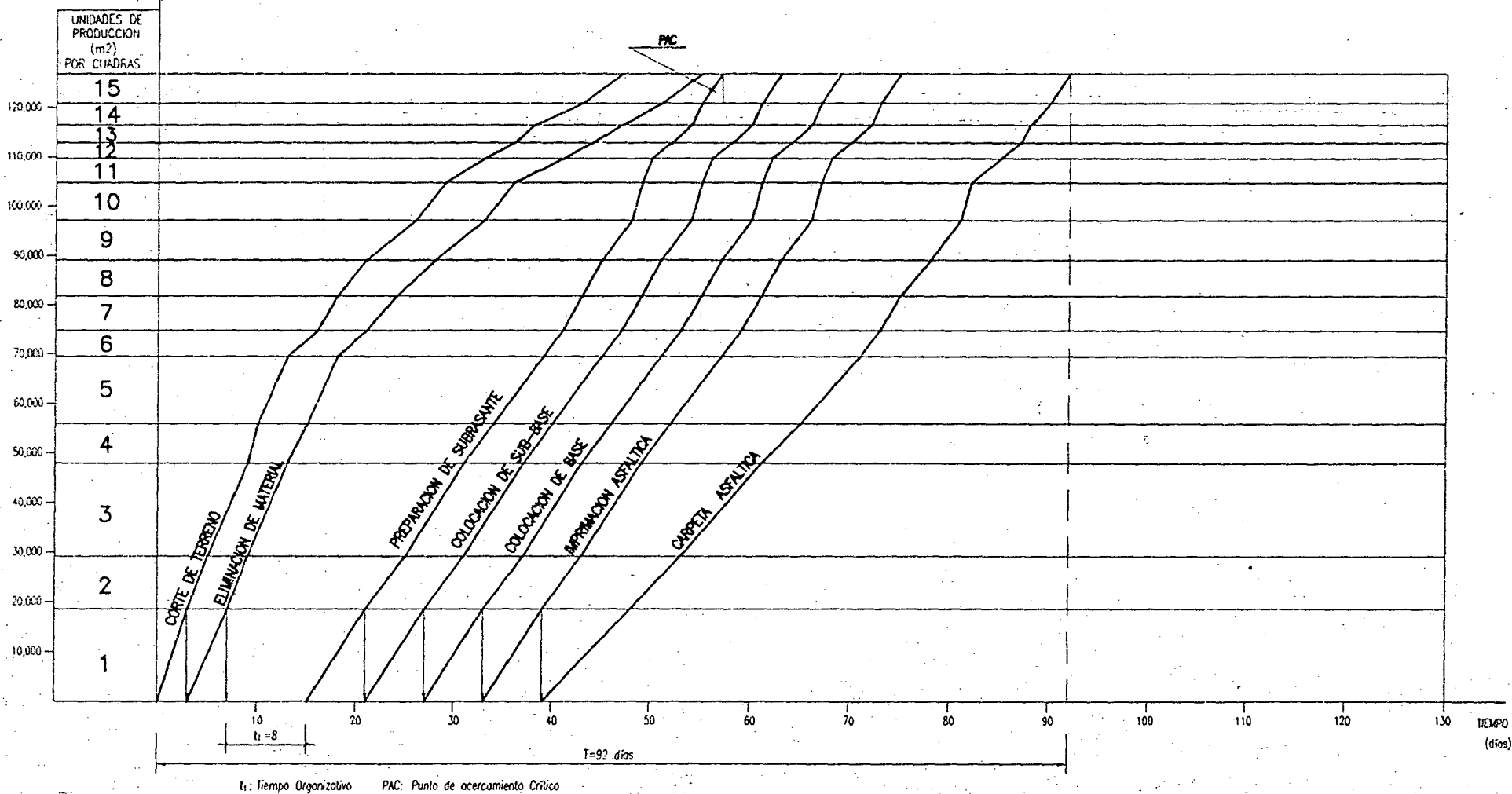
$$T = (39+5-1)(1) + 0$$

$$T = 43 + 0$$

$$T = 43$$

tr: Tiempo Organizativo

CICLOGRAMA DE LA CADENA ESPECIALIZADA DE PAVIMENTOS 2da. ALTERNATIVA



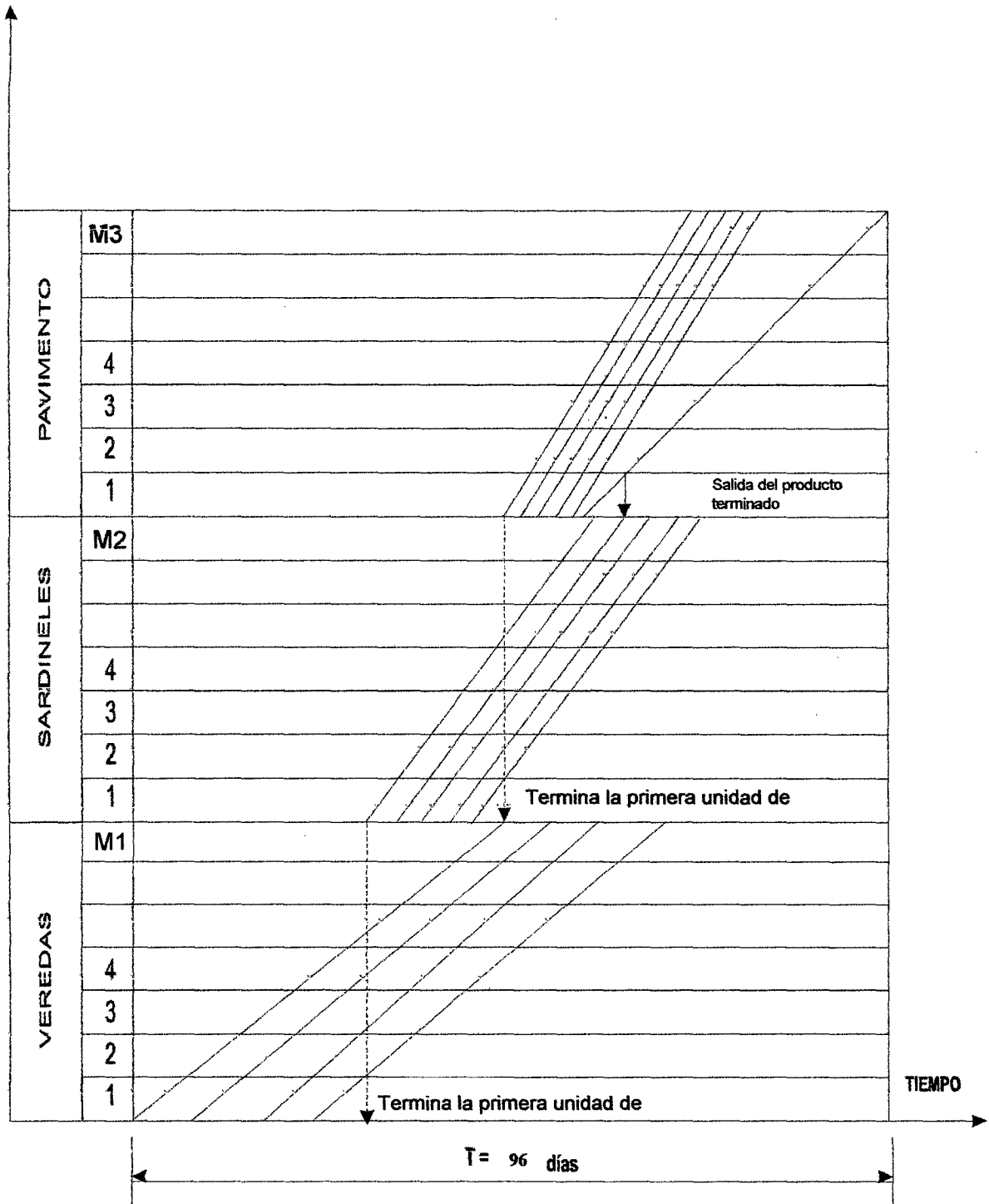
TERCERA ALTERNATIVA.

Se iniciará la ejecución de la obra con las veredas y sardineles, teniendo de esta manera definido el trazo de la vía, asimismo se economizará en lo que se refiere al área de subrasante, sub base e imprimación, etc. por cuanto si se inician antes estas actividades se tendría que ejecutar un adicional en los extremos de las vías (adyacentes a las veredas y sardineles). En esta alternativa el rendimiento de la excavación de sardineles no se verá disminuido ya que se trabajaría con material, caso contrario sucede cuando se tiene que excavar en la base y sub base compactada, donde el rendimiento disminuye.

En la cadena especializada de sardineles y veredas no se tiene una cadena particular que domine el ritmo por cuanto se está trabajando con un ritmo común para cada cadena particular donde los que varía o es variables en el número de cuadrillas.

En la cadena especializada de pavimento se han unido todas las cadenas particulares, en esta cadena especializada, la cadena particular de mayor ritmo o la más acelerada es o son las de movimiento de tierras por lo tanto el resto de cadenas particulares se nivelarán a estas dos primeras, a excepción de la cadena particular de carpeta asfáltica.

Con el fin de nivelar los ritmos, en la cadena especializada de pavimentos en las cadenas particulares de subrasante y base se trabajarán 10 horas por día, asimismo en las cadenas particulares de eliminación de material excedente y de carpeta asfáltica, en la cadena particular de corte de terreno se trabajará 9 horas por día.



RITMO DE LA CADENA PAVIMENTOS (TERCERA ALTERNATIVA)

CAD. PARTIC.	DESCRIPCION	METRADOS		CUADRILLA UNITARIA	EQUIPO	RENDIM. UNITARIO	TIEMPO T _u (DÍAS)	PROGRAMADO		INTERRUPCIONES TECNOLOGICAS	INTENSIDAD (i) RITMO (v)
		UND.	CANTIDAD					f	(i) DÍAS		
1	Excavación a nivel de sub rasante	M3	18,850.80	4 peones	1 tractor oruga 140 - 160 HP	9 h/día 450 m ³ /d	42	1	42		449.00 m ³ /d 3019.20 m ² /d
2	Eliminación de material excedente	M3	20,653.50	1 operario 1 oficial	1 cargador frontal 125 HP 3 volquetes 10 m ³	10 h/día 500 m ³ /d	41	1	42		491.8 m ³ /d 3019.20 m ² /d
3	Preparación y compactación de subrasante	M2	126,804.50	1 oficial 4 peones	1 motoniveladora 125 HP 1 Rippers 150 HP 1 camión sistema 2000 gln 1 rodillo liso vibratorio autopropulsado	10 h/día 1500 m ² /d	84	2	42		3019.20 m ² /d 3019.20 m ² /d
4	Sub - base e = 0.20 m.	M2	126,804.50	1 capataz 1 oficial 4 peones	1 motoniveladora 125 HP 1 rodillo liso vibratorio autopropulsado 9 Ton	10 h/día 1500 m ² /d	84	2	42		3019.20 m ² /d 3019.20 m ² /d
5	Base e = 0.20 m	M2	126,804.50	1 capataz 1 oficial 6 peones	1 motoniveladora 125 HP 1 rodillo liso vibratorio autopropulsado 9 ton	10 h/día 1500 m ² /d	84	2	42		3019.20 m ² /d 3019.20 m ² /d
6	Imprimación asfáltica	M2	126,804.50	1 capataz 2 oficiales 3 peones	1 barredora mecánica 10-20HP 1 camión imprimador 210 HP	3000 m ² /d	42	1	42	1 día	3019.20 m ² /d 3019.20 m ² /d
7	Carpeta asfáltica en frío	M2	106,500.30	3 oficiales 8 peones 0.5 capataz	1 cargador frontal 125HP 1 pavinadora 69 HP 1 rodillo 3 ruedas 10 - 15 TM 1 rodillo tandem 94HP/8-14 Ton 4 volquetes 10 m ³	10 h/día 2000 m ² /d	53	1	53		2009.4 m ² /d 2392.5 m ² /d

RITMO DE CADENA DE VEREDAS (SEGUNDA Y TERCERA ALTERNATIVA)

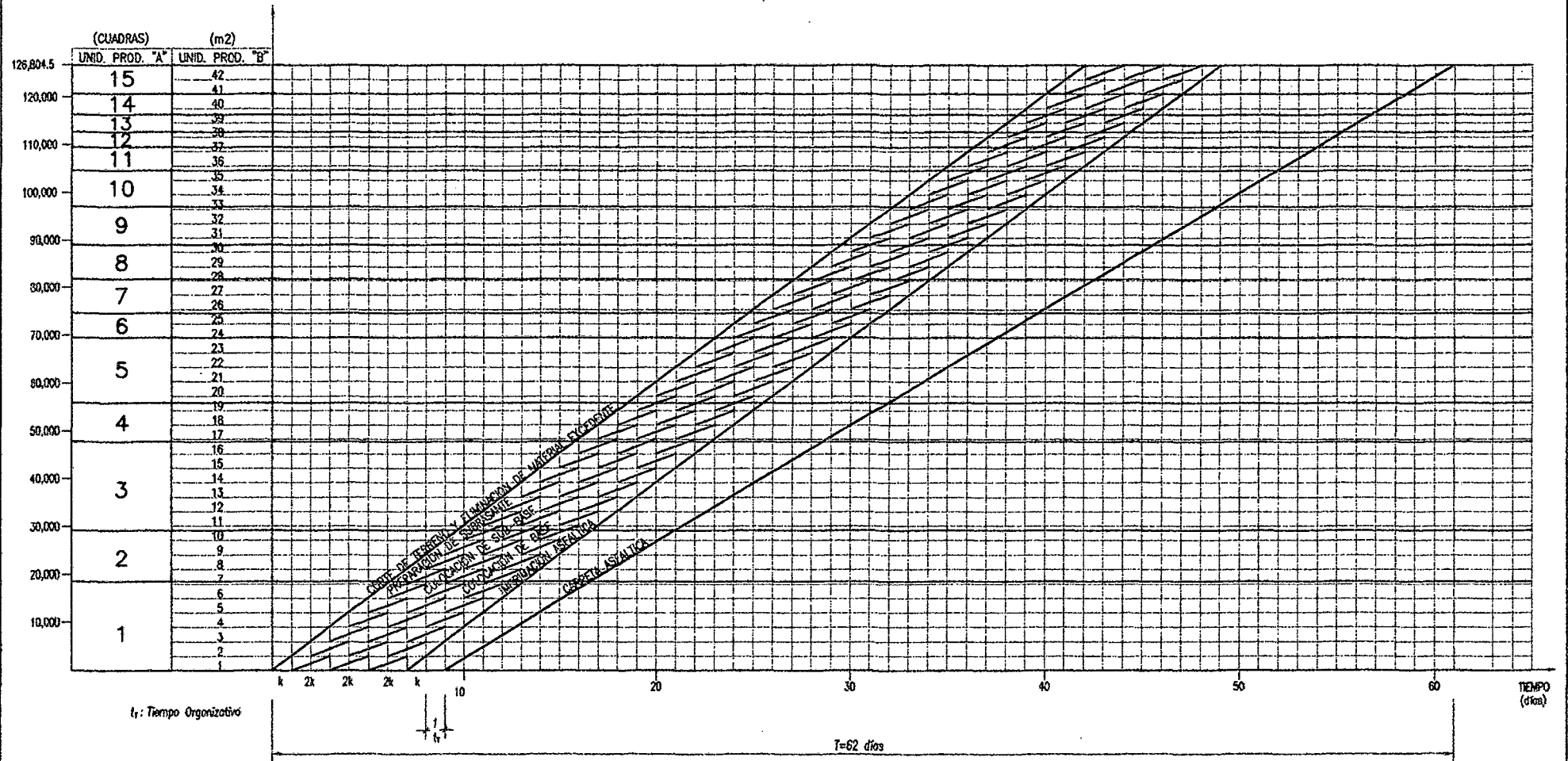
CAD. PARTIC.	DESCRIPCION	METRADOS		CUADRILLA UNITARIA	EQUIPO	RENDIM. UNITARIO	TIEMPO T _u (DIAS)	PROGRAMADO		INTERRUPCIONES TECNOLOGICAS	INTENSIDAD (i) RITMO (v)
		UND.	CANTIDAD					f	(i) DIAS		
1	Afirmado para veredas	M2	33,401.80	1 operario 1 oficial 8 peones	compactadora tipo plancha 7 HP	* 250 m2/d	137	3	48		695.90 m2/d 740.20 m2/d
2	Encofrado	M2	2,017.30	1 operario 1 oficial	Herramientas	14 m2/d	144	3	48		42.20 m2/d 740.20 m2/d
3	Vaceado de concreto	M2	35,531.40	6 peones 1 oficial 8 peones	1 mezcladora de 7 pies 3	* 125 m2/d	284	6	48		740.20 m2/d 740.20 m2/d
4	Desencofrado	M2	2,017.30	1 operario 1 oficial	Herramientas	28 m2/d	72	2	36		
5	Curado	M2	35,531.40	1 peon	Herramientas	* 250 m2/d	142	3	48		740.20 m2/d 740.20 m2/d
6	Sellado de juntas	ML	8,039.50	1 operario 1 peon	Herramientas	100 ml/d	80	2	48		167.50 ml/d 740.20 ml/d
7	Ranipas para minusválidos	UND.	352.00	6 operarios 1 oficial 8 peones	Herramientas	40 und/d	9	1	9		

* 10 horas/día

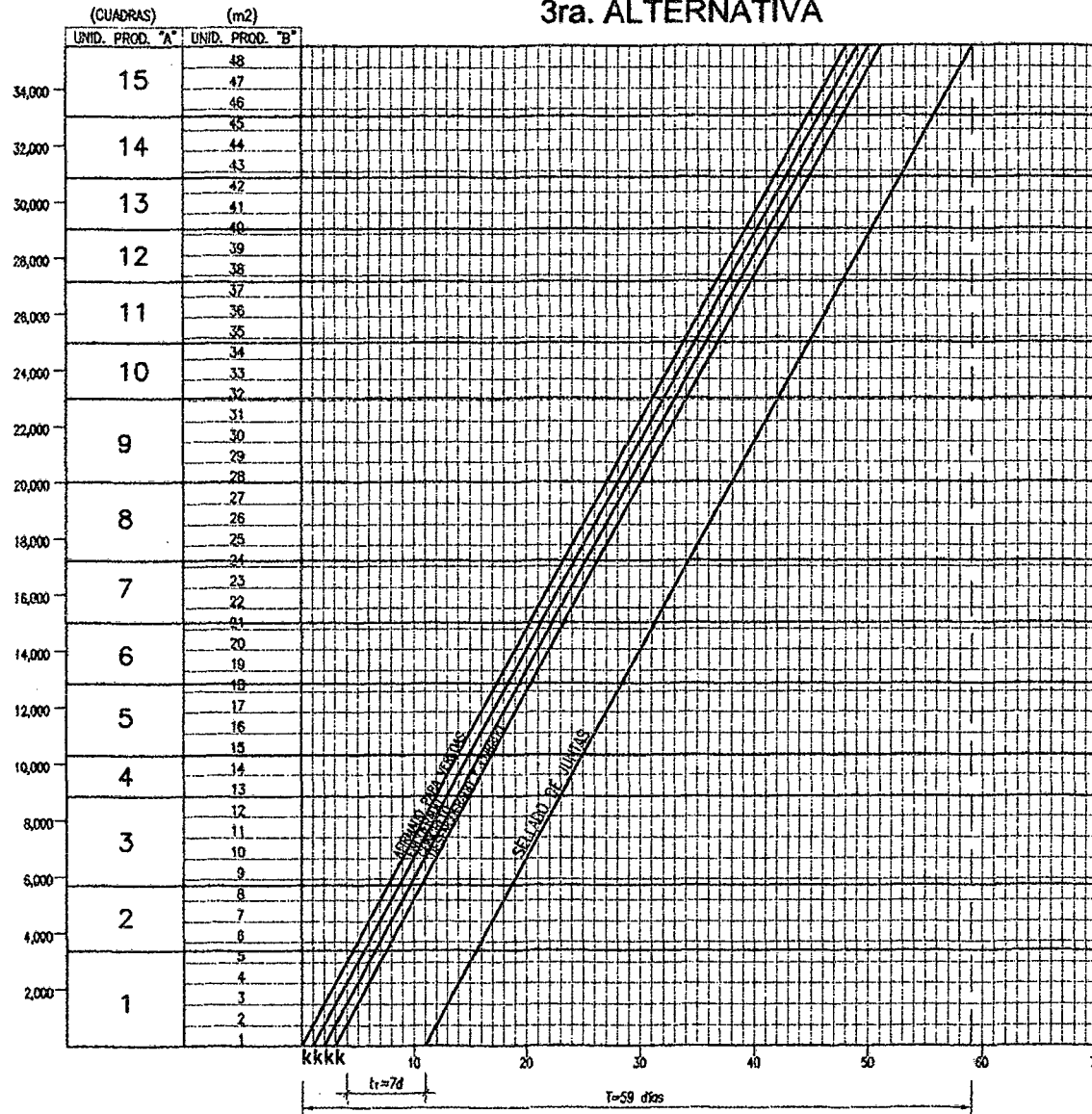
RITMO DE LA CADENA- SARDINELES (SEGUNDA Y TERCERA ALTERNATIVA)

CAD. PARTIC.	DESCRIPCION	METRADOS		CUADRILLA UNITARIA	EQUIPO	RENDIM. UNITARIO	TIEMPO T _u (DIAS)	PROGRAMADO		INTERRUPCIONES TECNÓLOGICAS	INTENSIDAD (i) RITMO (v)
		UND.	CANTIDAD					f	(i) DÍAS		
1	Excavación de zanja	ML	14,002.60	1 Peon	Herramientas	90 ml/d	156	4	39		359 ml/d 359 ml/d
2	Eliminación de material/acarreo	ML	630.20	1 Peon	Herramientas	6.0 m3/d	105	3	39		16.20 m3/d 359 ml/d
3	encofrado	ML	14,002.60	1 operario 1 oficial	Herramientas	59 ml/d	237	6	39		359 ml/d 359 ml/d
4	acero	KG	20,306.90	1 operario 1 oficial	Herramientas	350 kg/d	58	2	39		520.7 Kg/d 359 ml/d
5	vaciado de concreto	ML	14,002.60	8 operarios 8 oficiales 10 peones	1 mezcladora de 7 pies 3	120 ml/d	117	3	39		359 ml/d 359 ml/d
6	desencofrado	ML	14,002.60	1 oficial 2 peones	Herramientas	93 ml/d	151	4	39		359 ml/d 359 ml/d

CICLOGRAMA DE LA CADENA ESPECIALIZADA DE PAVIMENTOS 3ra. ALTERNATIVA



CICLOGRAMA DE LA CADENA ESPECIALIZADA DE VEREDAS 3ra. ALTERNATIVA



CALCULOS:

$$T = (n-1)k + \sum t_r$$

$$T = (5-1)(1) + 7 = 11$$

$$T = 11$$

$$T_{op} = nk + \sum t_r$$

$$= 5(1) + 7 = 12$$

$$T_{op} = 12$$

$$T = (m+n-1)k + \sum t_r$$

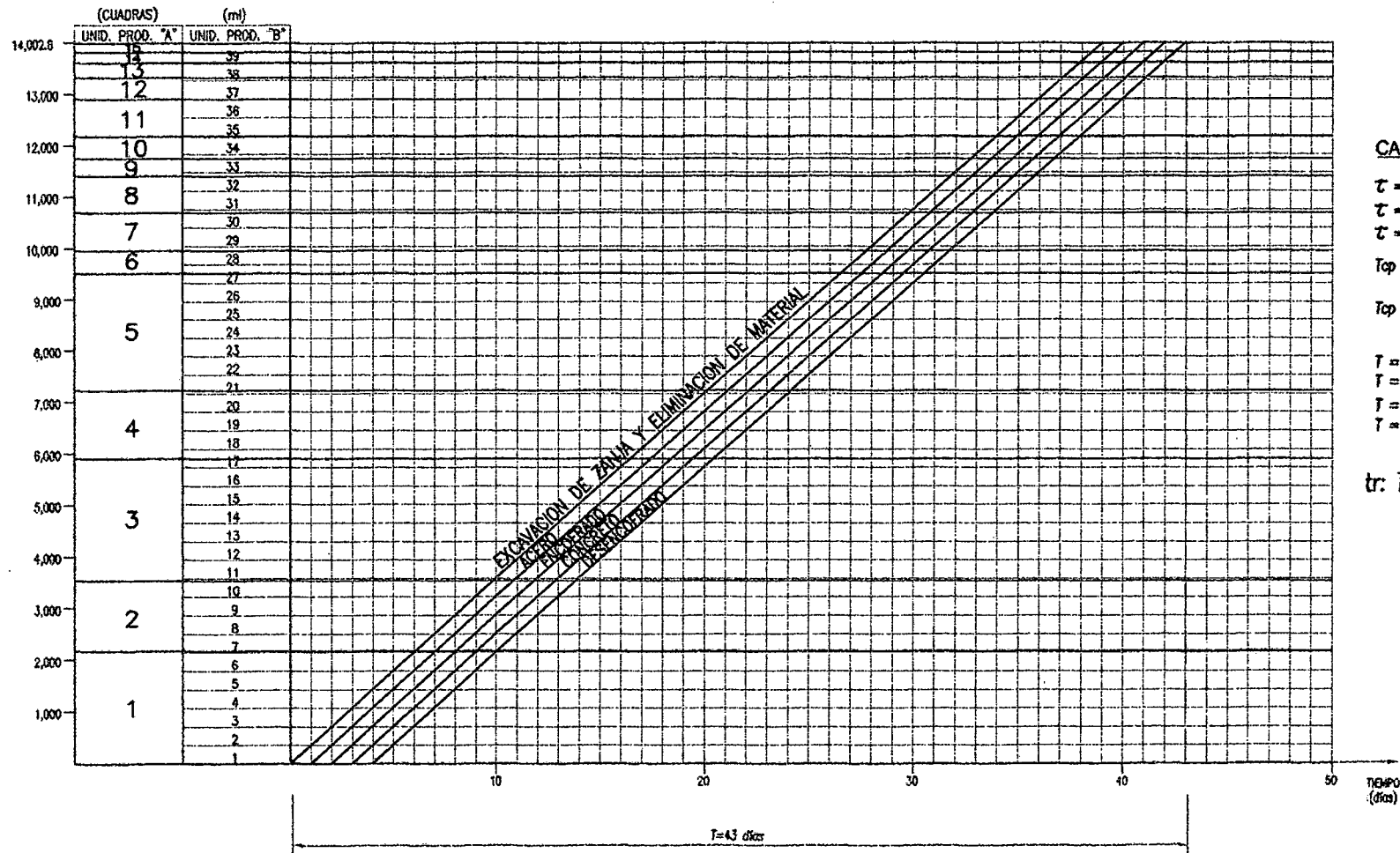
$$T = (48+5-1)(1) + 7$$

$$T = 52 + 7$$

$$T = 59$$

t_r: Tiempo Organizativo

CICLOGRAMA DE LA CADENA ESPECIALIZADA DE SARDINELES ALTERNATIVA Nro.3



CALCULOS:

$$\tau = (n-1)k + \sum tr$$

$$\tau = (5-1)(1) + 0 = 4$$

$$\tau = 4$$

$$T_{op} = nk + \sum tr$$

$$= 5(1) + 0 = 5$$

$$T_{op} = 5$$

$$T = (m+n-1)k + \sum tr$$

$$T = (39+5-1)(1) + 0$$

$$T = 43 + 0$$

$$T = 43$$

tr: Tiempo Organizativo

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES

- Las empresas constructoras para subsistir deberán estar dotadas de una organización moderna y eficiente a la vez que ágil y flexible.
- La amplia competencia origina una difícil lucha por la obtención de la buena pro de licitaciones de todo tipo de obras, lo que da lugar a ofertas muy bajas y plazos de ejecución reducidos, en muchos casos forzados.
- La exigencia cada vez más acentuada de especificaciones técnicas rigurosas que obligan a una selección más costosa de materiales, los que a menudo no reflejan la expectativa de calidad del cliente, así como a la perfección de los sistemas constructivos y calidad de obra.
- Reconocer las atribuciones y responsabilidad del jefe de obra, en el desempeño de su función.
- La situación actual en la construcción de obras se requiere de métodos de planeamiento y control que proporcionen una información veraz que llegue en forma oportuna y rápida para tener mejores posibilidades de tomar decisiones con una sólida base de sustentación.
- El método de la ruta crítica en la construcción permite al ingeniero contar con un sistema efectivo para determinar los recursos necesarios para la ejecución de la obra y su oportuna utilización de ésta, lo cual es de mucha importancia para el correcto abastecimiento de los recursos.

También nos proporciona un sistema de control importante para la ejecución de la obra, al punto que permite conocer el estado general de avance de la obra y detectar específicamente, los atrasos que se pueden estar produciendo.

- Generalmente las actividades de una obra se ejecutan en su tiempo normal de duración lo cual representa el mínimo costo de ejecución de la partida, se entiende que un menor tiempo de ejecución conduciría a incrementar el costo de la partida, lo cual se puede reflejar en una gráfica de costo - tiempo.
Si la obra está atrasada se tendrá que tomar decisiones para introducir las medidas correctivas, si no se tiene nociones acerca de la naturaleza de esos atrasos podría caerse en el error de acelerar innecesariamente toda la obra, lo cual llevaría a incrementar el costo final de la misma. La ruta crítica nos permite conocer las actividades comprometidas con la duración del proyecto y sobre las que se harán las correcciones pertinentes sin incrementar innecesariamente el costo de las otras actividades.
- La aplicación del método de la ruta crítica representa un costo que probablemente no pueda ser admitido para obras de pequeña magnitud, ya que demanda tener personal para el seguimiento de las actividades y la confección de los reportes de control.
- La técnica de la construcción en cadena es un método de planificación de obras fácil de aprender, aplicar y reprogramar. Con simples principios o requisitos

permite organizar el proceso constructivo de una obra de manera sencilla y rápida.

- La aplicación del método se divide en dos etapas bien diferenciadas, la primera es la más importante y creativa, consiste en definir la tecnología a utilizar, los ritmos de producción de las cadenas particulares, la normal tecnológica y la sectorización o división en unidades de producción, la segunda parte es sólo operativa, consiste en calcular los acercamientos, las fechas de inicio, parciales y final de las cadenas particulares y se concluye con la elaboración del ciclograma.
- El objetivo buscado con el método de la construcción en cadena es el de optimizar las variables de costos, tiempos, recursos y materiales, que dependen del manejo interno y dirección de la obra, lo cual se recomienda lo siguiente:
 - Buscar que el trabajo desarrollado por las cadenas particulares sean lo más simples y continuas posible, con el fin de elevar la productividad.
 - Hacer que los trabajos sean simultáneos en lo posible, para lograr que se acorte el tiempo de ejecución, tener más posibilidades de maximizar la duración de las cadenas particulares, ya que de este modo hay más facilidad para elegir las tecnologías más económicas que están disponibles en el mercado y la movilización de recursos podría ser menor.
 - El simultáneamiento se consigue nivelando los ritmos al máximo, realizando una sectorización o

división de unidades de producción lo más pequeño posible y que las cadenas particulares inicien su trabajo lo más temprano posible.

- Este método de la construcción en cadena nos permite tener una visión clara y total de cómo se prevé y está realizando la obra y de los lugares donde existen mayor riesgo de colisión que son los lugares donde el acercamiento es mínimo.
- Nos permite este método de la construcción en cadena, en control físico de la obra de manera fácil y de realizar cambios cuando lo real no se ajusta a lo programado.
- Si llevamos un control estadístico de obras similares podríamos estimar muy fácilmente la duración de las cadenas particulares con el fin de comparar costos de alternativas constructivas.
- Para que se cumpla en un 100% lo programado mediante el método de la construcción en cadena se debe tener cuidado en los siguientes puntos:
 - Garantizar que las actividades inicien en sus fechas de inicio más temprano.
 - Reforzar el control del trabajo de los ejecutores (supervisar).
 - Simplificar y reducir el número de componentes y/o detalles de las estructuras.
 - Reducir el número de fases del proceso constructivo. Ya sea mecanizando el proceso o racionalizando los métodos tradicionales.

Los dos últimos son de diseño, no organizativos.

RECOMENDACIONES

- Con respecto al presente proyecto se debe tener especial cuidado en chequear las unidades de producción de las cadenas especiales que siempre van a estar referidas al sistema de unidades por cuadras, que es un parámetro importante dentro de toda la organización.
- Después de organizar en cadena el proceso constructivo de una obra, los trabajos en el interior de las cadenas particulares se deberán organizar con la finalidad de hacerlos lo más eficiente que se puedan y para minimizar al máximo los tiempos muertos al interior de las cuadrillas.
- Basado en la construcción en cadena, desarrollar un método de planificación, que responda a las necesidades de la realidad de cada zona donde se ejecute el proyecto.
- La técnica de la construcción en cadena puede ser una herramienta útil para instituciones que construyen bajo administración directa, obras similares como la que presentamos, más aún cuando la mano de obra es un factor preponderante y en las cuales el método podría resultar muy ventajoso.
- La construcción en cadena es ventajoso cuando el volumen de trabajo es alto, pero se puede realizar el estudio de la organización para obras con poco volumen, con la finalidad de dar recomendaciones que ayuden a reducir los tiempos muertos y la baja productividad, minimizando el tiempo de ejecución de las obras.

BIBLIOGRAFÍA

- **PLANIFICACION Y CONTROL DE OBRAS DE CONSTRUCCION.**
Gerardo Santana.
Editorial Paraninfo S.A. - 1998
- **PROGRAMACION PERT - CPM Y CONTROL DE PROYECTOS.**
Hilario López M. - Carlos Moran T.
Fondo Editorial CAPECO - 1995
- **COSTOS Y TIEMPOS EN CARRETERAS.**
Walter Ibañez.
1ª edición - 1992
- **INTRODUCCION A LAS TECNICAS DE PLANIFICACION Y PROGRAMACION**
Milton Chávez C. - 1994
- **MANUAL DEL INGENIERO CIVIL**
Frédéric S. Merrit
Editorial Mc Graw Hill - 1986
- **APUNTES DE CLASES**
Dr. Juan Ríos Segura. - 1991
- **TESIS: Organización de los procesos constructivos de canales y conductos cubiertos del Proyecto Especial Chavimochic .**
Ing. Luis Alberto Adriánzen - 1994 TG/ 3143
- **MÉTODO DE LA RUTA CRÍTICA Y SUS APLICACIONES A LA CONSTRUCCIÓN.**
Antill & Woodhead
Editorial Limusa - México 1990

ANEXOS

LISTADO DE MATERIALES

- Afirmado	:	65,180 m ³
- Agua	:	21,119.00 m ³
- Alambre N°16	:	1259 Kg
- Alambre N°08	:	2403 Kg
- Arena gruesa	:	7516 m ³
- Asfalto RC-250	:	232,278 glns
- Calamina (2.4 x 0.83)	:	80 und
- Cemento	:	35,642.00 bls
- Clavos 2 1/2" - 3	:	1275.00 Kg
- Disolvente (thiner)	:	27 glns
- Estacas de Madera	:	290 und
- Fierro de Construcción	:	22,413 Ton
- Kerosene industrial	:	10,144 gln
- Madera tornillo	:	33,118 Pie ²
- Pernos 3/8" x 3"	:	136 und
- Pintura de tráfico	:	143 gln
- Piedra chancada 1/2"	:	8410 m ³
- Triplay (4 x 8 x 4mm)	:	80 und

LISTADO DE MAQUINARIA

- Barredora mecánica 10 - 20 HP
- Cargador Frontal 125 HP
- Camión cisterna 2,000 gln.
- Compactadora tipo plancha 7 HP
- Mezcladora 7p3
- Motoniveladora 125HP
- Nivel topográfico
- Pavimentadora 69HP
- Rodillo Vibratorio liso autop. 135 HP
- Rodillo tandem 94 HP
- Rodillo 3 ruedas 96 HP
- Tanque imprimador 210 HP
- Teodolito
- Tractor de Orugas 140 HP
- Volquete 10 m³
- Vibrador 1.5" 4HP

LUIS VALERIO

P R E S U P U E S T O

Obra : 040301 PAVIMENTACION ZONA CENTRO SUR "A"

Propietario : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUEVO CHIMBOTE

Formula 01 : PAVIMENTACION ZONA CENTRO SUR "A"

Lugar : NUEVO CHIMBOTE

Departamento : ANCASH

Costo al : 17/11/00

Item	Descripción partida	Und	Metrado	Precio unitario	Parcial	SUB - TOTAL
01.00.00	<u>OBRAS PRELIMINARES</u>					
01.01.00	Movilización de Equipo	EST	1.00	6,436.80	6,436.80	
01.02.00	Demolición de Puente Losa	M2	10.00	115.32	1,153.20	
01.03.00	Oficina y Almacén	GLB	1.00	4,087.39	4,087.39	
01.04.00	Mantenimiento de tránsito	EST	1.00	9,708.80	9,708.80	
01.05.00	Trazo de niveles y replanteo	ML	5,800.70	2.11	12,239.48	33,625.67
02.00.00	<u>MOVIMIENTO DE TIERRAS</u>					
02.01.00	Excavación de zanja p/sardineles	ML	14,002.60	0.72	10,081.87	
02.02.00	Corte de material suelto	M3	18,850.80	3.22	60,699.58	
02.03.00	Eliminación material manual DM=50 MTS	M3	630.20	10.85	6,837.67	
02.04.00	Eliminación de material excedente D=10 KM	M3	20,653.50	6.99	144,367.97	
02.05.00	Afirmado de 4" para veredas	M2	23,401.80	6.26	146,495.27	368,482.36
03.00.00	<u>PAVIMENTOS</u>					
03.01.00	Compactación y preparación de subrasante	M2	126,804.50	1.98	251,072.91	
03.02.00	Sub-base de 0.20m.	M2	126,804.50	6.64	841,981.88	
03.03.00	Base de 0.20 n.	M2	126,804.50	7.36	933,281.12	
03.04.00	Imprimado	M2	126,804.50	2.23	282,774.03	
03.05.00	Carpeta asfáltica en frio RENDI.=4367 M2/DIA	M2	106,500.30	14.28	1,520,824.28	3,829,934.22
04.00.00	<u>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</u>					
04.01.00	<u>Veredas</u>					
04.01.01	Encofrado y desencofrado normal	M2	2,017.30	14.57	29,392.06	
04.01.02	Concreto f'c= 140 kg/cm2.	M3	35,531.40	25.84	918,131.38	
04.01.03	Curado	M2	35,531.40	4.74	168,418.84	
04.01.04	Juntas de dilatación e=1"	ML	8,039.50	0.89	7,155.16	1,123,097.44
05.00.00	<u>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</u>					
05.01.00	<u>Sardinell</u>					
05.01.01	Encofrado y desencofrado	M2	14,002.60	9.60	134,424.96	
05.01.02	Acero fy=4200 kg/cm2	KG	20,306.90	2.20	44,675.18	
05.01.03	Concreto f'c=210 kg/cm2	M3	14,002.60	19.75	276,551.35	455,651.49
05.02.00	<u>Puente Losa</u>					
05.02.01	Encofrado y desencofrado	M2	24.60	22.35	549.81	
05.02.02	Acero fy=4200 kg/cm2	KG	639.50	2.20	1,406.90	
05.02.03	Concreto f'c=210 kg/cm2	M3	9.00	280.59	2,525.31	4,482.02
06.00.00	<u>VARIOS</u>					
06.01.00	Cruzadas electricas con ductos de 2 vias	ML	480.00	50.84	24,403.20	
06.02.00	Pintura lineal continua 0.10 n.	ML	14,341.20	2.15	30,833.58	

LUIS VALERIO

P R E S U P U E S T O

Obra : 040301 PAVIMENTACION ZONA CENTRO SUR "A"

Propietario : MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE NUEVO CHIMBOTE

Formula 01 : PAVIMENTACION ZONA CENTRO SUR "A"

Lugar : NUEVO CHIMBOTE

Departamento : ANCASH

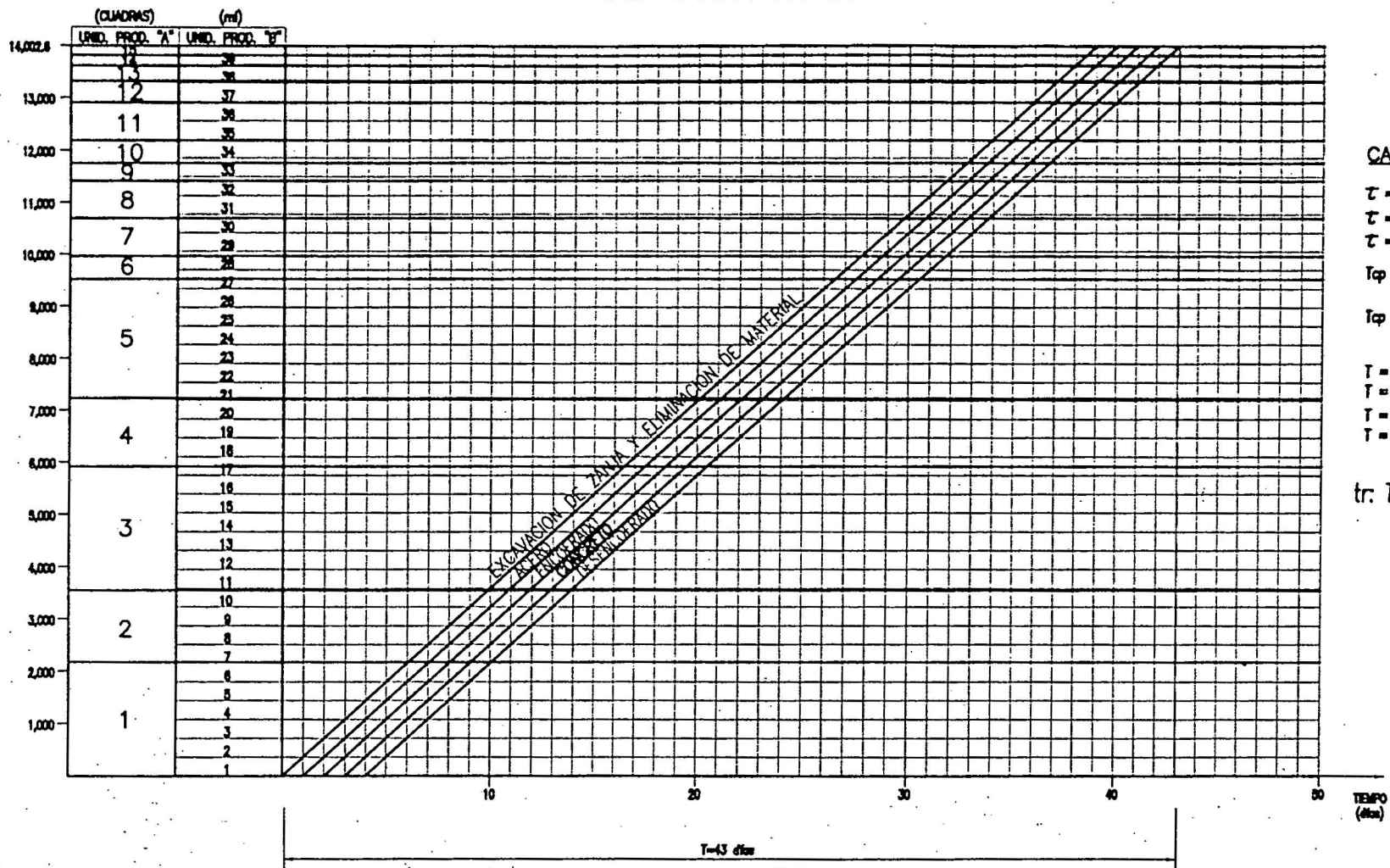
Costo al : 17/11/00

Item	Descripción partida	Und	Metrado	Precio unitario	P a r c i a l	SUB - TOTAL
06.03.00	Nivelación de buzones en general	UND	30.00	148.82	4,464.60	59,701.38
						5,874,974.58
						587,497.46
						587,497.46

						7,049,969.50
						1,268,994.51
						=====
						8,318,964.01
						TOTAL PRESUPUESTO

SON : OCHO MILLONES TRECIENTOS DIECIOCHO MIL NOVECIENTOS SESENTICUATRO Y 1/100 NUEVOS SOLES

CICLOGRAMA DE LA CADENA ESPECIALIZADA DE SARDINELES ALTERNATIVA Nro.3



CALCULOS:

$$\tau = (n-1)k + \sum tr$$

$$\tau = (5-1)(1) + 0 = 4$$

$$\tau = 4$$

$$T_{op} = nk + \sum tr$$

$$= 5(1) + 0 = 5$$

$$T_{op} = 5$$

$$T = (m+n-1)k + \sum tr$$

$$T = (39+5-1)(1) + 0$$

$$T = 43 + 0$$

$$T = 43$$

tr: Tiempo Organizativo