



72  
201  
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**SUPERVISION DE OBRA CIVIL EN LA CONSTRUCCION DE  
LA LINEA (9) ORIENTE DEL METRO**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**INGENIERO CIVIL**

Presenta:

**HUMBERTO GUZMAN LUCERO**

México, D. F. 1988



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

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

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

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

## CONTENIDO

PAGINA

CAPITULO I	INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II	ANTECEDENTES DE LA OBRA.....	4
2.1	Origen y evolución del transporte en la Ciudad de México.....	4
2.2.	Plan Maestro del Metro.....	6
2.2.1	Objetivos del Plan Maestro del Metro.....	7
2.2.2	Estado de la red, Programa actual.....	7
2.2.3	Selección de líneas, Evaluación.....	8
2.2.3.1	Análisis de las líneas.....	10
2.3	Característica actual de los medios de transporte.....	10
2.3.1	Transporte colectivo de superficie.....	11
2.3.2	Metro.....	11
2.4.	Estudios preliminares para la línea (9).....	13
2.4.1	Trazo de la línea.....	14
2.4.2	Descripción de la línea.....	14
2.5.	Selección del tipo de línea.....	16
2.5.1	Solución elevada.....	21
2.5.2	Consideraciones sobre la solución elegida.....	21
2.6	Organigrama para la ejecución de la obra civil.....	26
2.7	Descripción del organigrama para las obras de la línea (9) oriente del Metro.....	26

<b>CAPITULO III</b>	<b>SUPERVISION DE LA OBRA CIVIL .....</b>	<b>35</b>
3.1	Definición.....	35
3.1.1	Condición fundamental.....	35
3.1.2	Objetivos de la supervisión.....	35
3.1.3	Funciones de la supervisión.....	35
3.2.	Ubicación de la supervisión en el proceso adm - nistrativo.....	36
3.2.1	Proceso Administrativo.....	36
3.3	Relaciones de la supervisión.....	40
3.3.1	Relación propietario - supervisión.....	40
3.3.2	Relación contratista- supervisión.....	40
3.4	Normas de supervisión.....	41
3.4.1	Bitácora de obra.....	41
3.4.2	Informe de obra.....	43
3.4.3	Especificaciones de obra.....	45
3.5	Funciones del supervisor.....	47
3.5.1	Conocimientos y experiencia.....	47
3.5.2	El supervisor y el proyecto.....	49
3.5.3	Adiestramiento y experiencia del supervisor....	51
3.5.4	Autoridad del supervisor.....	51
3.6	Método para supervisar.....	52
3.6.1	Secuencia de acciones para la supervisión.....	53
3.6.2	Relaciones humanas .....	54
3.6.3	Seguridad e higiene .....	56

3.7	Procedimiento constructivo del tramo elevado .....	57
3.8	Aspectos Técnicos .....	63
3.8.1	Trabajos Preliminares .....	65
3.8.1.1	Revisión de planos .....	65
3.8.1.2	Trazo y nivelación .....	65
3.8.2	Pilotes .....	65
3.8.3	Excavaciones .....	68
3.8.4	Concreto Premezclado .....	70
3.8.4.1	Preparativos para el colado .....	70
3.8.4.2	Colocación del concreto .....	73
3.8.4.3	Curado del concreto .....	75
3.8.5	Cimbras .....	76
3.8.5.1	Requisitos que deben cumplir las cimbras .....	76
3.8.5.2	Descimbrado .....	79
3.9	Dirección, coordinación y control de obra .....	80
<b>CAPITULO IV</b>	<b>CONTROL DE CALIDAD .....</b>	<b>84</b>
4.1	Definición .....	84
4.2	Actividades del control de calidad .....	84
4.2.1	Controles en la producción .....	85
4.3	Responsabilidad de la supervisión en el control de calidad .....	88

4.4	Concreto normal .....	91
4.5	Prueba de revenimiento .....	92
4.5.1	Descripción de la prueba .....	93
4.5.2	Resultados de la prueba .....	95
4.5.3	Rechazo del concreto .....	95
4.6	Colado del cilindro de concreto .....	97
4.7	Prueba a la compresión simple .....	100
4.8	Causas de problemas de baja resistencia .....	104
4.9	Prueba de corazones .....	107
4.10	Prueba de carga para pilotes prefabricados .....	108
4.11	Acero de refuerzo .....	111
4.11.1	Suministro y almacenamiento .....	112
4.11.2	Colocación .....	113
4.12	Acero de presfuerzo .....	120
4.13	Terracerías y pavimentos .....	121
4.14	Tuberías de acero y concreto .....	122
4.15	Función del laboratorio .....	123
<b>CAPITULO V</b>	<b>CONTROL DE PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS ..</b>	<b>127</b>
5.1	Control de programas .....	127
5.1.1	Diagrama de barras o de Gantt .....	129
5.1.2	Método de la ruta crítica .....	130
5.2	Programación de las obras .....	135
5.2.1	Revisión del programa de inversiones .....	136

5.2.2	Programa de construcción .....	137
5.2.3	Subprogramas .....	138
5.3	Control del presupuesto .....	140
5.3.1	Requisitos para la elaboración del presupuesto .....	142
5.3.2	Control integral del costo de obra .....	146
5.4	Administración de la obra .....	147
5.4.1	Cuantificación de la obra .....	147
5.4.2	Precios unitarios .....	149
5.4.3	Integración de las estimaciones .....	149
5.5	Evaluación de la obra ejecutada .....	151
5.6	Otras actividades .....	152
5.6.1	Seguridad y presentación de la obra .....	152
CAPITULO VI	FINIQUITO DE OBRA .....	154
6.1	Supervisión de entrega y recepción de la obra ....	154
6.2	Acciones posteriores a la ejecución de la obra ...	154
6.3	Actividades que debe efectuar la supervisión para el finiquito de la obra .....	155
CAPITULO VII	CONCLUSIONES .....	159

**BIBLIOGRAFIA.**

## CAPITULO I

### INTRODUCCION



## CAPITULO I

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

En el desarrollo de esta tesis, se presenta un panorama general del proceso de Supervisión de Obra durante la construcción de la Línea 9 Oriente del Metro.

La necesidad de proporcionar alguna fuente de información para la Supervisión de Obras del Metro y la importancia de ésta para el buen desarrollo de la construcción; así como a la escasa información que se tiene de este tema a nivel licenciatura fué motivo para desarrollar el presente trabajo.

Espero que los interesados en este tema obtengan la información necesaria y suficiente para conocer en una forma general lo que es el proceso de Supervisión de -- una obra de tal magnitud, así como también los elementos que integran éste proceso en el campo de la construcción, ya que para llevar a cabo una obra tal como fué planeada y se obtengan resultados satisfactorios, se requiere de una óptima Supervisión.

Se pretende también que el lector tenga una visión amplia de lo que debe conocer el supervisor para el mejor desempeño de sus funciones durante el desarrollo de la obra, ya que éste tiene bajo su responsabilidad la óptima realización de la misma, - haciendo lo necesario para prever, dirigir y corregir, realizando la obra tal como fué planeada.

El desarrollo del tema en cuestión, se inicia con los antecedentes de la obra, -- donde se dá a conocer el origen y evolución que ha tenido el sistema de transporte - de la Ciudad de México hasta nuestros días. Así también se comentan los problemas que han ocasionado la alta demanda en los servicios de transporte, por lo que se --- propone para disminuir esta demanda; la estructura de un plan de transporte, eficiente, comodo, anticontaminante y económico.

Se mencionan los alcances y objetivos del plan Rector de Vialidad y Transporte a corto, mediano y largo plazo, siendo parte de éste el "Plan Maestro del Metro ", columna vertebral del sistema de Transporte Colectivo en la Ciudad de México.

En cuanto a las líneas del Metro, se presenta la evolución que han tenido éstas hasta la actualidad, así como también las características que se deben cumplir para su adecuada selección.

Por otra parte, se comentan los estudios preliminares, trazo, características - y consideraciones de la solución elegida (Tramo Elevado), así como también el organograma para la ejecución de la Obra Civil en la Línea 9 Oriente del Metro.

En lo correspondiente a la Supervisión de la Obra Civil, se dá a conocer el significado, condición, objetivos y funciones de la Supervisión, así como la ubicación de ésta en el proceso administrativo.

Para la realización satisfactoria de la obra se requiere que exista una adecuada relación entre las partes que intervienen como son: el Propietario, la Supervisión y la Contratista, es por eso que se mencionan algunos puntos específicos de éstas relaciones.

Se presenta un método para supervisar, el cual permite llevar una secuencia ordenada de acciones para lograr los objetivos de la Supervisión, así como también algunas reglas necesarias para que la comunicación fluya eficazmente entre el emisor y el receptor, ya sea en forma oral ó escrita.

Es necesario que todo supervisor, para poder realizar su trabajo adecuadamente conozca el procedimiento constructivo de la obra por realizar de acuerdo a los planos y especificaciones, es por esto que se menciona el procedimiento constructivo del tramo elevado de la Línea 9 del Metro, así como también algunos aspectos técnicos y recomendaciones necesarias para la correcta ejecución de los trabajos.

Se presenta también el sistema adoptado para la Dirección, Coordinación y Control de la Obra, donde la Supervisión tiene una comunicación sistemática, directa y completamente abierta entre las partes que intervienen, asistiendo a juntas, reuniones, recorridos, presentaciones, etc.,

No cabe duda que dentro de las funciones asignadas a la Supervisión, el Control de Calidad es de gran importancia antes y durante la ejecución de los trabajos. Es por eso que se da a conocer su definición, controles, actividades, obligaciones y responsabilidades para la obra en cuestión.

Se mencionan las pruebas más comunes que se realizan a los materiales que se utilizan en la obra (concreto, acero), haciendo los comentarios correspondientes a cada resultado obtenido.

La Supervisión también tiene que controlar durante la ejecución de los trabajos el tiempo que se lleve para realizarlos así como también el dinero que se necesite. Es por esto que se tiene que elaborar una planeación adecuada de los trabajos, donde se programan las actividades más relevantes, vigilando que se cumplan en el tiempo pactado originalmente.

Así también será necesario llevar un control del presupuesto, para poder decidir en un momento dado si se cuenta con el dinero necesario para terminar el trabajo como se había establecido.

Posteriormente a la terminación de la obra, se debe cumplir con una serie de trámites legales para la entrega de los trabajos realizados (finiquito de la obra), y de ésta manera poder deslindar responsabilidades por parte de la Contratista y la Supervisión. Debido a que le corresponde a la Supervisión vigilar que se cumpla con estos trámites, se dan a conocer los requisitos indispensables que se deben realizar en obras de ésta magnitud, con el fin de que los encargados de llevar a cabo estas actividades las realicen adecuadamente.

Finalmente deseo hacer notar que con el presente trabajo, se pretende solo dar un apoyo y una guía, en ningún momento una regla firme para la correcta Supervisión de la Obra.

La Supervisión representa en nuestros días una tarea ardua debido a los factores que en ella intervienen para lograr sus metas, siendo de alguna forma inestables y contradictorios de acuerdo a los diferentes criterios que cada quien asuma para los mismos y a la obra en cuestión.

Igualmente transmitir a quien lea éste trabajo, mejorar la forma de supervisar las obras en el Metro, tratando de equilibrar siempre los intereses de los contratistas y contratantes con un fin bien definido: **CONSTRUIR BIEN.**

## CAPITULO II

### ANTECEDENTES DE LA OBRA

## CAPITULO II

## ANTECEDENTES DE LA OBRA

## 2.1 ORIGEN Y EVOLUCION DEL TRANSPORTE EN LA CIUDAD DE MEXICO,

A través de la historia los medios de transporte han condicionado de alguna manera la forma y magnitud del crecimiento de los asentamientos humanos.

Por su parte, las Ciudades han evolucionado desde la pequeña agrupación tribal y la sociedad feudal hasta las modernas ciudades industrializadas, en las cuales el progreso tecnológico conduce aceleradamente al uso de nuevos medios de transporte.

Así, para el caso de la Ciudad de México, el transporte urbano que en la segunda mitad del siglo XIX se apoyaba en vagones de tracción animal, se transforma progresivamente a partir de 1900, en una red de tranvías eléctricos que vino a constituir el principal medio de comunicación. La consolidación del servicio de tranvías eléctricos significó un paso importante en el transporte colectivo de pasajeros y, de hecho marcó la pauta para la construcción de las principales arterias viales que conformaron posteriormente el esquema de crecimiento del Distrito Federal.

Entre 1916 y 1918, se inició la operación del servicio de autobuses y automóviles adaptados con carrocerías para 10 pasajeros, funcionando sin ruta ni horarios establecidos.

Por otra parte, el automóvil de alquiler o taxi, fue otra modalidad de transporte que tuvo su origen en la segunda década del presente siglo llegando en 1935 a 4535 unidades, en 1980 a más de 60 mil vehículos y en 1983, a cerca de 90 mil taxis. Inicialmente los choferes recorrían las calles en busca de pasaje, posteriormente apareció otra modalidad consistente en la contratación por teléfono y finalmente, entraron al servicio los taxis colectivos de ruta fija conocidos popularmente como "peseros" debido a que empezaron cobrando un peso por persona.

La aparición de esa modalidad coincidió con el crecimiento demográfico entre 1940 y 1960, así como la insuficiencia de los tranvías, autobuses y los taxis libres para atender la demanda de transporte.

Mención aparte requiere la aparición del automóvil de su explosivo crecimiento; efectivamente, desde que apareció el primer vehículo en 1898, las unidades que circulaban en la Ciudad de México, aumentaron de 21,200 que había en 1925 a 130 mil en 1950, de 450 mil en 1964 a 2 millones en 1979 y cerca de 2.7 millones de unidades en 1983.

El problema del transporte tiene su origen no sólo en la explosión demográfica, sino que se relaciona también con el desarrollo económico, con las mejores condiciones de vida de los mexicanos, con los avances en la salubridad y su consecuente elevación del promedio de vida. Asimismo está íntimamente vinculado con la Revolución Industrial que provocó la era del automovilismo auspiciada por el aumento del poder adquisitivo de las personas. Degradadamente, los resultados negativos no se hacían esperar, el automóvil, se convierte en una extrapolación de la personalidad del hombre y en símbolo de su libertad, pues puede usarse en cualquier momento sin limitaciones de horarios ó distancias. Debido a esta circunstancia se reglamenta su uso y --frena su libertad de acción, las calles proyectadas sin prever el crecimiento de este medio de transporte se congestionan, surgen los semáforos, los --sentidos en el tránsito y van desapareciendo los espacios libres en las calles, para convertirse en grandes estacionamientos.

Lógicamente para que pudieran circular los vehículos hubo necesidad -de adecuar en cierto modo la estructura vial de la Ciudad, por lo que se llegó a un esquema compuesto de vías radiales de penetración y anillos concéntricos al primer cuadro, que se superpusieron a la traza ortogonal característica del área urbanizada. Así surgieron los viaductos Miguel Alemán y Tlalpan, Av. Circulación, el Circuito Interior y el Anillo Periférico, principalmente pese a lo anterior, esta infraestructura vial se encuentra aún inconclusa.

En 1978 se dá a la vialidad un nuevo sentido con relación a su funcionamiento para servir preferencialmente a los transportes colectivos de superficie. De esta manera aparecen los ejes viales con carriles exclusivos para la circulación de autobuses y trolebuses.

Cabe destacar que con buena medida las obras viales y los programas de transporte tuvieron que satisfacer la demanda, no solo a la Ciudad de México sino también a los habitantes del Estado de México, debido a la dependencia de éstos con respecto al equipamiento y los servicios ofrecidos por el Distrito Federal.

Por su parte el transporte masivo recayó en el servicio de transporte colectivo conocido como "METRO", por ser el único medio que garantiza la movilización de 60 mil pasajeros por tramo y por sentido, que surgió de la necesidad de estructurar el sistema de transportación mediante una columna vertebral que absorviera los volúmenes elevados de viajes que se presentaban en algunos corredores centrales de la urbe y que no era factible -- atender satisfactoriamente con los medios convencionales conocidos.

En 1969 empezó a funcionar este sistema que en su primera etapa consistió de 3 líneas con una extensión de 41.5 kms., fué clara y sostenida la -- aceptación por el público en general; lo que condujo a un incremento anual -- promedio de 11% hasta llegar en 1980 a transportar más de 2 millones de personas diariamente merced al funcionamiento de 98 trenes, en una red de --

47 kms.

Ahora bien debido a la complejidad y magnitud de los problemas de transportación y a la necesidad de racionalizar las acciones tendientes a resolverlos, en septiembre de 1977 el Departamento del Distrito Federal creó la Comisión de Vialidad y Transporte Urbano ( COVITUR ) la que en primer -- instante procedió a elaborar el plan rector de vialidad y transporte para cumplir con el objetivo de dotar a la población de un sistema integral y coordinado de transportación acorde con el crecimiento urbano y que desalentara el -- uso del automóvil como consecuencia del impulso al transporte colectivo.

En mayo de 1980 se dieron a conocer los alcances del plan, derivados de una serie de acciones a corto, mediano y largo plazo contenidos en 4 planes parciales: Metro, Transporte de Superficie, Vialidad, Estacionamientos y otras acciones de apoyo vinculadas al plan Director de Desarrollo Urbano.

## 2.2 PLAN MAESTRO DEL METRO.

El plan maestro del metro como parte del plan rector de Vialidad y -- Transporte , elaborado por el Departamento del Distrito Federal, viene a -- constituir lo que se ha llamado la columna vertebral del sistema de transporte colectivo en la Ciudad de México.

El metro con sus grandes ventajas por sí solo no resuelve el problema de transporte urbano, forma parte de un todo constituido por el transporte de superficie; autobuses, trolebuses, tranvías y taxis. El gobierno de la Ciudad ha impulsado de manera definitiva el transporte colectivo, especialmente al METRO.

Fué en 1965 cuando se tomó la decisión de construir el Metro de la Ciudad de México, partiendo de estudios iniciados en 1958; se analizaron los -- problemas técnicos, económicos y financieros apoyados en una investigación colectiva de otras tantas Ciudades, para conocer sus orígenes, desarrollo y experiencias acumuladas con el objeto de definir lo más conveniente para el Distrito Federal adaptándolas a sus características propias.

Después de analizar 30 alternativas de trazo propuestas, se relacionó una que cubriera las necesidades más urgentes de transporte colectivo y solucionará al mismo tiempo los problemas de congestiónamiento de la primera zona central de la Ciudad.

En 1978 se actualizó el Plan Maestro del Metro, previniendo la dotación a los habitantes de la Ciudad de México para el año 2010 de una red con 378 kms. de longitud en la que operarían 807 trenes en 21 líneas y con intervalos mínimos de 100 segundos en las horas de máxima demanda, teniendo una capacidad de transportación de 24 millones de pasajeros al día. Sin embargo se ha visto la conveniencia de aumentar los alcances del Plan Maestro

del Metro y construir sistemáticamente 15 kms. por año para conformar una red de 444 kms.

En estas condiciones, la capital del país contará con una estructura -- básica de transportación colectiva equiparable a las que existen en otras capitales del mundo como: Londres, París, Moscú, Tokio, etc.

#### 2.2.1 OBJETIVOS DEL PLAN MAESTRO DEL METRO.

- Definir una política de ampliación de las líneas que induzca a la utilización del transporte masivo.
- Definir las reservas territoriales, destinadas a las edificaciones - necesarias para una adecuada operación del sistema y preservar - los derechos de vfa.
- Propiciar la reestructuración urbana y el ordenamiento del uso del suelo.
- Disminuir la contaminación ambiental.
- Crear más opciones de traslado a los centros de trabajo, recreación y servicios.
- Impulsar el desarrollo de la tecnología y de la industria nacional, - relacionados con la operación del sistema a fin de sustituir importaciones y generar empleos.
- Elaborar una planeación económica y financiera que equilibre la - operación y administración del sistema.
- El propósito del Plan Maestro del Metro, es tener una base de ordenación del área urbana, que vea el punto de partida del desarrollo ininterrumpido, que resuelva por una parte la deficiente transportación actual y que por otra plantee acciones a mediano y largo plazo adaptándolas a la dinámica de una urbe para que se perfilen - como la más grande del mundo en razón de su crecimiento demográfico, económico y social.

#### 2.2.2 ESTADO DE LA RED: PROGRAMA ACTUAL,

A efecto de continuar la ampliación de la red del Metro de la Ciudad de México, se procedió al análisis y actualización de los problemas de vialidad y transporte tomando en cuenta el crecimiento demográfico, territorial y el número de vehículos, así como también las obras viales realizadas. Se estableció así un diagnóstico de la problemática urbana que se puede resumir de la siguiente forma:



- Crecimiento incontrolado de la mancha urbana.
- Desplazamiento de la población a lugares cada vez más alejados — entre sí, debido a la segregación de la vivienda, los lugares de trabajo y los de servicio.
- Escasez de áreas verdes.
- Inmigrantes que se acumulan en la periferia de la ciudad.
- Densidades de población inadecuadas que conducen a una sobre utilización de la infraestructura urbana.

Con base en estos puntos y contando con la experiencia obtenida en la construcción y en los años de operación de las líneas iniciales del metro y a la vista del Plan Maestro, la selección de las líneas de las siguientes etapas, se definió en base a los siguientes principios:

- Cubrir las zonas con mayor densidad demográfica y escasez de recursos económicos.
- Permitir a los usuarios un ahorro de tiempo por medio de rutas e interconexiones.
- Intercomunicar los principales centros de actividad.
- Permitir la reestructuración progresiva de los transportes de superficie en coordinación con el Metro.
- El trazo de líneas no debe perjudicar o anular la vialidad existente.
- El trazo de las líneas debe dar servicios en los lugares donde la demanda sea mayor de 10 mil pasajeros por hora.
- Evitar la entrada de autobuses foráneos y subúrbano al centro de la Ciudad.
- Posibilidades físicas para la construcción de las estructuras.

### 2.2.3 SELECCION DE LINEAS. (EVALUACION).

El transporte es un problema de carácter dinámico, que por lo mismo nos enseña que no hay soluciones integrales inmediatas y que el desarrollo de una red de transporte colectivo se va logrando de manera paulatina, apoyada en los resultados y experiencias obtenidas en el proyecto, la construcción y la operación de cada línea.

Los trazos ideales están sujetos a modificaciones que son consecuencia de las condiciones de servicio de determinadas zonas, del tipo de subsuelo, de interferencias con instalaciones subterráneas, monumentos históricos, etc.

En su iniciación una red del Metro, debe tener dos líneas principales perpendiculares entre sí y desarrollarse mediante la construcción de líneas paralelas, formándose en un futuro una cuadrícula que cubra progresivamente el área urbana. La cuadrícula se liga posteriormente con uno o varios anillos.

Los principios fundamentales para la estructuración de una red de Metro son: tránsito, operación y construcción.

Respecto al tránsito, las líneas del Metro deben tener las siguientes características:

- a) Corresponder a las corrientes establecidas de circulación sobre las que transitan diariamente los mayores volúmenes de pasajeros y cubrir las zonas de mayor densidad demográfica.
- b) Dar servicio a las zonas más congestionadas.
- c) Abarcar los centros de actividades principales de la metrópoli.
- d) Permitir a los usuarios un ahorro de tiempo en sus recorridos, -- por medio de líneas lo más directas posible e interconexiones múltiples.

Características de la operación del sistema:

- a) Obtener el mayor número de pasajeros.
- b) Lograr un movimiento regular de pasajeros durante el día.
- c) Lograr una velocidad comercial alta, mediante un trazo con un mínimo de curvas y estaciones.
- d) Asegurar el servicio con el menor número de trenes.
- e) Permitir la reestructuración progresiva y completa de los transportes superficiales y su coordinación con el Metro.

Características respecto a la construcción, que el sistema debe considerar:

- a) El monto de la inversión que corresponde a los diferentes tipos de construcción de las líneas (elevado, superficial, subterráneo, y túnel profundo).
- b) Las molestias y el costo que representan los desvíos de tránsito - durante la construcción.
- c) Las ventajas y desventajas de la solución elegida, en comparación con otras alternativas de trazo.

#### 2.2.3.1 ANALISIS DE LAS LINEAS.

Para el análisis de las líneas se estudiaron hasta 40 trazos posibles - que obedecían a requerimientos específicos:

- 1) Por densidad demográfica. El 60% de longitud total corresponde a zonas cuya densidad es de más de 250 habitantes por hectárea, que son de las más altas de la ciudad.
- 2) Por uso del suelo. En un 80 % se aprovechan los corredores tradicionales de transporte colectivo, tal es el caso de las Avenidas de: Insurgentes Norte, Cuauhtémoc, Universidad, Inguarán, Morasán, Rfo Consulado, 100 Metros, etc.
- 3) Por origen y destino. Se comunican grandes núcleos habitacionales con importantes centros de trabajo, como ejemplo de ello tenemos los trazos de la Línea 5 y 6, que debido al volumen de pasajeros que tienen su origen y destino en los extremos de la Ciudad en las partes Oriente y Poniente, emplean de 4 a 5 horas diarias en su desplazamiento pendular vivienda-trabajo - vivienda.

#### 2.3 CARACTERISTICA ACTUAL DE LOS MEDIOS DE TRANSPORTE.

Al finalizar el año de 1986, la Ciudad de México integrada por las 16 delegaciones del Distrito Federal y los 12 municipios conurbanos del Estado de México y que en conjunto integran la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM), contaba con cerca de 18 millones de habitantes, de ellos aproximadamente 12 millones residen en el Distrito Federal; el cual tiene una superficie de 1800 kilómetros cuadrados y para dar una idea de su importancia económica, concentra el 44 % del producto interno bruto del país, la mitad de la producción industrial y casi el 55% de los servicios.

En lo que a movilidad se refiere, los habitantes utilizan para su desplazamiento diario 2.7 millones de vehículos; de éstos el 95 % son particulares y el 5 % restante de servicios públicos. En estas condiciones se calcula que diariamente se generan 21.7 millones de viajes-persona, correspondiendo el 84% al transporte colectivo y el 16% al individual.

Si para enero de 1984, el número de vehículos automotores en la zona metropolitana fué de 2 millones 700 mil unidades y los costos por pasajero/kilómetro son evidentemente mucho más altos que los del transporte colectivo, la interrogante que se plantea es ¿ Porqué se sigue utilizando intensivamente el automóvil en lugar de los medios colectivos ?.

Lo cierto es que a pesar del costo mayor del viaje en automóvil, los niveles de servicio de los transportes colectivos dejan todavía mucho que desear en cuanto a comodidad, suficiencia y rapidez.

Una encuesta realizada entre los usuarios de los transportes colectivos, concluyen que la oferta y la calidad del servicio están por abajo, de las necesidades y los deseos de las personas, especialmente en lo que se refiere a la cantidad y al comportamiento de los choferes.

Se manifiesta la falta de unidades, la irregularidad de los intervalos de paso entre cada vehículo y la reducida velocidad que alcanzan los autobuses y trolebuses comparativamente con los automóviles.

### 2.3.1 TRANSPORTE COLECTIVO DE SUPERFICIE.

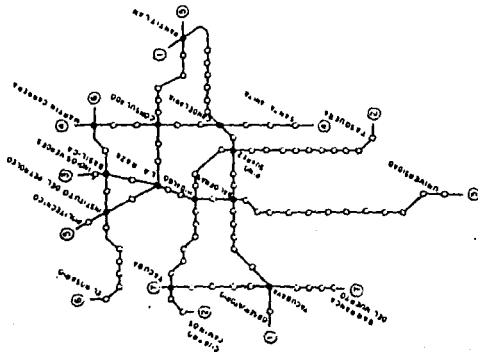
La ciudad cuenta con autobuses, trolebuses, tranvías y taxis colectivos para atender la demanda de transporte público de superficie. Los autobuses y trolebuses operan en buena parte, en carriles exclusivos, cubriendo toda el área con rutas directas en la zona más densamente poblada, y con rutas alimentadoras en la periferia.

No obstante, este servicio es deficiente, debido a un elevado porcentaje de vehículos que no trabajan por estar en reparación y a que faltan unidades para adecuar la oferta a la demanda de este modo de transporte. Para subsanar la deficiencia, la Ruta 100 ha venido desarrollando programas de cobertura, ampliación del equipo, construcción de instalaciones de administración, control, reparación y mantenimiento que aunque todavía no son suficientes para atender la demanda de transporte, han iniciado la reactivación del sistema, con el fin de alcanzar el nivel de servicio que merece la ciudad.

### 2.3.2 METRO.

La independencia de circulación de este modo de transporte con respecto a los otros, su velocidad y capacidad de transportación lo han hecho el medio más aceptable por la inmensa mayoría de la población. Se puede decir que es el medio de transporte más democratizado, puesto que lo usan indistintamente las personas de los diferentes estratos socioeconómicos.

Actualmente el sistema funciona con siete líneas, en una red que alcanza una longitud de 119 kilómetros con 109 estaciones(fig. Il.1) y mueve un pro-



LÍNEA	LONGITUD DE SERVICIO	LONGITUD DE OPERACION	LONGITUD DE SERVICIO Y D. A. L.	LONGITUD DE OPERACION Y D. A. L.	NÚMERO DE ESTACIONES
1	16,885.888	17,898.015	1,128.151	18,825.166	20
2	20,712.841	22,008.978	1,423.861	23,490.237	24
3	21,278.379	22,295.891	1,015.340	23,409.251	21
4	9,383.276	10,747.009		10,747.009	10
5	14,434.723	15,675.132		15,675.132	13
6	11,434.373	13,003.818	943.885	13,947.503	11
7	11,147.762	13,183.956		13,183.956	10
TOTAL	105,232.192	114,818.187	4,509.037	119,428.224	109

FIG. II.1 RED DEL SISTEMA EN OPERACION.

medio de cinco millones de personas diariamente.

La red en operación comprende las siguientes líneas:

Línea 1	Pantitlán	Observatorio
Línea 2	Taxqueña	Cuatro Caminos
Línea 3	Universidad	Indios Verdes
Línea 4	Martín Carrera	Santa Anita
Línea 5	Pantitlán	Politécnico
Línea 6	Instituto del Petróleo	El Rosario
Línea 7	Tacuba	Barranca del Muerto

A pesar de los esfuerzos realizados para ampliar la capacidad del Metro, la demanda de transporte ha superado en algunas líneas la oferta en horas de mayor movimiento. Esto genera frecuentemente situaciones de congestión en los trenes y en las propias estaciones, principalmente en las líneas: 1, 2 y 3.

Por otra parte, las condiciones críticas en la vialidad y en los transportes se presentaban generalmente durante las horas de entrada y salida -- del trabajo. Los desplazamientos simultáneos dentro de un período muy corto de tiempo se tornan insuficientes; el sistema vial, los medios y las instalaciones del transporte, que por otro lado, están sub-utilizados durante las horas " valle ". Todo ello significa cuantiosas pérdidas en tiempo, consumo de energéticos, desgaste de vehículos, aumento de la contaminación -- ambiental, provocando la consecuente inconformidad generalizada de la población.

Si a lo anterior agregamos la inobservancia de los reglamentos y la insuficiencia de los recursos económicos, tenemos una explicación del origen de los problemas que cotidianamente padecen al respecto los habitantes de la Ciudad de México.

#### 2.4 ESTUDIOS PRELIMINARES PARA LA LINEA 9.

La intensa demanda de transporte que se prevía de oriente a poniente y el gran congestionamiento que esto podría ocasionar en las líneas del Metro, principalmente la línea 1, y las correspondencias en la estación Pino Suárez, planteaba algunas de las necesidades básicas a resolver.

De acuerdo a los resultados de los modelos de transporte de simulación y evaluación, que consideran diversos factores tales como: desarrollo urbano, optimización del sistema de transporte y la opinión del público entre otros; se determinó como prioridad la construcción de la Línea 9 del Metro.

La captación diaria de pasajeros de la Línea que se espera en los horizontes del proyecto es la siguiente:

* A corto plazo	(1988)	620,000 pasajeros
* A mediano plazo	(1994)	800,000 pasajeros
* A largo plazo	(2010)	660,000 pasajeros

#### 2.4.1 TRAZO DE LA LINEA.

El trazo de la línea 9 fue el resultado de los estudios realizados de acuerdo a las condiciones particulares existentes en nuestra ciudad, normadas por las premisas planteadas desde su origen como son:

- Evitar el ingreso de los autobuses sub-urbanos y foráneos al centro de la ciudad.
- Descongestionar las zonas de mayor afluencia de vehículos de superficie.
- Permitir su adecuada integración con el futuro desarrollo de la red de tránsito.

Para cumplir con los objetivos señalados, el trazo de la línea fue definido al considerar:

- La densidad demográfica.
- El origen y destino de los usuarios (obreros, empleados, etc.)
- Las alimentaciones exteriores e interiores de procedencia urbana, sub-urbana y foránea.
- Los modelos de simulación.

Con objeto de determinar el trazo más adecuado de esta línea se plantearon varias alternativas, mismas que se estudiaron y analizaron, en base a la posición de las estaciones, sección transversal de las calles por donde se proponía el trazo, posibles afectaciones, parámetros de diseño geométrico, tipo de solución constructiva y menor costo social.

#### 2.4.2 DESCRIPCION DE LA LINEA.

La línea 9 del Metro cruza la Ciudad de México de oriente a poniente, - desde la zona de Pantitlán hasta la terminal de autobuses en Observatorio (fig. II, 2). Su trazo se inicia en Río Churubusco (Col. Pantitlán), continúa por la Av. Río Piedad (Viaducto) hasta la Av. Morelos, se intersecta con la Línea 4 en la estación Jamaica, con la línea 2 en la estación Chabacano, con la línea 3 en la estación Centro Médico y con la línea 7 y 1 en la estación Tacubaya, - hasta llegar finalmente a la estación Observatorio.





Esta línea cuenta con una longitud total de 16,6 Kms. y 13 estaciones, (fig. II.3) y son las siguientes:

- |                              |               |
|------------------------------|---------------|
| 1.- Estación Pantitlán       |               |
| 2.- Estación Puebla          |               |
| 3.- Estación Cd. Deportiva   | TRAMO ELEVADO |
| 4.- Estación Velódromo       |               |
| TRAMO DE TRANSICION          |               |
| 5.- Estación Mixhuca         |               |
| 6.- Estación Jamaica         |               |
| 7.- Estación Chabacano       |               |
| 8.- Estación Lázaro Cárdenas | SUBTERRANEO   |
| 9.- Estación Centro Médico   |               |
| 10.- Estación Chilpancingo   |               |
| 11.- Estación Patriotismo    |               |
| 12.- Estación Tacubaya       | TUNEL         |
| 13.- Estación Observatorio   | SUPERFICIAL   |

#### 2.5 SELECCION DEL TIPO DE LINEA.

Indudablemente que para la selección del tipo de línea (cajón, superficial, túnel ó elevado), deben tomarse en cuenta los siguientes factores en términos generales:

- Costo de obra civil por Km.
- Tiempo de ejecución de la obra civil.
- Obstrucción de la vía pública durante la ejecución.
- Interferencias con los servicios municipales.
- Conservación de obra y equipo.
- Mantenimiento de la vía.
- Paisaje urbano: aspecto estético y barrera física.
- Futura disponibilidad vial.
- Libramientos viales perpendiculares inducidos.

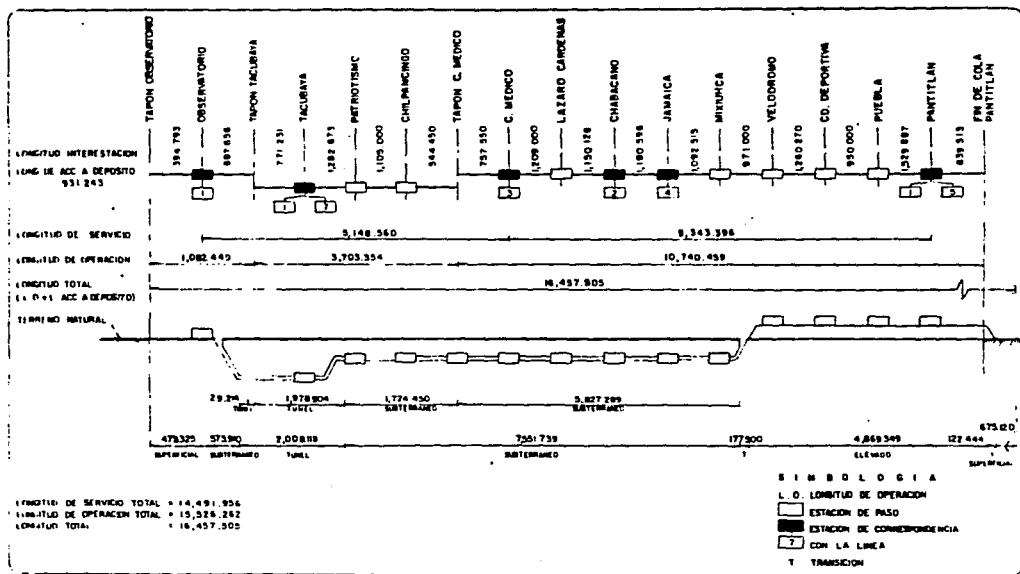


FIG. II. 3 LONGITUD TOTAL DE LA LINEA (9) DEL METRO.

LÍNEA	A 1970	A 1981	A 1985	A 1988	LONGITUD TOTAL DE LA LÍNEA	LONGITUD TOTAL DE SERVICIO	No. ESTACIONES	TRANSBORDOS POR LÍNEA
1	17,357 009		1,450 708		18,825 186	16,653 898	2 0	5
2	19,217 028		4,213 209		23,430 237	20,712 841	2 4	4
3	5,463 553	11,608 677	6,535 001		23,609 231	21,278 379	2 1	5
4		10,747 009			10,747 009	9,363 276	1 0	4
5		14,772 542	902 590		15,675 132	14,434 723	1 3	4
6		9,284 343		4,883 160	13,947 503	11,434 373	1 1	4
7			13,193 936	5,580 246	18,784 202	17,011 192	1 4	3
9				15,375 056	15,375 056	13,033 069	1 2	5
TOTALES	42,039 590	46,392 571	26,495 464	25,648 462	140,393 536	123,921 751	12 5	34

FIG. II. 4 LONGITUD TOTAL DE LAS LINEAS DEL METRO.

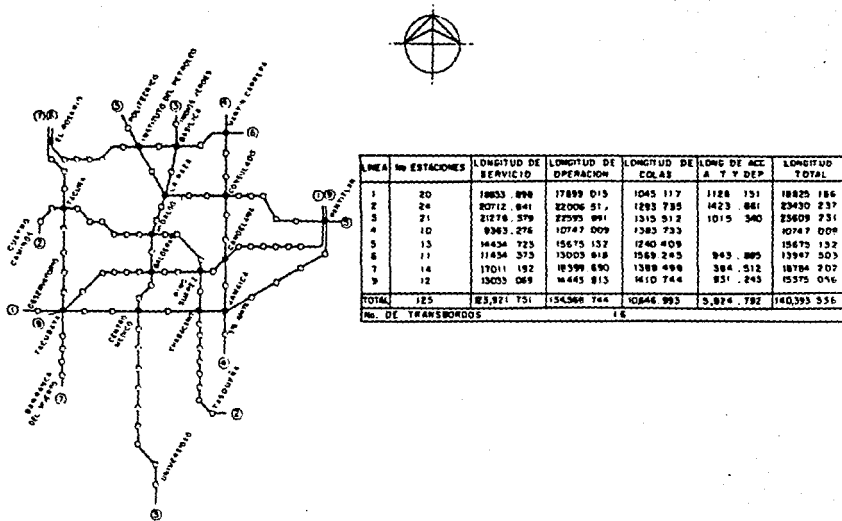


FIG. IL 5 RED DEL SISTEMA PARA 1988.

Por lo que respecta al costo de la Obra Civil, el más alto corresponde a la línea subterránea, bien sea con cajón o por medio de un túnel, en tanto que el costo de la línea superficial es cercano al de la solución elevada.

Por lo que respecta a los tiempos de construcción, la velocidad para la solución subterránea es del orden de 90 a 110 m. por mes, en tanto que para la solución elevada es de 70 a 90 m. por mes, por lo que se puede observar que para la solución elevada la velocidad de construcción es ligeramente mayor que la subterránea.

En cuanto a la obstrucción de la vía pública durante la construcción, la solución que causa mayores problemas es la subterránea, reduciéndose estos en la solución elevada. Las interferencias con las instalaciones municipales son tales en el caso del subterráneo, que obligan en ocasiones a desvíos importantes de grandes colectores ó de redes de distribución de agua. Estas interferencias causan menos problemas en los tramos elevados y superficial.

Por lo que respecta a la conservación y mantenimiento de los equipos, la solución subterránea presenta mejores condiciones que la superficial y la elevada, debido a que los equipos no están expuestos a la intemperie.

Tal vez uno de los factores más importantes es el del paisaje urbano, - ya que el paisaje (aspecto estético) se altera de acuerdo con el tipo de solución elegido. La magnitud de la alteración del paisaje urbano depende primordialmente del ancho de la calle, así por ejemplo; el problema causado por la línea elevada se acentúa en calles de anchura menor de 40 m., en tanto que - en la solución superficial se requiere una anchura mínima de 50 m., para lograr soluciones satisfactorias.

En estas condiciones se debe tomar en cuenta además, el tipo de zona - por la que atraviesa la línea, ya sea industrial, comercial ó residencial, el tipo de usuarios a quienes beneficiará y la formación de una barrera continua que no existe para el tipo de soluciones elevadas ó subterráneas.

Así que, tomando en cuenta todos estos factores se eligió para la construcción de la Línea Nueve ( 9 ) tres tipos de soluciones:

ELEVADO	Pantitlán- Velódromo
SUBTERRANEO	Mixihuca- Patriotismo
TUNEL	Patriotismo- Tacubaya

Debido a que los trabajos de Supervisión se realizan de igual manera en cualquiera de los procedimientos constructivos mencionados anteriormente, - se eligió con objeto de estudio el tramo comprendido entre las estaciones Pan

titlán - Velódromo, conocido como línea nueve (9) oriente, correspondiéndole el procedimiento constructivo en solución elevada.

### 2.5.1 SOLUCION ELEVADA.

En vista de que la solución elevada para el Metro es una novedad en México, se estudió exhaustivamente la necesidad de conservar el mayor número posible de carriles de circulación en las calles donde se emplea ésta solución, tomando la decisión de utilizar columnas de apoyo.

Una vez definido el apoyo de columnas, se procedió a analizar las distintas alternativas posibles para las traveses, tanto desde el punto de vista del material a emplear; acero, concreto pretensado, concreto postensado, acero pretensado, como desde el punto de vista de la sección transversal; viga I, T, ó cajón y de los claros que podrían salvarse.

Se hizo una comparación económica de las distintas alternativas estudiadas, tomando en cuenta las cantidades de materiales necesitados por Km. de línea en cimentación (zapata, pilotes) y superestructura (columnas, cabezales, traveses), tanto de concreto colado en sitio como el precolado. Se tomaron en cuenta las dificultades de tipo constructivo y los equipos de construcción que sería necesario utilizar.

### 2.5.2 CONSIDERACIONES SOBRE LA SOLUCION ELEGIDA.

Las estructuras continuas altamente hiperestáticas presentan ventajas de redistribución de elementos mecánicos al ser sometidas a sobrecargas -- excepcionales, por ejemplo las causadas por un sismo; sin embargo para su correcto funcionamiento se requiere que los apoyos no permitan desplazamientos verticales diferenciales que ocasionarían esfuerzos adicionales de importancia.

Para lograr lo anterior, sería necesario utilizar cimentaciones con pilotes apoyados en la capa dura del subsuelo de la ciudad, con profundidad variable llegando en algunas zonas a más de 35 m., lo cual motivaría por otro lado, el que se afectara la zona adyacente a la cimentación, pues impediría el hundimiento general de la ciudad que en promedio es de 10 cm. por año, formándose desniveles importantes alrededor de las zapatas de cimentación, perturbando seriamente la viabilidad y sobrecargando fuertemente los pilotes debido a la fricción negativa que se generaría.

Debido a estas razones, se optó por utilizar la solución isostática, la cual tolera fácilmente hundimientos diferenciales y permite la solución de -- cimentación con pilotes de fricción.

Considerando la importancia que reviste el hundimiento regional en el

valle de la Ciudad de México, fue necesario adoptar una solución tal que "siguiera" dicho hundimiento, estudiándose varias alternativas, desde el uso de cajones compensados, hasta el de zapatas semicompensadas con pilotes de fricción, finalmente adoptada.

Se realizaron estudios de Mecánica de Suelos en cada uno de los apoyos, consistentes en pruebas de penetración estándar para verificar la estratigrafía y tipo de materiales, haciendo también pruebas completas de consolidación del material, obteniendo sondeos de tipo inalterado en algunos apoyos para definir las propiedades mecánicas del subsuelo tales como: compresibilidad, resistencia al corte, etc.

Para determinar las dimensiones de las zapatas, así como el número de pilotes, se tomaron en cuenta los siguientes valores totales admisibles -- desde el punto de vista de Mecánica de Suelos:

- a) Capacidad de carga con factores de seguridad igual a 1.20, bajo sollicitaciones estáticas y dinámicas.
- b) Hundimiento total en un apoyo no mayor de 15 cm.
- c) Hundimiento diferencial máximo entre apoyos contiguos no mayor de 4 cm.
- d) Esfuerzos finales inducidos por la solución de cimentación en los estratos compresibles no mayores de la carga de preconsolidación del suelo en la profundidad de análisis.
- e) Presión máxima admisible al nivel de desplante de la losa de cimentación de 8 a 8.5 ton/m<sup>2</sup> en tramo, y de 9 a 9.5 ton/m<sup>2</sup> en estaciones.

También se revisó la capacidad de carga de los pilotes trabajando a tensión por efecto de los momentos flexionantes y cortantes, generados éstos -- por las cargas estáticas y dinámicas de la estructura.

Así, las zapatas resultaron del orden de 15 m de largo por 8 m. de -- ancho, con un espesor promedio de 1.80 m. El número de pilotes para cada zapata varió de 25 a 20 aproximadamente, con una longitud promedio de 36 m. compuestos por tres tramos precolados de 12 m cada uno, 6 pilotes de 30 m. de longitud compuestos por dos tramos precolados de 15 m. vease (fig. II.6) y (fig. II.7).

En las esquinas de las zapatas se dejaron preparaciones para colocar pilotes de control a futuro, cuya función será la de enderezar la estructura -- en caso de que sea necesario.

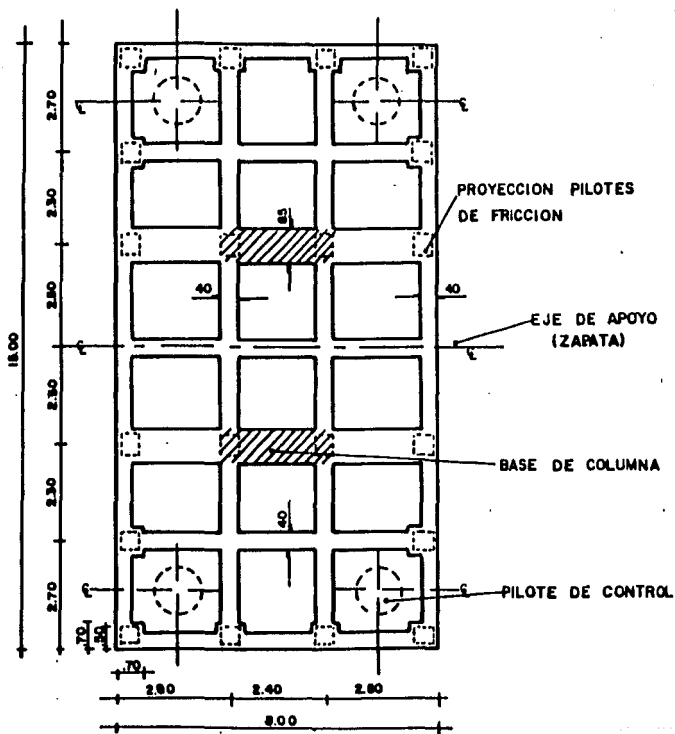


FIG. II. 6 PLANTA DE CIMENTACION DE ZAPATAS TIPO





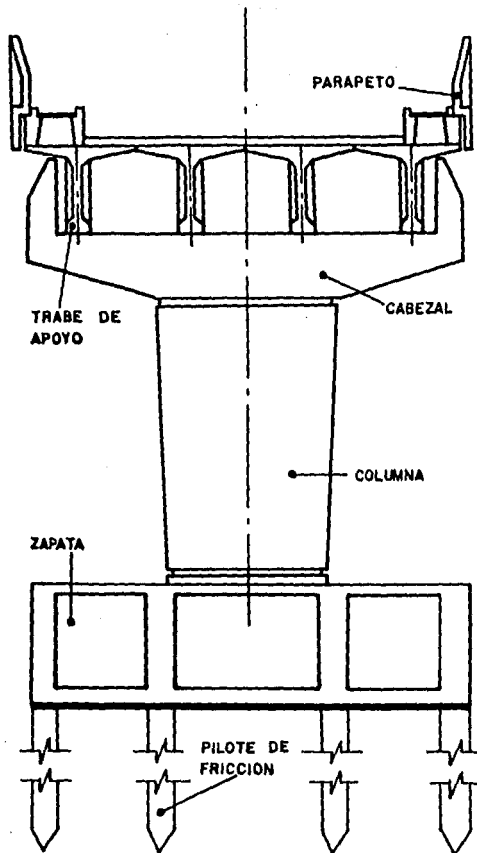


FIG. IL 8 ESTRUCTURA TERMINADA.

## 2.6 ORGANIGRAMA PARA LA EJECUCION DE LA OBRA CIVIL.

De acuerdo con el reglamento que rige a la Comisión de Vialidad y -- Transporte Urbano ( COVITUR ), entre sus diversas funciones tiene la de -- construir las obras de ampliación del Sistema de Transporte Colectivo ( METRO ), así como las nuevas obras viales ó modificaciones a las existentes.

COVITUR lleva a cabo la Dirección , Coordinación y Control de todas las obras en sus diversas fases, de Planeación, Proyecto y Construcción.

La Dirección de Construcción depende directamente de la Vocalía Ejecutiva y comprende las Gerencias de Ingeniería Vial, Obra Vial, Obras --- Electromecánicas, Obras Inducidas y Construcción de Estacionamientos; además cuenta con el apoyo de la Gerencia de Normas y Precios Unitarios.

En lo referente propiamente a la Gerencia de Obra Civil, consta de -- tres órganos, dos de ellos ejecutivos, que son las Subgerencias de Obra Metro y la Obra de Vialidad, y una de Coordinación que corresponde a la oficina de Control de Calidad. (fig. II.9 ).

De la Subgerencia de Obra Metro parte una estructura de tipo piramidal, con Jefatura de Residentes en campo, a las que se le asigna dependiendo de diversos factores, una línea completa o algún tramo estratégico; asimismo, debido al área tan extensa que cubre la obra, cada Jefatura de Residentes consta de Residentes Generales y Residentes de Frente. El Jefe de Residentes tiene la representación de COVITUR en calidad de Dirección de Obra en el campo.

Como parte integrante de las Subgerencias de Obra Civil existe un cuerpo de trabajo en las oficinas centrales de COVITUR, encargado de atender problemas específicos de Administración de Recursos, Control de Programa de Obra, Atención al público, etc.

Con objeto de llevar a cabo la realización física de las obras, COVITUR ha establecido una organización que, para el caso de Obra Civil se presenta - en un organigrama.

## 2.7 DESCRIPCION DEL ORGANIGRAMA PARA LAS OBRAS DE LA LINEA (9) ORIENTE DEL METRO.

En términos generales se mencionan como están distribuidas las tareas de Coordinación, Dirección y Control, Proyecto, Supervisión y Ejecución de Obra, encabezando COVITUR la estructura. De acuerdo a políticas fijadas - por el propio Departamento del Distrito Federal, COVITUR contrata externamente a empresas nacionales de reconocido prestigio, los servicios profesionales de Proyecto y Supervisión. (fig. II.10).

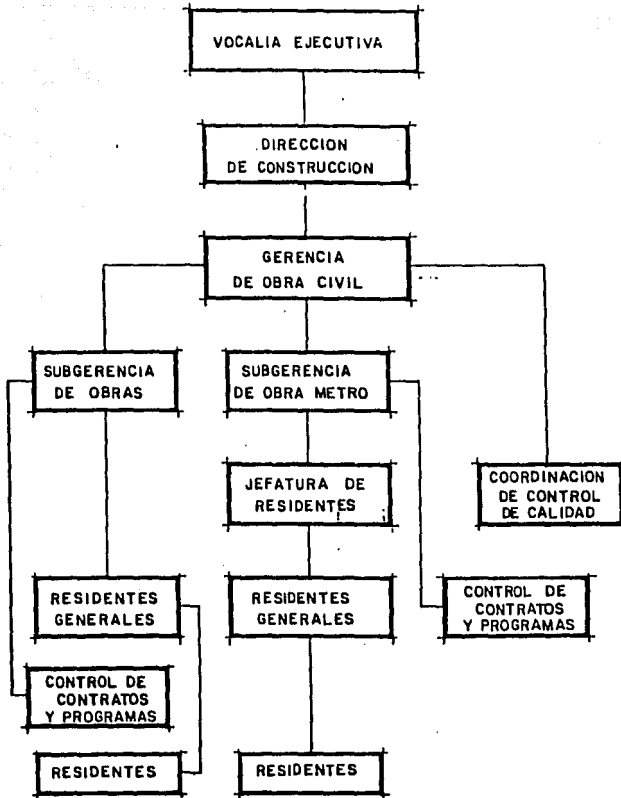


FIG. II, 9 ORGANIGRAMA DE LA GERENCIA DE OBRA CIVIL.

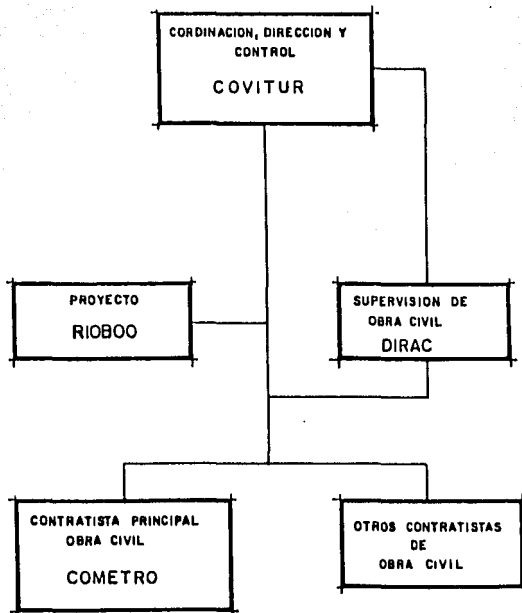


FIG. 11.10 ORGANIGRAMA PARA LAS OBRAS DE LA LINEA (9) ORIENTE DEL METRO.

La empresa RIOBOO S.A. tiene asignada la realización del Proyecto de Obra Civil y la Supervisión ha sido encomendada a DIRAC S.A. de C.V., la cual tiene a su cargo la cuantificación de obra ejecutada, así como proporcionar los servicios de laboratorio de materiales para Control de Calidad, así como la actualización de los programas y avances de obra.

La ejecución de la Obra Civil corresponde a una contratista principal, Constructora Metro S. A. de C. V. (COMETRO); para los trabajos complementarios tales como; jardinería, señalamientos, reubicación de vías freas, etc., se ha acudido a contratistas especializadas.

Se han organizado en el campo las llamadas Gerencias de Zona que operan en forma autosuficiente, con los recursos necesarios para llevar a cabo las funciones indicadas anteriormente; cabe mencionar que corresponde a la organización propia de COVITUR en la obra de manera que cada Jefatura de Residentes tenga asignados los servicios de una Gerencia de Zona.

En la organización mencionada, COVITUR delega a la Supervisión la responsabilidad y autoridad necesarias para desempeñar sus labores mismas que se definen con precisión al iniciar actividades, mediante la implantación de un instructivo de operación, que se resume enseguida.

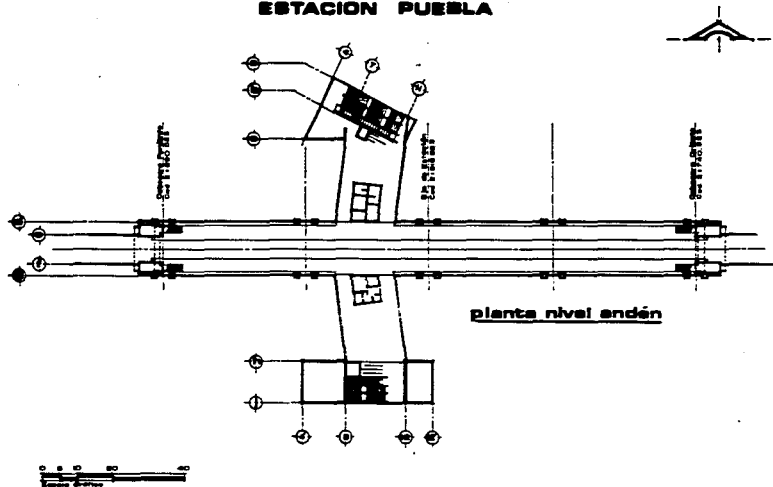
COVITUR ejerce la Dirección, Coordinación y Control de Construcción de la obra, mediante instrucciones contenidas en planos, especificaciones, escritos y programas, giradas a Supervisión y consignados con la Bitácora de Dirección; esta bitácora es también el documento oficial de comunicación entre COVITUR y DIRAC.

La Supervisión se compromete a que la obra se realice de conformidad a los planos, especificaciones y normas técnicas consignadas en los proyectos ejecutivos aprobados por COVITUR, de acuerdo a los programas respectivos, quedando facultada para dictar a la Contratista las disposiciones necesarias para cumplir con dichos objetivos, en los términos señalados contractualmente.

DIRAC es el conducto de comunicación directa entre COVITUR y la Contratista para todos los asuntos relacionados con la ejecución física del proyecto.

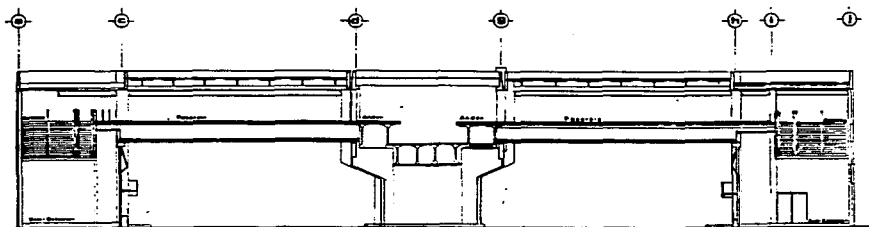


# ESTACION PUEBLA



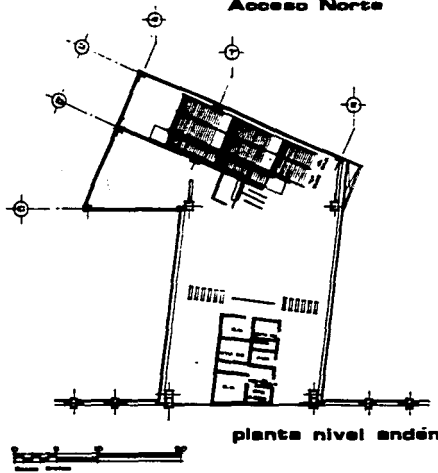


**ESTACION PUEBLA**

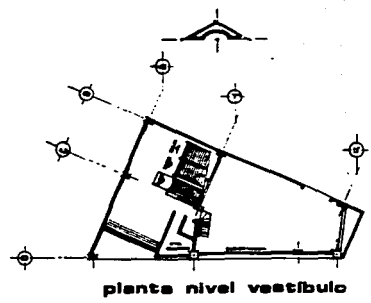


**corte transversal B-B**

**ESTACION PUEBLA**  
**Acceso Norte**

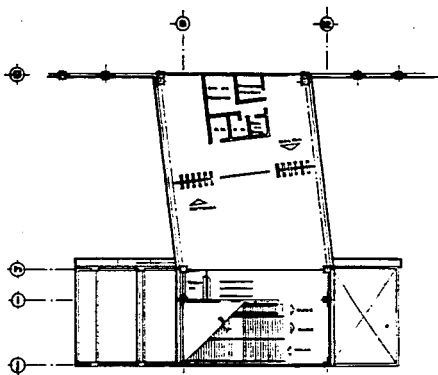


planta nivel andén

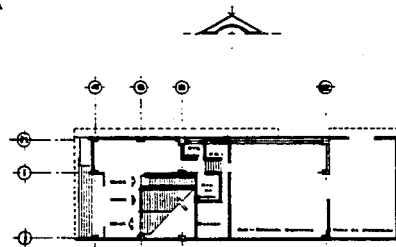


planta nivel vestibulo

**ESTACION PUEBLA**  
**Acceso Sur**



**planta nivel andén**



**planta nivel vestíbulo**

### CAPITULO III

## SUPERVISION DE LA OBRA CIVIL

## CAPITULO III

## SUPERVISION DE LA OBRA CIVIL

## 3.1 DEFINICION.

La Supervisión es una especialidad de la construcción enfocada a la vigilancia e intervención durante la realización de una obra, para lograr que un proyecto se realice conforme a los DISEÑOS (estructurales, arquitectónicos, de instalaciones, etc.,) de acuerdo en todas sus partes integrantes en --- cuanto a CALIDADES, tanto de materiales como de mano de obra, señaladas en las normas y especificaciones y dentro de un programa de TIEMPO y COS-TO.

La Supervisión de Obra consiste en una secuencia de acciones encaminadas a evaluar hasta que punto se está cumpliendo con lo especificado, y además cumplir con otras funciones, como las de prevenir y corregir fallas, así como también las de dirigir y solucionar situaciones que impidan el buen funcionamiento de los trabajos.

## 3.1.1 CONDICION FUNDAMENTAL.

La condición fundamental en la Supervisión es que ésta sea PREVENTI-VA y NO CORRECTIVA. Esto quiere decir que antes de iniciar cualquier etapa de la construcción se debe verificar que sus dimensiones y localización, niveles, calidad de los materiales por emplear, procedimiento constructivo, herramientas y equipo, etc., sean los adecuados para garantizar que el trabajo se desarrolle logrando los resultados esperados, no dando lugar a que una vez terminado se tenga que corregir o demoler, con la consiguiente pérdida de --- tiempo y dinero.

La intervención oportuna y práctica de la Supervisión, es de vital importancia durante la construcción de toda obra, ya que esta dictará las soluciones más convenientes para resolver los problemas técnicos que se presenten.

## 3.1.2 OBJETIVOS DE LA SUPERVISION.

- Asesorar a la Contratista para lograr que la ejecución de los trabajos esté de acuerdo con lo establecido en planos y especificaciones.
- Descubrir y señalar oportunamente errores y omisiones de los proyectistas y estructuristas, así como detectar situaciones inesperadas que puedan exigir modificaciones en diseño.
- Lograr que la construcción se realice en el tiempo programado.
- Evitar que el costo de la obra sea mayor que el contratado.

## 3.1.3 FUNCIONES DE LA SUPERVISION.

Para cumplir con los objetivos antes mencionados, recaen en la Supervisión las siguientes funciones:

- Revisar que la Contratista tenga en su poder todos los planos, especificaciones, programas, contratos, presupuestos, licencias y permisos.
- Anotar en el diario de la obra (llamado libro de bitácora, ó breve -mente bitácora), desde el inicio hasta la terminación, los acontecimientos más relevantes, cuidando previamente las implicaciones - que acarreen estas anotaciones en cuanto a costos, estabilidad y tiempo de ejecución.
- Dar soluciones a problemas técnicos, asesorándose si es necesario por el proyectista o diseñador.
- Informar sobre posibles omisiones o errores, condiciones inesperadas en la ejecución, como pueden serlo un subsuelo distinto del que supuso quien diseño la cimentación, o la ausencia o escasez de algun producto de construcción en el mercado.
- Vigilar y reportar periódicamente el avance de la obra, de acuerdo con programas; revisar reprogramaciones en caso necesario.
- Aprobar las estimaciones de obra.
- Coordinar las actividades más importantes con la dirección de la obra.

Es en estos trabajos donde la Supervisión debe poner especial interés a la labor que se desarrolle en la obra, pues de la correcta coordinación que en ella se tenga, dependerá la adecuada ejecución del proyecto y la debida calidad de los trabajos que conlleva, originando por consiguiente la correcta - distribución de los recursos que se programan.

Para llevar a cabo lo antes mencionado se requiere contar además con un adecuado control de la organización de la obra, demostrando siempre eficacia y capacidad ante la Contratista por medio de la seguridad y acertada - Supervisión.

La Supervisión debe estar familiarizada con la obra, vigilar el avance real de la obra, supervisar el tamaño de las cuadrillas, asegurándose que - la cantidad de hombres se mantenga al mínimo requerible desarrollando un trabajo seguro, económico, expedito; pero suficiente para que se avance con eficiencia y de acuerdo a lo programado.

### 3.2 UBICACION DE LA SUPERVISION EN EL PROCESO ADMINISTRATIVO.

#### 3.2.1 PROCESO ADMINISTRATIVO.

Al proceso administrativo se le define como una secuencia ordenada en tiempo y espacio de actividades relacionadas entre sí, con el fin de optimi - zar los recursos en base a objetivos predeterminados.

Así pues, se debe entender al proceso administrativo como una herra - mienta técnica de la que se vale la administración para el desarrollo de cual

quier proyecto y que se compone de cuatro etapas: PLANEACION, ORGANIZACION, DIRECCION Y CONTROL.

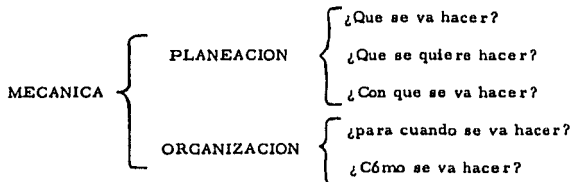
**PLANEACION.** Fase por medio de la cual se establecen metas y objetivos en base a la recopilación y análisis de datos, tomando en cuenta los recursos disponibles y adoptando la alternativa de acción más adecuada.

**ORGANIZACION.** Fase por medio de la cual se definen las funciones, responsabilidades y autoridad, y se designan los recursos que respondan a la consecución de los objetivos planteados.

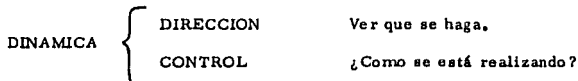
**DIRECCION.** Es la etapa en la que se realiza lo planeado y organizado con el fin de que se logren los objetivos propuestos.

**CONTROL.** Es la parte evaluativa de la administración que implica mecanismos de registros y establecimiento de datos, para ver si nos vamos acercando a los objetivos y en que medida.

Estas etapas a su vez están constituidas por las siguientes fases que responden a las siguientes preguntas:



Estas funciones se llevan a cabo esencialmente en oficinas, es decir, son trabajos de gabinete.



Estas actividades se realizan en el terreno de construcción, es decir, son trabajos de campo.

Como se podrá ver, la Supervisión de Obra se ubica con respecto al proceso administrativo en la tercera etapa que es la DIRECCION, es decir que forma parte dinámica del proceso administrativo, porque realiza actividades de prevención de conflictos personales, de circulación, de suministros, etc. Así como acciones de Dirección y Coordinación de actividades, así como también de Corrección al detectar errores dentro de dicho proceso.

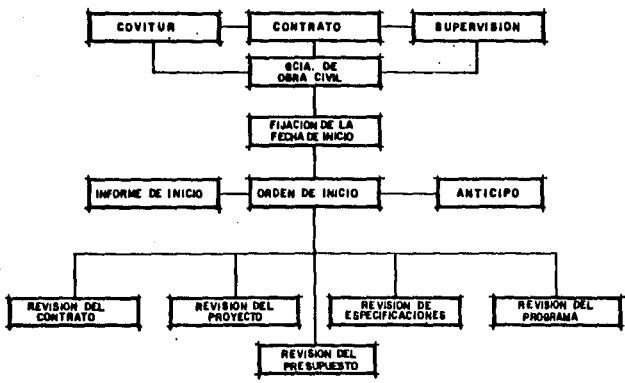


FIG. III, 1 FLUJOGRAMA DE INICIACION DE LOS SERVICIOS DE SUPERVISION.



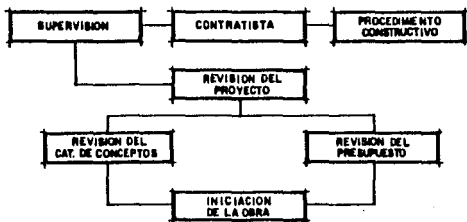


FIG. III, 2 FLUJOGRAMA DE INICIACION DE OBRA.

### 3.3 RELACIONES DE LA SUPERVISION.

La acción de la Supervisión se desarrolla fundamentalmente dentro del conjunto: PROPIETARIO - SUPERVISION - CONTRATISTA.



Este conjunto, tiene como objetivo único común la realización satisfactoria de la obra, para esto la Supervisión debe estar alerta para conciliar -- puntos de vista e intereses del Propietario, del Diseñador y de la Contratista.

#### 3.3.1 RELACION PROPIETARIO - SUPERVISION.

Se pueden mencionar como puntos específicos de las relaciones Propietario-Supervisión, aquellos que el propietario debe establecer fundamentalmente, con claridad y precisión desde un principio:

- La autoridad que delega a la Supervisión.
- La confianza que deposita en él.
- El apoyo que le dará.
- Las facultades que el autoriza.
- Las actividades que desarrollará.
- El alcance (facultades-responsabilidades-actividades) de los servicios de la Supervisión.
- Las políticas de actuación.
- La información que espera y los sistemas que establecen para lo -- graria.
- Las comunicaciones (medios, conductos, frecuencias, etc.)
- El apego de los servicios, acorde con los alcances.
- Las Normas a que se sujetará la Supervisión.

#### 3.3.2 RELACION CONTRATISTA - SUPERVISION.

Relaciones Técnicas. Se llaman relaciones técnicas a los aspectos de la realización de una obra en que la Supervisión interviene frente a la Contratista para asesorarla, orientarla, informarle, pedirle u ordenarle sobre la ejecución de la obra, para que ésta se apege al proyecto, a las especificaciones y calidades, a los programas de tiempos y erogaciones, así como también a los términos del contrato, con el fin de que se lleve a cabo en forma satisfactoria según lo pactado.

Para ello la Supervisión debe conocer detalladamente el proyecto, las normas y especificaciones de cada parte de la obra, el presupuesto, los alcances de los precios, los diversos programas de ejecución, el contrato, -- así como el sitio donde se ejecutará, los aspectos legales y organizacionales del propietario para que aplicando sus conocimientos técnicos, criterio y exp\_

riencia, pueda juzgar lo que haga la Contratista y ayudarla, asesorarla, pedirle y ordenarle lo que proceda para la feliz realización de la obra.

Esta acción de la Supervisión debe fundamentarse en la preparación -- profesional y técnica de sus elementos, que junto con la experiencia integran el criterio, indispensable para sus relaciones con la Contratista.

Es muy deseable que en estos aspectos la Supervisión esté a mayor nivel que la Contratista, o al menos al mismo nivel, pues de lo contrario no será respetada y reconocida su posición.

### 3.4 NORMAS DE SUPERVISION.

Las Normas de Supervisión constituyen el conjunto de reglas, instrucciones, mandatos, condiciones y requisitos a los que deben apegarse las personas físicas o morales, que se encargan de esa labor en la realización de un determinado trabajo, con el fin de que éste resulte satisfactorio.

El objetivo de unas Normas de Supervisión consiste en fijar los propósitos que tratan de lograrse con esa labor, para que resulte de utilidad tanto a quien encomienda tal labor como al sujeto supervisado. Al mismo tiempo, un objetivo muy importante es el orientar a la Supervisión para que su trabajo lo desarrolle con eficiencia.

En cuanto a los términos o conceptos que en algunos casos se emplean, tales como Coordinación o Dirección, debe tenerse el cuidado de definirlos -- para expresar realmente lo que el propietario desea y entiende por coordinar o dirigir y para precisar las obligaciones y grado de autoridad de la Supervisión.

Se piensa a veces que las Normas deben detallar todo lo que pueda necesitarse, suceder o presentarse, indicando como resolverlo. Ello demostraría falta de experiencia, de preparación, o el deseo de quitarse responsabilidades.

En general hay que tener en cuenta que las normas deben sujetarse a revisiones periódicas, pues los cambios tecnológicos, los cambios administrativos u organizacionales, frecuentes en nuestra época y en nuestro medio, van conduciendo a la separación paulatina de su contenido con la realidad operativa del trabajo correspondiente.

#### 3.4.1 BITACORA DE OBRA.

La bitácora de obra es un libro registrado y foliado, donde por medio de pequeñas notas en orden cronológico se realiza una comunicación, bien sea Supervisión - Contratista ó viceversa, ó Supervisión - Propietario, en la -- cual ambas partes deben firmar de conformidad, correspondiendo el orden de las mismas al origen de la anotación, autorizando y enterándose de cambios

en el proyecto, así como todo lo que suceda en la obra, ya que posteriormente ayudarán a realizar análisis y aclaraciones que sean necesarias. Estas bitácoras son propiedad del cliente, por lo que al finalizar la obra le serán entregadas.

Previo al inicio de la obra, es necesario que se reúnan las diferentes partes que intervienen en ella, principalmente la empresa Contratista y la Supervisión, para discutir en todos los aspectos, los lineamientos a seguir respecto al uso de la bitácora y sus alcances, estableciendo inconformidades y aceptaciones.

Las notas de bitácora son muy importantes ya que tienen alcances de tipo legal, por lo que todas las órdenes que por medio de ella sean transmitidas, deberán ser acatadas por la empresa a la que estén dirigidas, teniendo la opción de presentar su inconformidad o solicitar aclaraciones adicionales en un plazo fijado dentro de la misma bitácora y que generalmente es de 24 horas; una vez transcurrido este plazo se dará como asentado que la orden ha sido aceptada, de no haber modificaciones en la misma, a pesar de que no aparezca la firma de la parte solicitada.

Las primeras hojas de la bitácora contienen el registro de firmas de las personas autorizadas para emitir y recibir las comunicaciones por éste medio, debiendo estar por lo menos una persona de cada una de las partes -- que intervienen, el propietario o cliente designará directamente a su representante, la Contratista acreditará a un individuo para tal función, mediante un oficio dirigido a la Supervisión, reservándose ésta última el derecho de aceptar o rechazar dicha acreditación, asimismo se registrará la fecha de iniciación de la obra, su nombre y localización.

Si por algún motivo la persona o personas que tienen la autorización cesara en sus funciones, se asentará con la fecha y hora que esto suceda por el jefe inmediato superior de la parte involucrada, de la misma forma se registrará cuando una nueva persona sea autorizada.

Las anotaciones que aparezcan en la bitácora podrán tratar de modificaciones, solicitudes y autorizaciones, ampliaciones ó simplemente aclaraciones al proyecto, al programa así como a los procedimientos a seguir, o bien ordenarse la corrección, sustitución, reposición, demolición, desmantelado parcial o total de un trabajo ejecutado, ya sea por modificaciones del proyecto o porque no reúna las especificaciones y normas técnicas indicadas previamente por los planos y especificaciones, se debe tener especial cuidado en actualizar permanentemente la bitácora.

Todas las notas deben ser escritas a mano, legibles, concisas, claramente fundamentadas y en su caso deberán ser acompañadas de los dibujos y/o croquis necesarios, adecuadamente acotados en planta y/o alzados, referidos a niveles, planos o antecedentes que las ubiquen y clarifiquen.

Generalmente una bitácora se compone de original y tres copias, que-

dandose la original en la obra, una copia para la Contratista, otra se envía al cliente (COVITUR) y la última a las oficinas centrales de Supervisión.

El sentido de la anotación deberá cumplir con la precisión suficiente para que sea interpretada claramente por todos los interesados; así como -- también evitar anotar asuntos sin importancia.

Como recomendaciones para el uso de la bitácora están:

- Numerar cada una de las anotaciones para que en caso de hacer referencia a la misma sea más sencillo y claro.
- Poner fecha en cada una de las notas para evitar cualquier confusión.
- Actualizar la bitácora lo más frecuentemente posible.
- Analizar severamente todo asunto que se pretenda apuntar en bitácora, para de esta manera no llenarla de anotaciones innecesarias.
- Revisar periódicamente la bitácora para ver si la Contratista o Cliente (COVITUR), según sea el caso, haya firmado las notas escritas por la Supervisión o bien para observar si estos han puesto alguna nota para la misma.

#### 3.4.2 INFORME DE OBRA.

Un aspecto fundamental que se debe contemplar es el mantener informado al cliente (COVITUR), sobre todos los problemas, avances, etc., así como todos los aspectos que surjan alrededor de la obra, por lo que la Supervisión debe coordinar la realización de un informe que se entregue periódicamente a COVITUR según lo estipulado, en donde se conjunte toda la información necesaria que muestre con precisión, claridad, objetividad y sencillez - lo que ha ocurrido en cuanto al desarrollo de la obra en el periodo correspondiente y en su caso lo que se espera que suceda en el futuro, así como alternativas de solución a problemas específicos, si se llegaran a presentar.

Un informe debe ser lo más completo posible, procurándose siempre no omitir ningún detalle que sea relevante, para esto debe reunir de una manera concisa todo lo relacionado a:

- Estimaciones.
- Reportes de Laboratorio.
- Retrasos (causas y soluciones).
- Juntas de trabajo.

- Recursos.
- Avances.
- Problemas.

Todo lo anterior debe ser complementado con fotografías de la obra, notas de bitácora, trámites oficiales, memorando, etc., Para que esto -- sea posible, es necesario que la Supervisión realice periódicamente ciertas actividades que le ayuden a elaborar el informe de una manera más eficiente, entre estas se pueden señalar:

**Elaboración de un Diario de Obra.** Consiste en un informe descriptivo de las condiciones que se presentaron y los acontecimientos ocurridos diariamente durante la ejecución de los trabajos en la obra, al mismo tiempo de llevar una relación del avance de la misma, conjuntando órdenes, evaluaciones, programas, localización de avances, etc. Generalmente el diario le pertenece a la Supervisión, estando siempre a disposición tanto del -- cliente (COVITUR) como de la Contratista para cualquier aclaración, ya que al igual que la bitácora tiene efectos legales.

En base al diario de obra ó a la bitácora se debe realizar un reporte semanal, donde se resuman todos los acontecimientos relevantes que se hayan presentado en la obra, así como el avance semanal y su localización mediante gráficas y croquis de la obra.

Se deben realizar regularmente juntas de trabajo tanto con la Contratista como con el cliente (COVITUR), para determinar soluciones, situaciones y determinaciones dentro de la obra, escribiéndose minutos donde se especifica claramente todos los puntos tratados en la junta, al mismo tiempo es responsabilidad de la Supervisión vigilar que se cumpla con todo lo acordado en la misma.

Según sea posible se deben tomar fotografías de todo aquello que se -- considere importante, clasificando cada una con el nombre de la obra, localización del punto donde fué tomada, la fecha y la causa de la misma.

Se debe realizar en base al reporte semanal un resumen del avance a la fecha, comparándose con los programas elaborados con anticipación, tanto gráficamente como cuantitativamente, ya sea en porcentaje o con cantidades reales.

Se recomienda para la elaboración de un informe lo siguiente:

- Nunca incluir en el informe, datos o problemas que sean falsos.
- No dejar escapar ningún detalle.

- Tener a la mano todos los datos necesarios para su elaboración.
- Se recomienda una buena presentación y una entrega oportuna.

### 3.4.3 ESPECIFICACIONES DE OBRA.

Para poder llevar a cabo la construcción de la obra, es necesario conocer todas las características que ésta tendrá en términos generales como son:

- Tipo.
- Dimensiones.
- Distribución.
- Materiales que se utilizarán.
- Calidad de los trabajos y materiales.
- Tratamientos cuando sean necesarios.

que deberán tener:

- La cimentación.
- La superestructura.
- Las instalaciones normales o especiales.
- Los acabados.

Para ello se elaboran una serie de planos, en los cuales se incluyen todos los detalles de cada concepto, cuidando no se omita ninguno de ellos y que se encuentren claramente explicados.

Estos planos a su vez deben tener como fundamento, ya sea las condiciones que el proyecto requiera y/o una serie de reglas que limiten, definan y determinen las características de los materiales por utilizar. Estas reglas se presentan en la construcción en la forma conocida como **NORMAS Y ESPECIFICACIONES**.

**NORMA:** Es el conjunto de reglas, instrucciones, mandatos, condiciones y requisitos a los que se debe apegar la construcción para que se logre la ejecución satisfactoria de una obra determinada.

**ESPECIFICACION.** Es el conjunto de normas que permite regular la calidad en la fabricación de un producto, en este caso la calidad de la construcción, comprendiendo la medición, las tolerancias y la base de pago de los conceptos de trabajo.

El uso correcto de las especificaciones es de gran utilidad ya que permite formar un patrón de medida mediante el cual, tanto la Supervisión como la Contratista sepan en que basarse a lo largo de la obra, es por eso que las especificaciones así como el proyecto deben tener una gran difusión para que

asi todos los involucrados en la obra estén enterados de las metas y objetivos de la misma, de igual manera para comprobar y comparar los resultados obtenidos, asi como también para definir si la obra reúne las condiciones solicitadas para ser entregada al cliente.

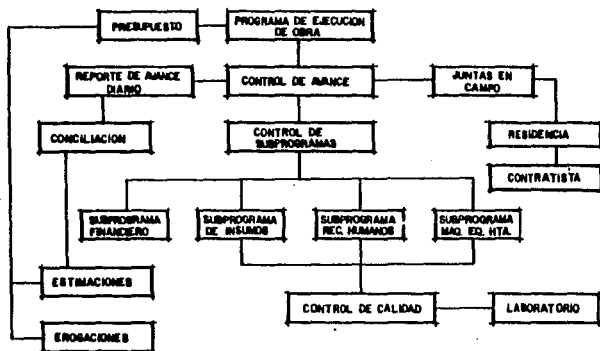


FIG. III, 3 FLUJograma DE LA SUPERVISION EN PROCESO.



### 3.5 FUNCIONES DEL SUPERVISOR.

Un supervisor debe ser la persona clave que tenga bajo su responsabilidad, la óptima realización de una obra y hacer todo lo necesario para: PREVER, DIRIGIR Y CORREGIR, llevando a cabo la obra, tal como fué prevista, tomando en cuenta que toda previsión ( en el proyecto ) puede tener omisiones o errores, y que por lo tanto, entra como parte de su responsabilidad detectarlos, ya que es el que está más tiempo en la obra y compara lo planeado con lo realizado.

Asimismo, se debe recordar que un supervisor debe contar con ciertas características ( criterio ), preparación ( profesión ), y experiencia ( en el campo ) para que pueda desarrollarse adecuadamente.

Las funciones del supervisor entre otras son:

Interpretar, organizar, coordinar, dirigir, enseñar, distribuir tareas y responsabilidades, y evaluar todas las actividades que se llevan a cabo durante un proceso de construcción. Todo responsable del trabajo de otra persona, tiene la obligación de cuando menos orientarle. Lo cual implica que una persona poseedora de conocimientos y experiencia, asuma la responsabilidad de verificar y ayudar a otros que poseen menos recursos.

Para ejercer la acción de control, el supervisor ante todo debe tomar conocimiento de su trabajo. El buen supervisor debe conocer los procesos, el equipo, la maquinaria, las instalaciones, herramientas, etc., para desempeñar correctamente cada tarea. De lo contrario no podrá llevar a cabo este control tan esencial dentro de la Supervisión.

Otro aspecto que abarca la Supervisión de Obra es la del personal. Aquí, el supervisor debe poseer capacidad para dirigir e instruir a sus subordinados.

Para que la instrucción del supervisor al personal sea efectiva, éstas deberán ser claras, sencillas y precisas ( se debe saber transmitir el conocimiento ).

Esto no quiere decir que el supervisor tenga un conocimiento exhaustivo de cada una de las diferentes actividades que intervienen en el proceso constructivo, pero sí los elementos suficientes para su evaluación.

Es importante tener presente las funciones y responsabilidades de cada trabajador para ubicarlos adecuadamente en sus puestos y que rindan, en cuanto a calidad y cantidad.

#### 3.5.1 CONOCIMIENTOS Y EXPERIENCIA.

Los conocimientos y experiencia deben referirse al campo dentro del -

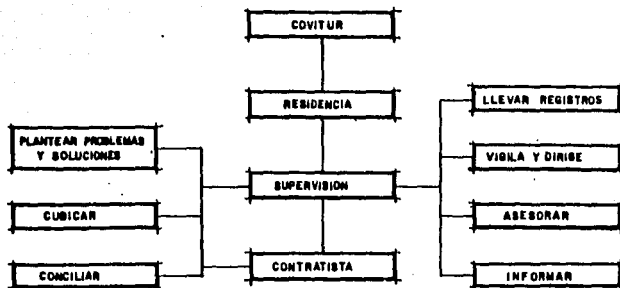


FIG. III, 4 FLUJOGRAMA DE FUNCIONES DEL SUPERVISOR.

cual actúe el supervisor. Es decir, tiene la obligación de saber todo lo relacionado a su campo de acción y en particular debe saber a detalle el área que supervisa. Estos conocimientos deberán ser no solo teóricos sino prácticos también.

Sin embargo, cada supervisor, en el área que se desarrolle deberá estar consciente de la responsabilidad que implica su preparación, y como se sabe deberá ser dinámica, es decir en constante actualización aplicando nuevos sistemas y desechando los obsoletos. Por lo que en principio el supervisor deberá conocer la organización para la cual trabaja.

El supervisor deberá conocer además de las normas internas de trabajo (políticas), normas de carácter internacional aplicados específicamente a ciertos procedimientos constructivos, de materiales, etc., como el A.C.I., A.S.T.M., etc., y nacionales como el Reglamento de Construcciones del D.D.F., Manuales de Monterrey y AHMSA, Reglamento de Ingeniería Sanitaria, Plan Nacional de Desarrollo Urbano, Normas técnicas complementarias, Ley de Obras Públicas, etc.

Es de especial interés tomar en cuenta que toda acción está supeditada a una orden, esto es que actuamos en un marco legal establecido. Por lo tanto es responsabilidad del supervisor de obra, para efecto de tomar decisiones, que puedan traer como consecuencia situaciones de aspecto legal, el tener conocimiento de estas leyes, decretos, reglamentos, normas, etc., que puedan tener aplicación en la construcción. A continuación se mencionan otras leyes que son importantes en cuanto a que afectan directamente a los recursos humanos: La Constitución Federal, Ley Federal del Trabajo, Ley del Seguro Social.

### 3.5.2 EL SUPERVISOR Y EL PROYECTO.

El supervisor al recibir en sus manos el proyecto, deberá analizarlo cuidadosamente, tomando de antemano los siguientes criterios como punto de partida: Alcances, finalidad de la obra, limitantes económicos, de tiempo, de recursos, técnicos, humanos, físicos (terreno, equipo, etc.).

Una vez definido estos antecedentes deberá estudiar las generalidades de los planos, detectando los puntos de referencia que ligen unos planos con otros y posteriormente analizar paso por paso todos los espacios.

Otro elemento importante del proyecto será el catálogo de especificaciones que revisará cuidadosamente, ya que de su observancia depende la correcta realización de la obra, así como también para el análisis de costo y programación, ya que nos especifica a detalle los procedimientos, materiales y equipo necesario.

En cuanto a costos, es muy importante que el supervisor sepa el tipo

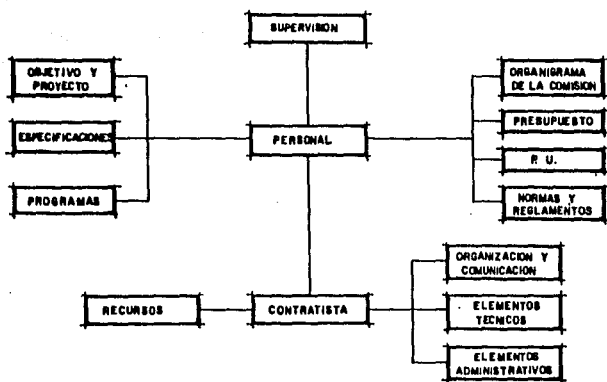


FIG. III. 5 RESPONSABILIDAD DEL SUPERVISOR.

de contrato de obra (a precio alzado, por precio unitario, por administra -- ción), ya que en determinadas ocasiones el cliente o la contratista lo toma como base para tomar decisiones ( como en el caso de alguna modificación, aumento, disminución, error, etc., durante el proceso constructivo y/o al final de la obra).

Los tres principales elementos del costo que al supervisor toca verifi -- car con el avance de la obra son: Cuantificaciones, es decir que coincida la cantidad presupuestada con la cantidad realizada; las Especificaciones, -- es decir que se cumpla lo especificado con lo realizado; y el Precio Unita -- rio, es decir que coincidan los precios de los materiales, equipo y mano de obra con el análisis de costos.

Otra herramienta que se tiene para controlar algunos aspectos de la - construcción en proceso, son los programas, siendo los más importantes - los que se refieren al avance de la obra, financiero y de suministro de mate -- riales.

Es imprescindible que el supervisor maneje e interprete las diferen -- tes formas en que se pueden manifestar estos programas ya que de ello de -- penderá que se pueda controlar el tiempo "programado", además de que -- sirven como guía para la coordinación de las diferentes actividades que de -- berán intervenir durante el proceso constructivo.

En lo que respecta al programa financiero se deberá tener presente - para informar oportunamente los cambios importantes en cuanto a costo y - evitar un conflicto por falta de éste recurso. Lo mismo sucederá con el -- programa de suministro de materiales que deberá verificarse con las exis -- tencias en el almacén, para evitar paro de actividades por falta de algunos de éstos recursos.

### 3.5.3 ADIESTRAMIENTO Y EXPERIENCIA DEL SUPERVISOR.

Conjuntamente con el adiestramiento y la experiencia, el tacto y el - criterio son requisitos igualmente importantes para un buen supervisor. De -- be saber lo suficiente para mantenerse como simple observador cuando el contratista esté haciendo su trabajo apropiadamente. Asimismo debe ser ca -- paz de apreciar las circunstancias en las que opera el contratista y, por lo tanto, pasar por alto pequeñas infracciones a las especificaciones, que no -- atenten contra el proyecto. El supervisor debe estar más interesado en los resultados que en los métodos.

### 3.5.4 AUTORIDAD DEL SUPERVISOR.

La mayoría de los supervisores deben conocer su trabajo y saber que se espera de ellos, pero el grado de autoridad que deben ejercer para hacer cumplir los reglamentos es cuestionable. Ciertamente, deben tener el dere -- cho de prohibir el colado de un concreto que obviamente no se ajusta a las --

especificaciones. Sin embargo, es frecuente que, una vez que la obra está en proceso, el supervisor pase por alto el rechazo de un lote de concreto con revenimiento ligeramente mayor al especificado y que dicho concreto sea utilizado.

Generalmente se acepta que la autoridad de un supervisor debe ser limitada. Sería una torpeza rechazar un lote de concreto debido a una infracción menor de las especificaciones, cuando no hay otro camión mezclador disponible en la obra, tal rechazo puede ocasionar una junta fría, que es algo más serio que el colado de un concreto con un contenido de agua ligeramente mayor que el especificado.

### 3.6 METODO PARA SUPERVISAR.

Una vez conscientizado el CRITERIO que debe tener un supervisor y la PREPARACION con la que debe contar, para efecto de llevar a cabo una supervisión, se deberá empezar por planearla, es decir antes de que físicamente se supervise, se deben tener los datos específicos en cuanto a avance y sus características, además del proyecto, para que con esto se proceda a trabajar.

En el desempeño diario del supervisor se tienen objetivos específicos inmediatos, que a su vez se derivan de objetivos particulares, y estos de objetivos generales. Ahora ¿que acciones se deben coordinar para alcanzar -- esos objetivos ?.

Las acciones de supervisión serán generadas por los elementos a supervisar, y la secuencia de éstas acciones se determinarán en un plano analizado y subrayando desde ahí, los aspectos físicos y subjetivos. Llegando a definir diferentes ángulos de observación; con gente trabajando y sin gente, a determinadas horas y determinados días, las visitas deberán ser programadas o de sorpresa. Teniendo siempre presente la actitud de todo ser humano que interviene en dicha obra.

Por lo que se debe elaborar:

- a) Programa de elementos a supervisar, basándose en el avance del programa general de la obra.
- b) Secuencia de elementos a supervisar, basándose en los ángulos de observación.
- c) Programa de supervisión. ( dependiendo de los alcances y características de los elementos ).

- 1.- Proyecto Estructural.
- 2.- Proyecto Arquitectónico.
- 3.- Planos de construcción.
- 4.- Planos de instalaciones.
- 5.- Planos de acabados.

6. - Especificaciones de materiales.
7. - Especificaciones de procedimientos constructivos.
8. - Programa de suministro de materiales.
9. - Programa financiero.
10. - Evaluación personal.
11. - Seguridad e higiene.

### 3.6.1 SECUENCIA DE ACCIONES PARA LA SUPERVISION.

El método permite llevar una secuencia ordenada de acciones para lograr las finalidades de la Supervisión.

- OBSERVAR.** Consiste en la concentración de la atención sobre ciertas particularidades de algún elemento, en este caso se divide en dos partes que son: Material o elemento físico y mano de obra o elemento humano, cuyos componentes del primero pueden ser los materiales, herramientas, equipo, etc., y del segundo pueden ser avances, habilidades, actitudes, etc.,.
- DESGLOZAR.** Cuando se supervisa, por ejemplo la etapa de cimentación de una zapata, ésta se deberá separar en sus partes que la componen, pudiendo ser plantilla, losa de fondo, contratraveses, etc. Es aquí donde ya se define específicamente lo que se va a supervisar.
- ANALIZAR.** Al supervisar por ejemplo una contratraves, se deben separar todas las partes que componen esta pieza y su proceso: trazo, nivel, armado, cimbrado, colado, etc., y profundizar aún más al analizar el concreto, sus agregados, resistencia, revenimiento, aditivos, etc., así como el armado en cuanto a forma o sección, acero, diámetros, separaciones, etc., debiendo ser la desintegración metódica de las partes que componen al elemento.
- CONFRONTAR.** Una vez separadas todas las partes, se empieza por verificarlas contra las especificaciones dadas, planos estructurales, etc. Esto es la esencia de la Supervisión, donde se confrontan lo hecho con lo planeado.
- DETECTAR.** En este acto se obtiene una percepción clara y exacta de lo que está sucediendo, pudiendo encontrar: alteraciones, cambios, omisiones, incumplimiento, adiciones, etc., - además en cuanto a la mano de obra, retrasos, irresponsabilidad, torpeza, etc. Aquí se encuentran hechos como fallas, rendimientos, errores, aciertos, por consiguiente evaluamos.

**DECIDIR.** Es aquí donde se aplica el criterio y se toman las decisiones de : Aceptación o Negación; cuando se tiene la certeza de algo, cuando es evidente el acierto o falla, a tal grado que la respuesta deba ser contundente ( sin tener necesidad de recurrir a terceras personas para que intervengan en la decisión ).

**ENTERAR.** Una vez obtenido el o los resultados de la Supervisión se deberá informar oportunamente a las personas, departamentos, empresas, etc., que tengan que ver con lo que se esté supervisando, es decir que los afecta directa o indirectamente. Esta información como todo trabajo profesional deberá contener :

Resultados  
 Criterios aplicados  
 Recomendaciones  
 Observaciones  
 Datos de: Ubicación  
           Procedencia  
           Destinatarios  
           Conductos  
           Fechas  
           Firmas

**CONCLUSIONES.** Debemos recordar que éste es un método inductivo, o sea un razonamiento que parte de la observación de los hechos particulares y que deben de dar como resultado conclusiones precisas, vertido en un informe.

### 3.6.2 RELACIONES HUMANAS.

En el caso del supervisor las Relaciones Humanas se dan cuando hay contacto con una persona o grupo de personas. Estos contactos personales pueden ser trascendentes o intrascendentes, dependiendo si hay una modificación o no en la conducta de estas personas.

En esto consisten las "influencias", y en las labores cotidianas del supervisor son muchas y muy complejas ya que se interactúa continuamente con muchas personas y algunas veces en forma simultánea.

Se deben tener presente los múltiples factores de tipo psicológico, social y cultural con que cuenta cada individuo que tratamos. Muchas veces aún sin darnos cuenta, nosotros mismos obstaculizamos nuestras relaciones, mediante barreras ( actitudes defensivas, resistencia al cambio, fallas en la comunicación, etc. ), en ocasiones imposibles de superar.



Por lo tanto es muy importante tener los conocimientos básicos que a las Relaciones Humanas se refieren, para mayor abundamiento las que emanan de las ciencias de la Psicología, Sociología, Economía y Antropología.

La comunicación es el elemento más importante de las Relaciones Humanas ( Transmisión de ideas, y de sentimientos entre las personas ), siendo el vehículo o medio a través del cual habrá una relación. Esto significa que no sería posible concebir dicha relación, si no existiera la comunicación, pues ésta es imprescindible ya sea en forma oral o escrita.

Los elementos de la comunicación son: el EMISOR (que trasmite) y el receptor (que recibe). Para que los contenidos comunicacionales fluyan eficazmente se observan las siguientes reglas:

- Emitir el mensaje utilizando un lenguaje que entienda el receptor.
- Evitar el uso de palabras que den lugar a ambigüedades.
- Construir sintácticamente las oraciones siguiendo una estructura simple: sujeto, verbo y complemento.
- Hacer uso de los canales de comunicación más adecuados, dependiendo de la naturaleza del mensaje.
- Exponer cada idea en forma positiva.
- Utilizar el mayor número posible de canales de comunicación.
- Reiterar las partes fundamentales del mensaje.
- Proponer ejemplos que clarifiquen el mensaje.
- Establecer una relación de empatía con el interlocutor.
- Elegir el momento más oportuno para dirigir el mensaje.

#### QUE SEA PRECISA:

- Distinguir perfectamente bien entre la idea principal y las ideas -- secundarias.
- Explicar los objetivos que se persiguen.

#### QUE SEA DIRECTA:

- Eliminar en lo posible la existencia de intermediarios entre el emisor y el receptor.
- Reducir al mínimo el tiempo que va desde la emisión hasta la recepción.
- Expresar que es lo que se espera del interlocutor.

#### QUE SEA BREVE:

- Evitar la excesiva longitud del mensaje.

### 3.6.3 SEGURIDAD E HIGIENE.

Dentro de las funciones que se analizan destaca la importancia de velar por la seguridad e higiene en todas y cada una de las actividades que se realicen dentro de la obra. Por lo tanto la "conciencia de seguridad", dentro de todo trabajo debe ser parte integral de las funciones del supervisor.

El objetivo principal será la prevención de accidentes, y éstos no se pueden eliminar mediante reglamentos estrictos, solamente se pueden disminuir mediante la educación y cooperación del trabajador ( cursos de adiestramiento, planes, comités, grupos y reuniones en materia de seguridad ) y la vigilancia constante del supervisor.

Tomando en cuenta que ésta debe abarcar los límites de toda la obra o de actividades que se realicen separadamente, instalando cercados, definir carriles de tránsito, pasamanos, techos, anuncios, etc.

El supervisor deberá tomar nota de cada accidente que suceda para buscar una solución de prevención y vigilar que ninguno de los elementos que tenga bajo su responsabilidad sufra perjuicios y se interrumpa el proceso constructivo. Por lo tanto se debe tener una participación activa en la prevención de accidentes, pues sin esta decidida colaboración peligrarían el éxito en los resultados finales de la obra.

El supervisor no necesariamente tiene que ser un técnico en seguridad, pero sí conocer ciertos principios básicos para prevenir accidentes.

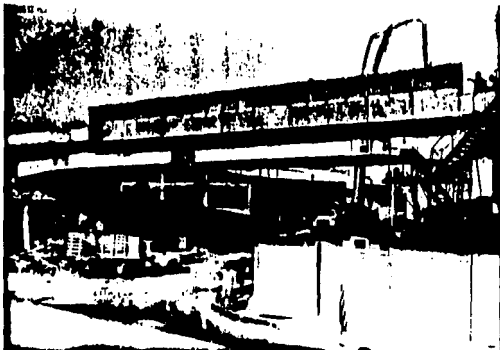


FOTO III, 1 RIESGO DURANTE EL TENSADO DE TORONES.

### 3.7 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TRAMO ELEVADO.

Este procedimiento se inicia con la correcta localización de las zapatas a lo largo del eje de trazo, en donde se realizan calas en forma diagonal con el fin de verificar la existencia de interferencias o instalaciones, que -- puedan ocasionar problemas durante la ejecución de los trabajos, debiéndose hacer por lo tanto los desvíos necesarios cuando se encuentra este tipo de situaciones.

El tipo de cimentación consiste en zapatas aisladas semicompensadas de dimensiones diversas, de acuerdo a lo que indica el proyecto correspondiente, sustentadas en pilotes de fricción de 0,30 X 0,30 X 36 m, ó de 0,50 X 0,50 X 30 m.

La fabricación de los pilotes se lleva a cabo en dos secciones de 15 m, para los de 0,50 X 0,50 X 30 m, y en tres de 12 m, para los de 0,30 X 0,30 X 36 m, dejando ancladas en el concreto placas de acero en los extremos para unir las por medio de soldadura.

El proceso de hincado se inicia con la realización de perforaciones -- previas de 30 cms. de diámetro hasta 1/3 de la longitud total del pilote de -- 0,50 X 0,50 m. de sección; y de 10 cms. de diámetro hasta 1/4 de la longitud total del pilote de 0,30 X 0,30 m.

Los pilotes se hincan por medio de una piloteadora adaptada a una draga montada sobre orugas fig. III.6. Esta draga equipada con una barra guía y un martinete, levanta el tramo de pilote de tal manera que se mantenga en posición vertical. Se instalan dos juegos de plomadas sobre un tripie, con -- objeto de verificar la verticalidad del pilote durante el proceso de hincado.

Enseguida se levanta el martinete hasta la parte extrema para iniciar con el hincado del pilote, hasta dejar la cabeza del mismo a una altura de -- 80 cm. aproximadamente por encima del nivel del terreno natural, con el fin de poder realizar adecuadamente la unión del siguiente tramo.

Esta cimentación a base de pilotes que no se apoyan en las capas duras, harán posible que la estructura se mueva junto con el hundimiento regional de la ciudad.

Una vez hincado el número de pilotes indicado por zapata, se procede a ejecutar la excavación hasta el nivel de desplante. Esta excavación se realiza por medios combinados (manual y maquinaria)

Una vez realizada la excavación hasta el nivel de proyecto, se realiza el colado de la plantilla que servirá para desplantar sobre ella la zapata y -- además poder trabajar sobre una superficie uniforme y libre de contaminación.

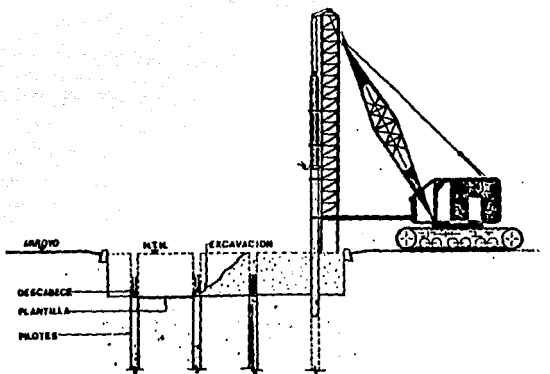


FIG. III. 6 HINCADO DE PILOTES.

Cuando la plantilla alcanza su fraguado se procede a realizar la demolición de las cabezas de los pilotes que sobresalen hasta 1.00 m del nivel de plantilla.

Realizada la demolición se procede a quitar los estribos del armado del pilote dejando únicamente el acero principal, para que posteriormente se integre con el armado de las contratraves.

Terminado lo anterior se efectúa el armado del acero de refuerzo de la losa inferior y contratraves de la zapata de cimentación, dejando empotrado en las contratraves centrales el acero de refuerzo de las columnas fig. III. 7

En las cuatro esquinas de la zapata se dejan unas preparaciones especiales que servirán para hincar futuros pilotes de control, los cuales actuarán para corregir la verticalidad de las columnas, en caso de ocurrir hundimientos diferenciales no previstos.

El siguiente paso dentro del proceso constructivo consiste en la colocación de losas precoladas, las cuales se apoyan sobre las contratraves en todo su perimetro. Estas losas se fabrican dentro de los patios de producción y conforme a las modulaciones de las contratraves.

Una vez colocadas las losas precoladas en su totalidad, se realiza el armado, cimbrado y colado de las nervaduras existentes entre las losas.

Terminada la construcción de la zapata de cimentación se procede al armado, cimbrado y colado de las columnas de forma trapezoidal fig. III. 8. Posteriormente al descimbrado de las columnas se procede a construir de la misma forma los cabezales fig. III. 9, que son los elementos estructurales - donde se apoyan las traves portantes (T-A).

La siguiente etapa dentro del procedimiento constructivo, consiste en el montaje de traves prefabricadas las cuales se clasifican en dos tipos: Traves T-A y Traves T-C. Las traves T-A con una longitud de 16.0 m, se apoyan sobre los cabezales de las columnas fig. III. 10. Las traves T-C con una longitud de 24.0 m, se apoyan directamente sobre las traves T-A. fig. III. 11.

Una vez que se encuentran colocadas las traves T-A y T-C, se sigue con la construcción de los diafragmas, los cuales unen a las traves en el sentido transversal al eje del metro, y se clasifican como D-1, D-2, D-3 y D-4. El diafragma D-1, se construye en la parte superior del cabezal, los diafragmas D-2 y D-3 se construyen en ambos lados de las ménsulas de apoyo de las traves, en tanto que el diafragma D-4 se ubica en la zona central de las traves T-C.

Terminada la superestructura se coloca un firme de compresión de concreto armado. En los extremos de la superficie y longitudinalmente a la superestructura se construyen los ductos de instalaciones, que consisten en dos muretes cubiertos con losas tapa.

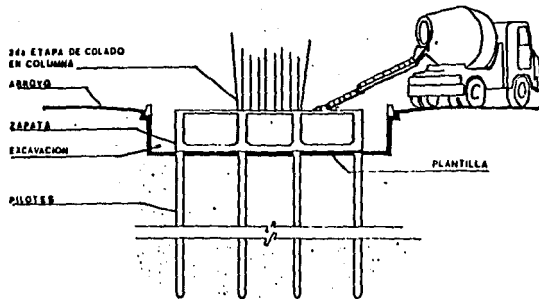


FIG. III. 7 COLADO DE LA CIMENTACION.

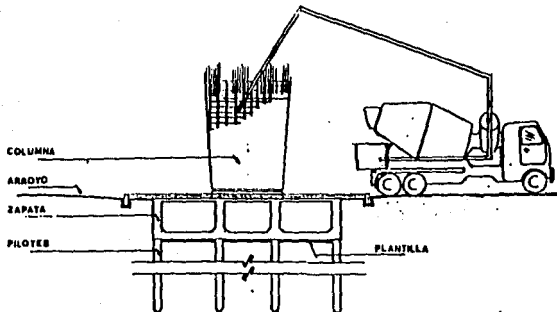


FIG. III. 8 COLADO DE LA COLUMNA.

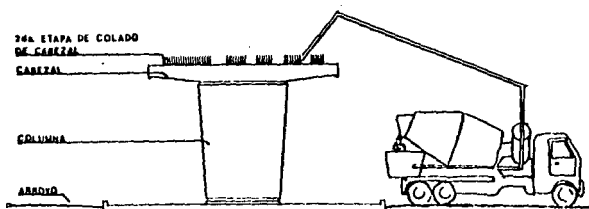


FIG. III. 9 COLADO DEL CABEZAL.

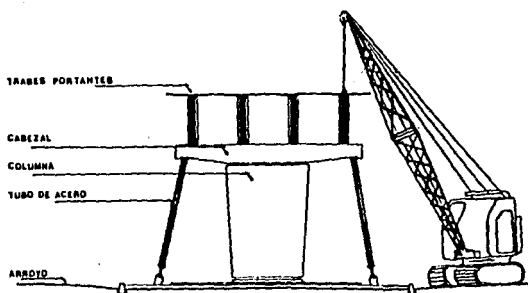


FIG. III. 10 MONTAJE DE TRABES DE APOYO (T-A).

Finalmente, en lo que respecta a la Obra Civil, se fijan en los muros exteriores del ducto de instalaciones los parapetos, fig. III. 12.

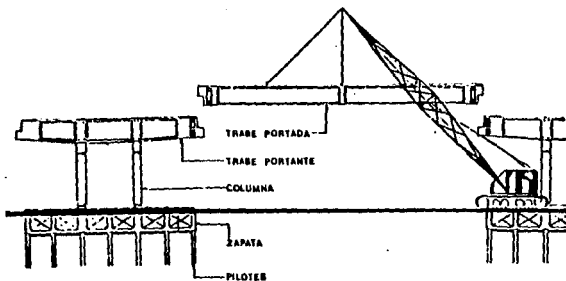


FIG. III. 11 MONTAJE DE TRABES CENTRALES  
( T - C ).

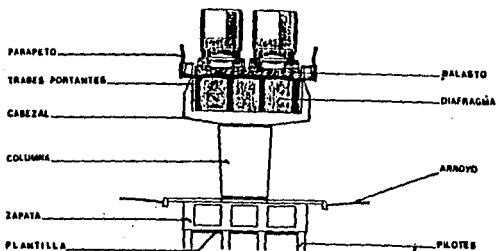


FIG. III. 12 ESTRUCTURA TERMINADA.



### 3.8 ASPECTOS TECNICOS.

En forma general, los aspectos técnicos más importantes que se deben cuidar en la etapa constructiva de la obra son entre otros:

- a) Deben supervisarse los trazos de los ejes de la obra en todo momento, es decir, desde el trazo inicial en el terreno hasta los trazos que se han de efectuar en cada nivel de la obra, por consiguiente, deben verificarse trazos en forma horizontal y vertical.
- b) Los plomos de elementos verticales deben ser verificados de acuerdo con el proyecto, debiendo existir completa verticalidad en los elementos estructurales y divisorios, tales como columnas. En el caso de elementos horizontales, debe verificarse que los niveles se encuentren verdaderamente horizontales.
- c) La Supervisión puede hacer notar a la Contratista la falta de seguridad en la obra, tanto para personas que laboran en ella como para el equipo y material de la misma. Debe procurarse brindar al trabajador las mayores garantías de seguridad, así como de higiene en el sitio de la obra, a fin de crearle un ambiente sano durante su estadía en ella.
- d) Aspecto muy importante a supervisar es el de las especificaciones y métodos constructivos, vigilando que éstos sean respetados de acuerdo con los elaborados previos a la obra, no siendo alterados los procesos indicados por el proyectista. En caso de que durante la ejecución de los trabajos existiese la necesidad de modificar alguna especificación o método constructivo, deben realizarse una serie de trabajos tales como la reprogramación de la obra de acuerdo a las nuevas indicaciones que marquen la Supervisión y la Proyectista.
- e) Igualmente resulta función de la Supervisión vigilar que los recursos humanos y materiales sean aprovechados correctamente y de acuerdo a la programación que se tenga para los mismos en la organización de la obra. Es decir de acuerdo con la organización física que se haya hecho para la obra, vigilar que los materiales se localicen en el sitio adecuado para ellos, indicando a la Contratista por los medios adecuados, inclusive la bitácora, la correcta ubicación y existencia de ellos.
- f) Cuando durante la ejecución del proyecto lleguen a surgir dudas de carácter técnico, deben ser transmitidas a la Supervisión por los canales indicados para ello. Una vez que se dicte la solución correcta al problema, solo restará a la Supervisión vigilar que los trabajos sean elaborados a la solución acordada.

- g) De acuerdo a las indicaciones que se realicen motivadas por problemas técnicos en la ejecución del proyecto, deberá ser necesario, dependiendo de la magnitud del problema, realizar una nueva programación a los trabajos de la obra. Para ello deberán intervenir tanto la Contratista como la Supervisión, para realizar una adecuación de la Ruta Crítica que se tenga acorde a la realidad.
- h) La Supervisión debe constantemente realizar cuantificaciones a los trabajos que se desarrollen en la obra, comunicándolas a las partes administrativas de la empresa para la elaboración de reportes de actividades. Asimismo, deberá verificar que la presentada por la Contratista en sus estimaciones, sean congruentes con las que ella posee. Aspecto de vital importancia es contar con una cuantificación actualizada de la obra, verificando que las hechas en la etapa preliminar sean acordes con la realidad, comparándolas inclusive con la programación de los trabajos.
- i) La Supervisión deberá verificar la realización de pruebas de control de calidad, tanto a los materiales que intervengan en la elaboración de la obra, como a los elementos de la obra misma. Para ello la Supervisión deberá constatar que estas pruebas sean desarrolladas en la forma que lo indican las normas generales y las especificaciones de la obra, con la periodicidad que en ellas se indica o mayor frecuencia si fuese necesario. Es igualmente función de la Supervisión analizar los resultados obtenidos de estas pruebas, comentando con la Contratista las estadísticas que se obtengan de cada una de ellas, solicitándole mejor calidad en los trabajos cuando esto sea necesario. Si por el contrario, los resultados no cumplen con los mínimos requeribles de seguridad, puede llegarse a exigir la repetición de los trabajos, deshechando con esto los ya existentes.
- j) En caso de requerirse la ejecución de obras extras en el proyecto ya sean propiciadas por la expansión del mismo o que, por lo detallado de las mismas, no se hayan incluido en el proyecto original, deberá la Supervisión verificar la necesidad de realizarlas autorizando para ello a la Contratista, la presentación de una ampliación del presupuesto y programación de la obra, realizando para ello las fases correspondientes al estudio indicado en la etapa preliminar con la debida reprogramación de la obra en general.

### 3.8.1 TRABAJOS PRELIMINARES.

No se debe perder de vista que para iniciar una obra es necesario ejecutar algunos trabajos generales y preliminares, los cuales se mencionan en seguida:

#### 3.8.1.1 REVISION DE PLANOS.

Lo primero que debe hacer la Supervisión de Obra al recibir los planos estructurales es revisarlos en cuanto a conceptos que no por simples son poco importantes; revisando si los planos están completos, si hay congruencia con los planos arquitectónicos y de instalaciones, si no falta de marcar alguna columna o trabe, si se especifican resistencias del concreto y límites de fluencia del refuerzo, si se piden diámetros comerciales, etc. Se debe seguir una revisión de órdenes de magnitud en cuanto a secciones y refuerzo.

#### 3.8.1.2 TRAZO Y NIVELACION.

Una vez que la Contratista haya trazado los ejes principales de la estructura de acuerdo con los planos respectivos se revisarán y aprobarán en caso de estar correctos. Se colocarán estacas en las intercepciones de ejes, las cuales deben referirse a otras, o puntos fijos dentro de la obra, con el fin de que al despalmar el terreno se puedan restituir fácilmente.

No deberá permitirse el colado de ningún miembro estructural si no se han verificado su dirección, localización y orientación, así como las del refuerzo y cimbra.

Se debe revisar de acuerdo con los planos arquitectónicos y estructurales que se respeten los niveles de proyecto, por lo que se deben correr las nivelaciones con respecto a las de banqueta, u otra referencia fija tomando en cuenta los espesores correspondientes a los acabados.

Para poder referir los niveles, se debe seleccionar cuando menos dos bancos de nivel que se encuentren suficientemente alejados de la construcción y que no se localicen cerca de construcciones que aparentemente estén sufriendo asentamientos. Para el objeto pueden ser útiles algunos postes de alumbrado, monumentos, etc., cuidando que no se encuentren demasiado lejos de la obra ( 50m. es recomendable ) y que se hallen libres de toda perturbación artificial, como tránsito de equipo pesado.

### 3.8.2 PILOTES.

Los pilotes constituyen parte integrante de la cimentación, los cuales trabajan principalmente a compresión; pero por excentricidad de carga pueden llegar a tomar flexiones y en algunos casos por condiciones de carga no tomadas en cuenta en el diseño pueden tomar tensiones.

### Pilotes de Fricción.

Los pilotes de fricción transmiten la carga al terreno por adherencia. Esta adherencia se desarrolla en la superficie del pilote y depende de las características físicas del suelo y de la rugosidad de la superficie del pilote. Se debe dejar un colchón de suelo entre la punta del pilote y la capa resistente para absorber los asentamientos probables de la cimentación y el hundimiento general de la zona, como el que ocurre en la Ciudad de México.

El empleo de pilotes en zonas de alta compresibilidad, ayuda en el procedimiento de excavación y construcción, ya que primeramente se efectúa una excavación pequeña, posteriormente se hincan los pilotes y se continúa con la excavación. De existir hundimientos del terreno los pilotes trabajarán como anclas siempre que tengan capacidad suficiente en tensión, evitando tener que lastrar la cimentación durante el proceso de construcción.

### RECOMENDACIONES,

- 1.- Proteger la cabeza del pilote para evitar daños estructurales del mismo durante su hincado.
- 2.- Cuando sea grande el número de pilotes que no cumplan con las tolerancias especificadas en cuanto a su posición, será necesario realizar un rediseño a la cimentación. En algunos casos se dará como resultado tener que ampliar o reforzar las contratraveses, -- cortar el pilote y sustituirlo.  
Estos trabajos, además de retrasar el avance de la obra, originan un incremento en su costo, por lo cual es importante dar la ubicación con aparatos de precisión y cuidar durante el hincado, la verticalidad del pilote.
- 3.- Vigilar que en los pilotes precolados la junta se haga de tal forma que tenga al menos la resistencia de proyecto.
- 4.- Vigilar que se realicen las pruebas de carga de acuerdo con lo especificado en planos y siguiendo el procedimiento que se describe en las normas. Si un pilote llega a fallar durante la prueba, deberá sustituirse estudiando el tipo de falla. Si la falla resulta ser estructural se podrá reemplazar el pilote cortándolo como mínimo 3 m. abajo del nivel de apoyo de la cimentación. Si la falla es debida al terreno, se deberá consultar al especialista en mecánica de suelos para que gire sus instrucciones.
- 5.- Una vez que se hallan hincado los pilotes, se deberán demoler -- parte de estos para dejar las varillas limpias y con la longitud de anclaje especificada en planos.



FOTO III. 2 HINCADO DE PILOTES.

### 3.8.3 EXCAVACIONES.

El procedimiento de excavación normalmente viene detallado en los planos y dependiendo generalmente de la cimentación proyectada, tipo de suelo, profundidad de excavación, etc., se definen las alternativas que pueden utilizarse para realizar la excavación.

Los procedimientos de excavación serán tan elementales que se realicen con poca o casi ninguna precaución, hasta los más complicados en donde se deben tomar todas las precauciones que el caso requiera para evitar fallas que pongan en peligro la estabilidad de los talúdes o el fondo de la excavación, originando daños en edificios vecinos y retrasando el avance de la obra.

#### RECOMENDACIONES.

Es necesario vigilar durante el proceso de excavación los movimientos verticales y horizontales que pueden tener las paredes perimetrales de la excavación así como el fondo de la misma.

Una vez que se termine de excavar se debe proceder a colar la plantilla, la cual tiene los siguientes objetivos:

- Dar el nivel de desplante de la cimentación.
- Evitar que el concreto se mezcle con materiales extraños.
- Trabajar en zonas limpias y secas.
- Dar apoyo adecuado al acero de refuerzo.
- Proteger contra el intemperismo y remoldeo al suelo.

Antes de colar la plantilla se debe retirar toda materia orgánica (troncos y raíces), que haya en el fondo de la excavación.

Si existen lentes o capas de arena y además el nivel freático yace arriba de ellas, se debe tener la precaución de colocar filtros adecuados para evitar fallas por socavación o tubificación. En igual forma puede suceder esto en el fondo de la excavación. En algunos casos es necesario invertir el sentido del flujo hidráulico por medio de pozos de bombeo, pero entonces se deben vigilar los edificios vecinos para asegurarse de que no se les provocan movimientos significativos.

Cuando se excava bajo agua o si se excava en arcilla arriba del nivel freático en tiempo de lluvias, se debe drenar el área que se está excavando, con pozos de abatimiento tomando las precauciones necesarias para evitar



FOTO III. 3 EXCAVACION PARA LA CIMENTACION.



FOTO III. 4 EXCAVACION TERMINADA Y DESCABECE DE PILOTES.

FALLA EN ORDEN

fallas por acarreo de materiales durante el bombeo. Esto se logra colocando filtros adecuados en la tubería o camisas de ademe del pozo. En el área excavada deben existir canales para escurrimiento del agua hacia los pozos de bombeo.

#### 3.8.4 CONCRETO PREMEZCLADO.

La elaboración del concreto premezclado no es otra cosa más que la elaboración de éste en grandes plantas, con revolvedoras de grandes magnitudes las cuales vacían la mezcla de concreto en camiones de mezclado en tránsito y cubas agitadoras. Si el agregado y el cemento se cargan en la planta central de mezclado, preparándose el concreto mientras la revolvedora viaja a la obra, se le denomina "Revolvedora de Tránsito". Si a la revolvedora se le emplea solo para transportar concreto premezclado que requiere la agitación durante el acarreo para evitar la segregación, se le llama "Cuba Agitadora".

Las especificaciones estándar para el concreto premezclado requieren que el concreto se entregue y descargue de la revolvedora, como máximo 1 hora después de haber sido elaborado.

El concreto premezclado es el más recomendable para los elementos estructurales, ya que debido a las magnitudes de los volúmenes tan grandes que se manejan en la obra metro, se garantiza una mayor homogeneidad de las mezclas, solo es de dudarse la resistencia obtenida en la planta, lo cual puede verificarse con las pruebas de revenimiento y la elaboración de cilindros para su prueba de resistencia.

Debe siempre tenerse muy en cuenta las acciones a seguir en toda construcción y es por ello que las operaciones de manejo y transporte del concreto deben satisfacer fundamentalmente los factores siguientes:

- Economía,
- Evitar la segregación.
- La colocación terminada antes de que el fraguado llegue al final.

#### 3.8.4.1 PREPARATIVOS PARA EL COLADO.

- a) No se debe permitir la colocación del concreto sin que antes se hayan concluido los trabajos de colocación de cimbras, instalaciones de partes que quedarán ahogadas, preparación de las superficies de colado, así como también el equipo para la colocación y manejo de la mezcla (artesas, canalones, embudos, etc.).





FOTO III. 5 CONCRETO PREMEZCLADO PARA LA FABRICACION DE PILOTES.



FOTO III. 6 COLOCACION DEL CONCRETO DURANTE LA FABRICACION DE PILOTES.

FALLA DE ORIGEN

- b) Es conveniente se proceda a proteger la superficie de concreto fresco, cuando se presente lluvia durante el transcurso del colado, ya que esto puede provocar deslaves y ocasionar defectos en el acabado.
- c) Todas las superficies sobre las que se colocará el concreto deberán ser revisadas a fin de evitar que se encuentren con agua encharcada, lodo, escombros, aceite, etc.
- d) Las superficies de las juntas de construcción, deberán estar limpias y humedecidas 24 horas previas al colado. En los casos que se tenga que suspender el colado fuera de una junta de construcción, se procederá a demoler el concreto hasta llegar a la junta anterior, teniendo la precaución de reajustar las formas.
- e) No se debe utilizar el concreto que llegue a la obra después de 60 minutos de su elaboración ó que haya sufrido alteración por condiciones inadecuadas de los medios de transporte.
- f) Durante la colocación del concreto se debe procurar que se llenen completamente los moldes, sin dejar huecos. Esto se puede lograr mediante el uso de vibradores de inmersión en número suficiente según los elementos estructurales por colar, asegurándose de esta manera un correcto acomodo de la revoltura. Se debe contar además con vibradores de repuesto, dependiendo del volúmen de concreto por colar.

Para el tipo de cimentación proyectado, se debe revisar antes de iniciar el colado que la colocación del acero de refuerzo sea la especificada en planos. Verificar la separación, diámetros, traslapes o soldadura de varillas, anclajes del acero de refuerzo, etc., así como también que el acero se encuentre limpio de grasa y de escamas de óxido ó de cualquier elemento que sea perjudicial para transmitir mediante la adherencia los esfuerzos al concreto.

Es necesario revisar que las juntas de colado se dejen en zonas en donde los esfuerzos sean mínimos y con la inclinación correcta y si es necesario se debe colocar el refuerzo adicional que se especifique.

En caso de usar canalones para la colocación del concreto, habrá de revisarse la inclinación de los mismos (pendiente 1:3) y si es necesario, se verá que tengan dispositivos especiales para bajar el concreto en elementos con gran concentración de refuerzo, pudiendo segregar el concreto al colocarlo.

### 3.8.4.2 COLOCACION DEL CONCRETO.

Si el concreto se cuela sobre tierra, ésta deberá estar lo suficientemente húmeda para evitar que absorba el agua del concreto. Ahora si el colado se realiza cerca ó sobre el concreto ya fraguado, deberá limpiarse muy bien la superficie de éste con aire a presión ó con un chorro de agua y cepillos de alambre.

Al colocar el concreto en zonas profundas, deberá utilizarse una gufa - tal como un canalón, para evitar la caída libre desde alturas mayores de un metro, con el fin de eliminar la segregación.

Inmediatamente después de haber vaciado el concreto, deberá compactarse con un vibrador mecánico o manualmente para eliminar los vacíos. El vibrador deberá mantenerse en una sola posición durante el tiempo necesario para distribuir el concreto a su alrededor e inmediatamente sacarse, pues de otra manera ocurrirá la segregación.

La experiencia ha demostrado que el tiempo de vibrado depende de la característica y del estado físico de la revoltura, pero un tiempo que fluctue entre 5 y 10 segundos, así como una separación entre los puntos vibrados de 30 a 45 cms. dan resultados satisfactorios.

Es recomendable que de acuerdo al criterio y experiencia del supervisor, todo vibrado de concreto se efectúe de la manera más conveniente, teniendo en cuenta que éste debe colocarse a una temperatura no menor de 4°C ni mayor de 25°C, ya que a una temperatura inferior reducirá el tiempo de fraguado, mientras que a una temperatura mayor reducirá la última resistencia. En caso de existir ciertas condiciones atmosféricas durante el colado se deberán seguir diferentes criterios.

Los vibradores deberán operarse en posición vertical, procurando que por ningún motivo se introduzcan en posición horizontal. Cuando el concreto se coloca en diferentes capas, la cabeza vibradora deberá penetrar aproximadamente 5 cm. en la capa subyacente, la cual se encontrará en estado plástico sin haber alcanzado su fraguado inicial.

En las áreas donde se deposite concreto fresco, sobre concreto previamente colocado, deberá llevarse a cabo una vibración mayor de la usual, procurando no producir segregación o sangrado en el concreto. Así también evitar el contacto de la cabeza vibradora con la superficie de la cimbra.

En elementos muy angostos se podrá utilizar una varilla para acomodar el concreto pero vibrando por el exterior, poniendo en contacto la cabeza del vibrador con la cimbra ( 5 seg. a cada 80 cm. ). No debe acarrearse el concreto con el vibrador, ni dejarlo mucho tiempo dentro del concreto, ya que éste segregará al material y aflorará consecuentemente la lechada a la super-

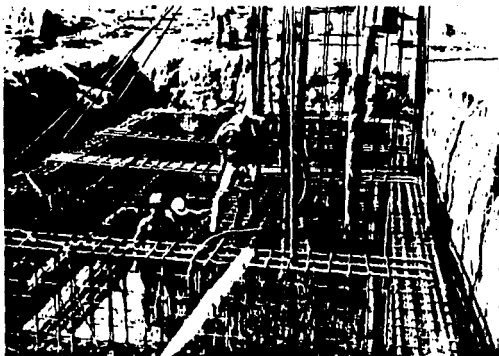


FOTO III.7 COLOCACION DEL ACERO EN LAS  
CONTRATRABES DE CIMENTACION.

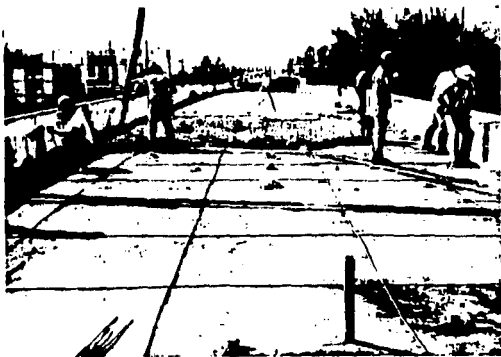


FOTO III.8 COLOCACION DEL CONCRETO EN EL  
FIRME DE COMPRESION.

ficie,

Es conveniente recalcar la importancia que representa la preparación de las juntas de colado, ya que en estas secciones la posibilidad de que se inicie una falla es mayor, o que a través de estas se filtre el agua freática al interior de los camiones de cimentación, actuando como una sobrecarga no considerada en el diseño. Por lo que, antes de iniciar un nuevo colado se debe revisar que el concreto fraguado ofrezca una superficie rugosa, la cual se deberá limpiar con soplete de aire o de arena, cepillo de alambre y saturarla ( 24 horas antes). En algunos casos es necesario dejar juntas especiales o colocar refuerzo adicional como estribos, refuerzo longitudinal en las caras o varillas en forma de seño perpendicular al plano del corte de colado.

### 3.8.4.3 CURADO DEL CONCRETO.

Para lograr que el agua que contiene el concreto no se pierda debido a los fenómenos de evaporación, existe la operación del curado al concreto, y -- que consiste esencialmente en mantener la humedad de éste.

Cuando el concreto se mantiene húmedo mediante rociado, debe procurarse que no se seque la superficie entre las distintas aplicaciones de agua. Los ciclos alternos de secado del concreto fresco originan cuarteaduras y -- agrietamientos irregulares. Un fino rociado de agua aplicado continuamente provee un abastecimiento constante de humedad, siendo esto mejor que cuantiosas cantidades de agua con periodos de secado muy largos entre ellas.

El curado se deberá mantener el tiempo necesario para asegurar que el concreto alcance la resistencia de proyecto, conservando la humedad superficial mediante los siguientes procedimientos:

- a) Mantener húmedas las superficies expuestas al aire mediante riegos adecuados de agua, aplicándose a partir del momento en que estos no marcan huella en dichas superficies. Este procedimiento se deberá utilizar en las juntas frías en las cuales no se puedan utilizar membranas.
- b) Aplicar a las superficies expuestas una membrana impermeable (curacreto), con el fin de impedir la evaporación de agua del concreto. Debiéndose utilizar éste procedimiento de curado en todos los elementos estructurales.

### 3.8.5 CIMBRAS.

Para poder realizar la colocación del concreto en elementos tales como zapatas de cimentación, contratraves, columnas, castillos, traves, losas, etc., se emplea lo que se conoce con el nombre de "cimbras", las cuales son moldes que bien pueden ser principalmente de madera o de fierro.

Se utilizan moldes o cimbras de fierro cuando se desea un acabado perfecto, pero su uso es restringido por su elevado costo y solo se utilizan cuando se tienen elementos estructurales como columnas o traves tipo, en cantidades tales que ameriten su uso. Por lo que son más utilizados los moldes de madera por ser los más económicos y de fácil manejo.

#### 3.8.5.1 REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS CIMBRAS.

- a) Las dimensiones de las formas deberán estar claramente anotadas en los planos de diseño.
- b) La escuadría de las piezas por utilizar deberá ser tal que tenga resistencia y rigidez necesaria para soportar las cargas verticales y los empujes laterales; asimismo, al calcular el espesor de la cimbra, deberán tomarse en cuenta las cargas adicionales propias de las operaciones que se ejecuten al vaciar y vibrar el concreto.
- c) Los moldes deben sujetarse firmemente a fin de evitar deformaciones en la superficie del concreto. Deben evitarse también aquellas hendiduras por las cuales pueda escaparse la lechada del cemento, evitando así acabados defectuosos.
- d) Todos los amarres o soportes que sean utilizados para sujetar firmemente los moldes, deben removerse una vez vaciado el concreto.
- e) Cuando se utilicen los moldes de madera, se debe cubrir la superficie con una capa de lubricante (aceite quemado, diesel, etc.), para conservar la cimbra y evitar que el concreto se adhiera. Antes de vaciar el concreto a los moldes de madera estos deberán estar perfectamente mojados para evitar que la madera absorba el agua del concreto.
- f) Antes de que se lleve a cabo el colado, deben revisarse minuciosamente entre otros factores, todos los moldes, puntales, amarres, distribución y colocación del acero de refuerzo, instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias perfectamente realizadas así como la correcta coincidencia de los ejes; a fin de percatarse que las operaciones propias del colado del concreto se hagan en un plan de seguridad absoluta y, por lo tanto, deberán removerse o modificarse las que se encuentren defectuosas.

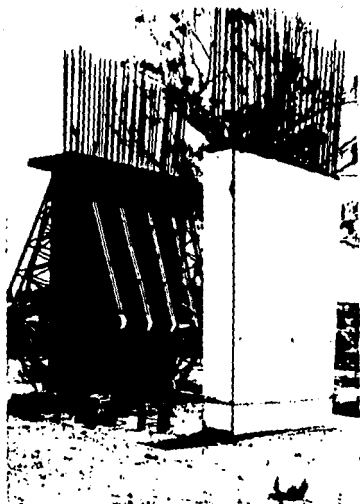


FOTO III. 9 CIMBRA EN LAS COLUMNAS.

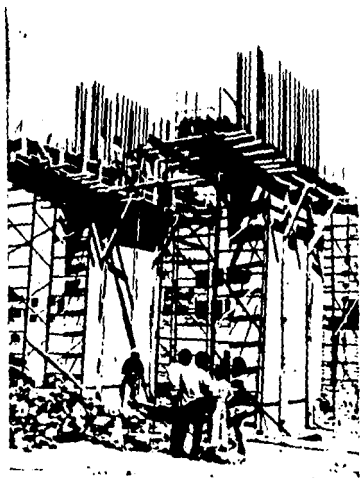


FOTO III. 10 CIMBRA EN LOS CABEZALES.

- g) Debe ponerse especial cuidado en las juntas de colado, esto es, todas aquellas alturas y niveles o ejes en que exista un cambio de -- cimbra que pueda provocar aspectos estéticos en el acabado del -- elemento.
- h) Debe tenerse siempre presente que la vida promedio de las cimbras de madera es de 8 usos, debiendo ser constantemente reparadas y de preferencia sustituidas al cabo de ellas.

Generalmente corresponde a la Contratista el diseño de la cimbra, por lo que la Supervisión una vez que la cimbra se encuentra colocada "la revisa" y, debido a que todo urge en ese momento por estar preparándose para iniciar el colado, se dan recomendaciones para ejecutar detalles faltantes, los cuales ejecutan los carpinteros con rapidez, originando que durante el colado se presenten problemas. Estos pueden ser desde una botadura de la -- cimbra de (trabes, columnas, losas, etc.,), asentamientos de los pies derechos, desplazamiento horizontal de la cimbra, hasta que ésta se colapse.

Para evitar estos problemas será necesario que la Supervisión exiga a la Contratista el diseño de la cimbra. No procede que haga ésta solicitud - horas antes de iniciar el colado, ya que si bien la responsabilidad del diseño de la cimbra es de la Contratista, ésta pudiera llegar a decidir colar bajo su riesgo. Sin embargo, los defectos o fallas de colado serán en parte culpa de la Supervisión. Por lo que deberá anticiparse previamente a la colocación de la cimbra, la revisión del plano de detalles y la memoria de cálculo para hacer las observaciones correspondientes. Se debe suponer que la Supervisión no tendrá tiempo para revisar al detalle el diseño de la cimbra, pero sí podrá ver si se consideraron las cargas muertas, vivas y accidentales señaladas por el Reglamento y sus Normas técnicas complementarias.

Es conveniente hacer hincapié en los aspectos críticos que pueden originar las fallas de una cimbra:

- a) Apoyo de los pies derechos en rellenos mal compactados o suelos altamente compresibles donde no se haya considerado la capacidad de carga del terreno.
- b) Longitud de pies derechos excesiva, por falta de elementos que -- reduzca su longitud de pandeo.
- c) Generalmente a las conexiones de los elementos no se les da la -- importancia que merecen, pero se ha observado que la mayor parte de las fallas se originan en las conexiones entre elementos estructurales.



## ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

- d) En múltiples ocasiones, por la rapidez del procedimiento de construcción la Contratista se ve en la necesidad de subir tabique o -- acero de refuerzo a un entrepiso que tiene pocas horas de colado y no se toman las precauciones adecuadas para recibir estas cargas en la cimbra de los niveles inferiores.
- e) Causa frecuente de colapso es no contraventear adecuadamente la cimbra para evitar pandeo de conjunto y resistir fuerzas horizontales.

### 3.8.5.2 DESCIMBRADO.

De ninguna manera deben quitarse los moldes hasta que el concreto haya obtenido suficiente resistencia como para brindar seguridad estructural y poder soportar el peso muerto, así como cualquier otra carga de construcción que se le agregue. El concreto deberá estar suficientemente duro para que las superficies no se dañen al realizar el descimbrado. A pesar de ésta dureza el descimbrado debe realizarse con cuidado para reducir al mínimo los trabajos de resanes.

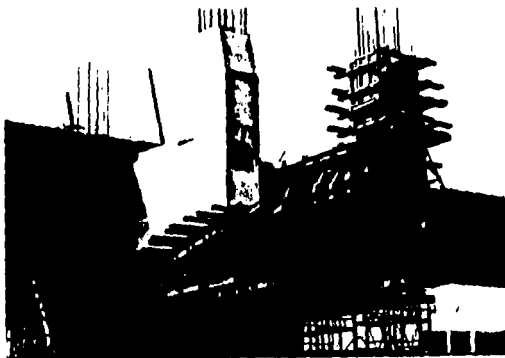


FOTO III, II DESCIMBRADO DE LOS CABEZALES  
EN ESTACION.

### 3.9 DIRECCION, COORDINACION Y CONTROL DE OBRA.

Es conocido que debido a los índices de inflación que existen no solo en nuestro país, sino a nivel mundial, el factor decisivo para combatir el costo creciente de las obras, es el TIEMPO; esto es especialmente importante para proyectos que involucran grandes inversiones y que requieran de plazos considerables de ejecución, independientemente del impacto social y político que suelen conllevar, aunque no sea cuantificable directamente.

Por esta razón para las obras de ampliación del Metro, COVITUR ha acudido a un sistema dinámico de Dirección, Coordinación y Control que minimiza el tiempo consumido para toma de decisiones, lo que se ha logrado mediante una comunicación sistemática directa y completamente abierta entre las partes que intervienen, permitiendo la necesaria interacción entre ellas.

Se efectúa una junta semanal para cada una de las áreas específicas de proyecto, construcción, programación, cuantificación, etc., levantando minutos escritas en las que se indican la lista de asistentes, los asuntos tratados, los acuerdos respectivos así como los responsables de implementarlos, llevando seguimiento de los mismos hasta lograr su cumplimiento.

Semanalmente se tiene una reunión de Coordinación de Proyecto con la empresa encargada de realizarlo, con la presencia del Vocal Ejecutivo, el Director de Construcción, los Gerentes y Subgerentes de COVITUR, así como representantes del organismo encargado de la operación (Sistema de Transporte Colectivo, STC.), la Supervisión y la Contratista.

Se revisan de manera conceptual los diseños propuestos, haciendo las observaciones pertinentes y dando la aprobación necesaria para que se realicen en plan ejecutivo; se estudian conjuntamente con la Contratista los procedimientos constructivos propuestos y su evaluación en tiempo y costo; también se estudian las especificaciones generales, las necesidades de materiales y equipo cuyos pedidos requieren solicitarse con mucha anticipación.

Se analiza el trazo definitivo de la Línea del Metro, la ubicación, tipo de estaciones y sus accesos, los locales técnicos y puestos de rectificación, la trayectoria de ductos, los talleres y edificios diversos; asimismo, las soluciones planteadas para desvíos de interferencias motivadas por colectores, líneas de agua potable y de gas, líneas de energía eléctrica, cruces con derecho de vía para los ferrocarriles, transportes eléctricos, etc., todo ello en coordinación y con la aprobación de las dependencias encargadas de estos servicios.

Uno de los aspectos fundamentales es el uso del suelo, que comprende las afectaciones y restricciones de los terrenos que requieren las obras, incluyendo las reservas necesarias para ampliaciones futuras, haciendo el

proyectista los levantamientos necesarios para la tramitación de su adquisición.

También se plantea y somete a la aprobación de las autoridades respectivas, los desvíos de tránsito motivados por la ejecución de la obra.

Periódicamente se llevan a cabo revisiones detalladas del avance de la entrega de los proyectos, en forma tal de garantizar que la construcción no se vea retrasada en ningún momento.

Por lo que se refiere a la fase de construcción, también se realiza una junta general de obra una vez por semana, en la que además de los funcionarios mencionados anteriormente, están presentes los jefes de residentes y Residentes Generales de COVITUR, los Gerentes, Subgerentes y Superintendentes de las empresas responsables de la construcción de las Obras Civiles y Electromecánicas, así como también los representantes del Proyectista y la Supervisión.

La junta se inicia con una introducción por parte de los Subgerentes de Obras de COVITUR, del estado en que se encuentran las mismas, indicando los tramos que ameriten una revisión más detallada.

A continuación, cada Jefe de Residentes hace una presentación gráfica de los avances de su Línea, incluyendo un análisis del Programa de Construcción y de los rendimientos obtenidos; informa en su caso, de los atrasos existentes y de las medidas correctivas que se requiere implementar para recuperarlos.

En estas reuniones se escucha directamente a todas las partes interesadas, se plantean problemas específicos de construcción y su posible solución, se ventilan desacuerdos o interpretaciones incorrectas y se toman de inmediato las decisiones pertinentes si se refieren a ejecución de obra, registrando aquellas que queden pendientes porque conciernen a otras áreas, a efecto de instituir las acciones para resolverlas.

Posteriormente, se hace un recorrido por la Línea, con especial énfasis en los frentes de trabajo que tengan alguna problemática para observar físicamente lo expuesto en la junta.

La Gerencia y Subgerencia de Obra se encargan de verificar que se ejecuten fielmente en el campo, las instrucciones acordadas, por conducto de la Jefatura de Residentes.

Cada Jefe de Residentes coordina las actividades que se desarrollan en la Línea a su cargo; se revisan a detalle la entrega de planos oficiales, las especificaciones y sus posibles modificaciones, los pendientes de proyecto y todos los aspectos concernientes a la construcción: Control detallado de Programas y Sub-programas, reprogramaciones puntuales, deter

mínación de rendimientos, suministros, desvíos de tránsito, atención al público, presentación y seguridad de la obra.

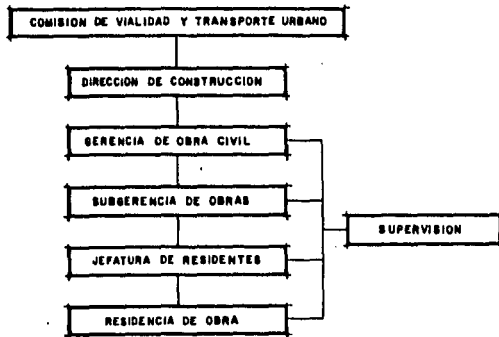


FIG. III. 13 ORGANIGRAMA DE LA DIRECCION DE CONSTRUCCION Y UBICACION DE LA SUPERVISION.

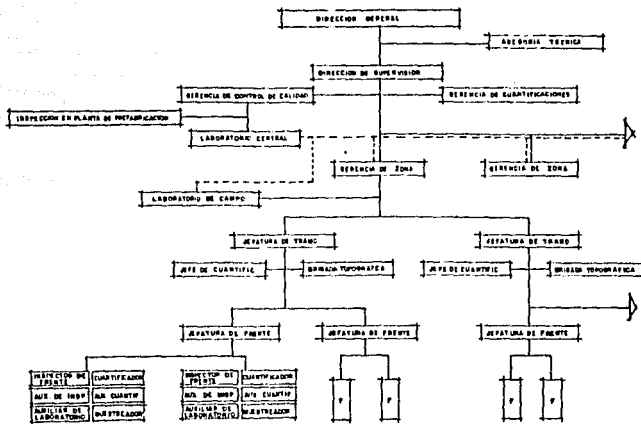


FIG. III. 14 ORGANIGRAMA DE LA SUPERVISION PARA LAS OBRAS DEL METRO.

CAPITULO IV

CONTROL DE CALIDAD

CAPITULO IV  
CONTROL DE CALIDAD

4.1 DEFINICION.

Se puede definir al Control de Calidad como el conjunto sistemático de esfuerzos, principios, prácticas y la tecnología de una organización, para -- asegurar, mantener o superar la calidad de un producto u obra al menor costo posible.

La palabra CALIDAD quiere decir "lo mejor para el consumidor o el -- usuario dentro de ciertas condiciones; estas condiciones pueden ser: el costo de la obra y el servicio que proporcione, incluyendo los problemas de operación o uso de la misma. Es decir, la calidad no es lo mejor sino lo más -- conveniente.

En el caso de las obras del Metro, la responsabilidad de la calidad de -- éstas recae en la Supervisión, por lo que se debe contar con un sistema de Control de Calidad para no defraudar a la ciudadanía, debiendo anteponer -- la ética profesional a los intereses particulares.

4.2 ACTIVIDADES DEL CONTROL DE CALIDAD.

Las actividades del Control de Calidad son:

**PREVENTIVAS.** - Como la realización de investigaciones, la elaboración de especificaciones y proyectos realistas.

**CONTROL DEL PROCESO.**- Durante el cual se debe exigir el cumplimiento a las especificaciones y proyecto, en las etapas intermedias de construcción.

**VERIFICACION DE LA OBRA.** - A su terminación se debe cumplir la -- meta propuesta y de acuerdo con lo alcanzado, realizarse los pagos y -- ajustes correspondientes; asimismo, se debe observar el comportamiento que se tenga durante la operación o uso de la obra terminada.

**MOTIVACION.** - El control de calidad debe motivar en forma adecuada al personal, desde los ejecutivos hasta los operarios para alcanzar la -- meta propuesta.

**RETROALIMENTACION.**- El control de calidad debe realizar la retroalimentación, para que las experiencias que se hayan tenido durante la construcción se tomen en cuenta, para modificar total o parcialmente -- las especificaciones y los proyectos.

#### 4.2.1 CONTROLES EN LA PRODUCCION.

La finalidad que se persigue en la construcción de obras, es la de elaborar estructuras que cumplan con la finalidad para la que fueron proyectadas - al menor costo posible. Para asegurar esta finalidad, se requiere de controles como lo son: el de CALIDAD, de Avance y Costos. Estos controles deben estar muy bien coordinados unos con otros para llegar a la meta requerida fig. (IV.1).

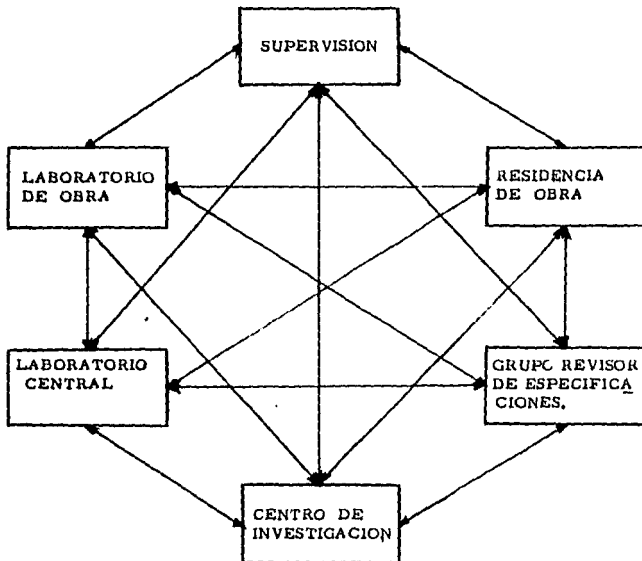


FIG. IV. 1 ELEMENTOS DEL CONTROL DE CALIDAD.



Controlar no es otra cosa que medir lo logrado en relación a un plan o norma prefijada y corregir las desviaciones observadas, con el fin de alcanzar las metas; es decir que controlar significa :

- Fijar un plan o meta.
- Diseñar un sistema de mediciones.
- Detectar desviaciones.
- Establecer los medios para corregir las desviaciones.

El proceso constructivo, está formado por cadenas de actividades, por lo que durante el proceso de control se debe detectar si en alguna o varias de ellas, se ha tenido alguna anomalía o desviación que se deba corregir ver la - fig. IV. 2.

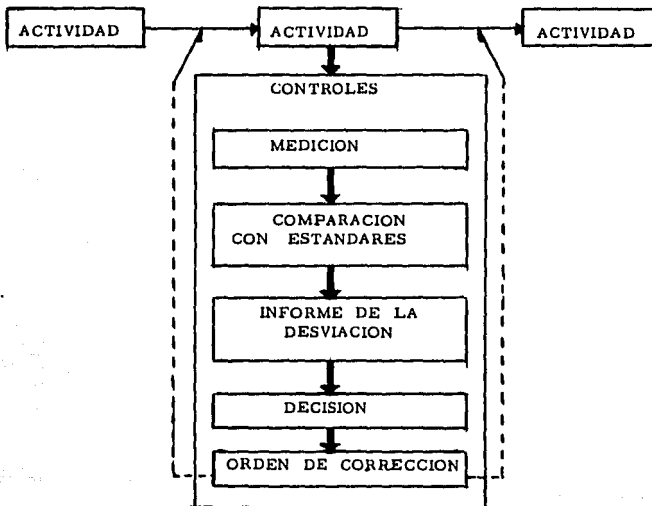


FIG. IV. 2 SECUENCIA DEL CONTROL DE CALIDAD PARA CORREGIR LAS DESVIACIONES.

Por lo que cuando con los estándares o normas se detecta una desviación, el encargado de control de calidad debe informar de ella al jefe, -- con el fin de que se adopten las medidas necesarias para la corrección, las cuales pueden realizarse antes, durante o después del evento de que se trate. Para esto la información para ordenar la corrección debe ser oportuna y comprensible.

Cierto es que lo más conveniente es evitar que se presenten estas desviaciones, para lo cual es necesario tomar medidas preventivas, presentando el proyecto y procedimientos de construcción en forma clara, cuidando -- que los materiales sean de la calidad necesaria y de que los trabajadores hayan tenido las instrucciones convenientes, y haber adquirido conciencia de la importancia de la calidad y de que su trabajo redundará en obtener una obra -- que beneficiará a muchos.

#### 4.3 RESPONSABILIDAD DE LA SUPERVISIÓN EN EL CONTROL DE CALIDAD.

La Supervisión presta los servicios para el control de calidad de los materiales, contando para ello con personal técnico y equipo de ensayos en un laboratorio central, además con el apoyo de laboratorios de campo distribuidos en la línea, teniendo la responsabilidad de evaluar los resultados de los diversos ensayos, comparándolos con las especificaciones del proyecto ó con nor-mas oficiales.

De todas las pruebas que se efectúan, se entregan informaciones sema-nales y mensuales a la oficina de Control de Calidad de COVITUR, indicando las anomalías que ocurrieron, así como las medidas que se tomaron para co-rregirlas.

Así pues, COVITUR delega en la Supervisión la autoridad necesaria pa-ra decidir en todo lo concerniente a la calidad pactada; para esto la Supervi-sión se compromete a que la obra cumpla con los requisitos del proyecto, ap-yándose en los planos y especificaciones. Por lo que debe dictar a la Contra-tista las disposiciones que considere pertinentes, ya que cualquier menoscabo a ésta autoridad conferida, redundará en perjuicio de la obra.

De las funciones asignadas a la Supervisión, no cabe duda que el Control de Calidad es la más problemática. Esto ocurre no únicamente en nuestro --pais, sino a nivel internacional; debido a que la Contratista pone especial én-fasis en el control de los dos factores que le afectan más directamente: COS-TO Y TIEMPO, siendo la calidad un objetivo que aunque desea cumplir, por razones de prestigio y por obligación contractual, recibe una atención secun-daria. Esta situación se agudiza a nivel del personal directamente encargado de la producción.

Hay que distinguir dentro del control de calidad, la diferencia que exis-te entre la responsabilidad de control del proceso y la responsabilidad de la aceptación final (verificación). Es evidente que si el proceso se controla, se mi-nimiza el riesgo de que el producto final sea rechazado. En el caso de pro-ductos manufacturados, el fabricante es el encargado de controlar todo el pro-ceso, ya que conoce a su personal, los diversos pasos, equipos, procedimien-tos y técnicas requeridas, para garantizar un producto satisfactorio.

Lo mismo puede decirse de la Contratista en cuanto a la responsabili-dad de su propio control de calidad. Dentro de su organización, la Contra-tista debe tener un grupo de trabajo dedicado a ésto exclusivamente, indepen-diente de los responsables de la producción. Sin embargo, con motivo de que la mayor parte de los trabajos se realizan a pie de obra, así como el tiempo considerable de ejecución y las graves consecuencias en caso de incumplimien- ---to, es indispensable implementar la verificación de las etapas significati-vas del proceso constructivo, que permitan tomar acciones correctivas y ---

oportunas. Esta verificación es responsabilidad de la Supervisión, la cual necesita fijar las etapas de aprobación, de acuerdo a su experiencia, para detectar donde y como pueden surgir los problemas en el proceso constructivo, ya sea por mano de obra, materiales, herramientas o maquinaria deficiente; así mismo, es conveniente programar el momento en que se hará la verificación, para evitar interferir innecesariamente en el avance y contar con la presencia de la Contratista.

Se requiere que la Supervisión defina con COVITUR la frecuencia de muestreo y los ensayos que efectuará el laboratorio de materiales, incluyendo los criterios para aceptación, rechazo o penalización si estos no están considerados en las especificaciones respectivas.

Las herramientas con que cuenta la Supervisión para verificar la calidad de obra, son los planos y especificaciones con el auxilio de las observaciones de campo y del laboratorio de ensayos de materiales. A medida que estas herramientas estén lo más completas y en las mejores condiciones posibles, se tendrá mayor probabilidad de llevar a buen término dicha verificación; así que es obligación de la Supervisión ver si éstas herramientas son suficientes, están en mal estado ó pueden mejorarse.

Naturalmente que no bastan los planos y especificaciones, sino que además debe existir una buena práctica de construcción; es decir, se debe contar con la Contratista que tenga la experiencia, la organización y los recursos necesarios.

La Supervisión no está facultada para hacer cambios en los planos o especificaciones, pero de común acuerdo con la Residencia de COVITUR, puede adecuar el proyecto para su implantación en obra, siempre que no lo modifique, o sea, que no signifique un cambio de concepción, dimensiones o especificaciones de materiales. Asimismo, es obligación de la Supervisión proponer modificaciones tendientes a beneficiar la obra, en sus tres aspectos: CALIDAD, COSTO Y TIEMPO.

A continuación se mencionan las principales obligaciones de la Supervisión, en lo referente a la verificación de calidad:

- a) Estar completamente familiarizado con los planos y especificaciones del frente de trabajo correspondiente.
- b) Inspeccionar y ensayar los materiales o productos, antes de que estén en su posición final.
- c) Asegurarse de que la Contratista haya interpretado correctamente los planos y especificaciones.

- d) Reconocer el trabajo defectuoso en las etapas previas, antes de que la corrección sea imposible o muy costosa.
- e) Notificar oportunamente a la Contratista si algún material o porción del trabajo no cumple con lo establecido, explicándole porque no cumple.
- f) Llevar a cabo las revisiones de manera rápida, en las etapas de -- aprobación cuando se le soliciten, a efecto de evitar demoras.



FOTO IV. 1 TRANSPORTACION DE LOS CILINDROS DE CONCRETO AL LABORATORIO.

#### 4.4 CONCRETO NORMAL.

COVITUR ha autorizado a diversas empresas de premezclado, la instalación de plantas en terrenos próximos a los frentes de trabajo. Estas plantas suministran concreto de clase "A" para la mayoría de las estructuras, --- excepto para elementos preesforzados en que se exige clase "B". En dichas plantas se llevan a cabo pruebas para determinar las características físicas de los agregados y del cemento; asimismo el muestreo del concreto fresco, midiendo su revenimiento, y del concreto endurecido, mediante cilindros o co razones para obtener resistencias a compresión simple, módulos de elasticidad y resistencia a tensión por flexión para pavimentos.

Como el concreto que se coloca en las estructuras es suministrado por compañías premezcladoras, éstas se comprometen a que la calidad de los materiales, así como la elaboración del concreto y el transporte sea responsabilidad de las mismas.

Una vez que el concreto salga de la dosificadora, no se debe permitir añadir agua a la revoltura con el pretexto de realizar una colocación satisfactoria; pues ésta disminuirá indiscutiblemente la resistencia del concreto.

También es importante evitar la segregación cuando el camión revolventor descarga el concreto en la obra, por lo que será necesario utilizar canales, embudos, etc., de manera tal que el concreto no caiga verticalmente, o con cierta inclinación en el recipiente.

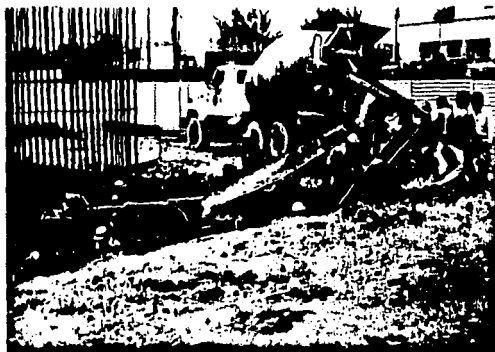


FOTO IV. 2 COLOCACION DEL CONCRETO UTILIZANDO CANALON.

#### 4.5 PRUEBA DE REVENIMIENTO.

El ensaye que con mayor frecuencia se realiza en las obras, es la determinación rutinaria de la consistencia del concreto mediante la prueba de revenimiento, esto es debido principalmente a su facilidad y al hecho de que se obtienen resultados inmediatos. Se puede considerar al valor del revenimiento indicativo de la uniformidad en la relación agua-cemento, para una relación grava-arena determinada. La variación en el revenimiento es con frecuencia un medio para detectar variaciones en la relación agua-cemento, por lo que es posible utilizar esta prueba como un criterio para la aceptación o rechazo del concreto fresco, desde el punto de vista de las variaciones que esto podría ocasionar en la resistencia, además de los efectos que puede ocasionar en los procesos de transporte, colocación, compactación y acabado del concreto en la estructura.

La Norma Oficial Mexicana NOM-C-156-1980 da la definición de Revenimiento como sigue:

Revenimiento; es la medida de consistencia del concreto fresco en términos de la disminución de altura, en un tiempo determinado, de un cono truncado de concreto fresco de dimensiones específicas, las cuales se muestran en la fig. IV.3.

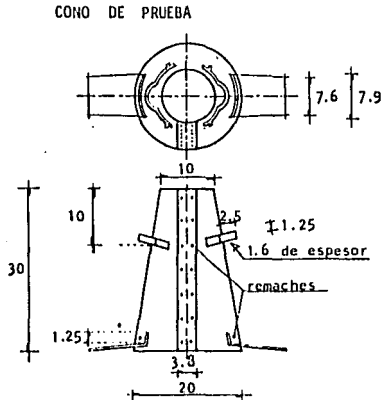


FIG. IV. 3 CONO PARA MEDIR EL REVENIMIENTO.

#### 4.5.1 DESCRIPCIÓN DE LA PRUEBA.

Esta prueba consiste en medir la distancia que se asienta una muestra cónica de concreto cuando se levanta el cono que la cubre. Se deberá efectuar en el sitio de la descarga del concreto, antes de ser colocado y consolidado.

##### Descripción.

Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal, plana, rígida, húmeda y no absorbente. El operador lo debe mantener firmemente en su lugar durante la operación de llenado, apoyando los pies en los estribos que tiene para ello el molde. Enseguida se llena el molde en tres capas, cada una igual a un tercio del volúmen total fig. IV.4. (a).

Se compacta cada capa con 25 penetraciones de la varilla de  $(5/8")$ , introduciéndola por el extremo redondeado; distribuidas uniformemente sobre la sección de cada capa. Para lograr esto sobre la capa inferior, es necesario inclinar la varilla ligeramente. Aproximadamente la mitad de las penetraciones se hace cerca del perímetro. Después con la varilla vertical se progresa en espiral hacia el centro. Se compacta la segunda capa y la superior a través de todo su espesor, de manera que la varilla penetre en la capa anterior aproximadamente 2cm. fig. IV.4 (b).

Para el llenado de la última capa se amontona el concreto por encima del borde superior del molde antes de empezar la compactación. Si como consecuencia de la compactación el concreto se asienta a un nivel inferior del borde superior del molde, se agrega concreto en exceso para mantener su nivel por encima del borde del molde todo el tiempo fig. IV.4 (c). Después de terminar la compactación de la última capa, se enrasa el concreto a la altura del molde mediante un movimiento de rodamiento de la varilla fig. IV.4 (d). Se limpia la superficie exterior del asiento e inmediatamente se levanta el molde con cuidado en dirección vertical fig. IV.4 (e).

La operación de levantar el molde debe hacerse de 5 a 10 segundos, alzando verticalmente el molde sin movimiento lateral o torsional. La operación completa, desde el comienzo de llenado hasta que se levante el molde, debe hacerse sin interrupción y en un tiempo no mayor de 2.5 minutos. Enseguida se mide el revenimiento, determinando el asentamiento del concreto a partir del nivel original de la base superior del molde, midiendo esta diferencia de alturas en el centro original de la base fig. IV.4 (f). Si alguna porción de concreto cae hacia un lado, se desecha la prueba y se hace otra con una nueva porción de la muestra.

Si dos pruebas consecutivas hechas con la misma muestra, presentan fallas al caer parte del concreto a un lado, probablemente el concreto carece de la necesaria plasticidad y cohesividad para que sea aplicable la prueba de revenimiento.



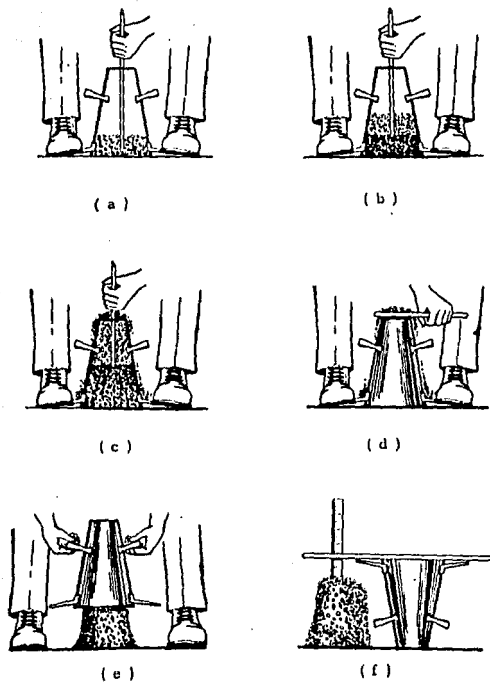


FIG. IV. 4 PRUEBA DEL REVENIMIENTO

#### 4.5.2 RESULTADOS DE LA PRUEBA.

La función del revenimiento como medida de la trabajabilidad del concreto es obvia, relacionada con el control de calidad del material. Un revenimiento mayor que el especificado suele ser síntoma de exceso de agua, y por lo tanto de un concreto que desarrollará resistencia insuficiente. Si se llega a desarrollar la resistencia del proyecto, el revenimiento alto indica que ello se habrá logrado a base de aumento en el contenido tanto de agua como de cemento y, en consecuencia a costa de contracciones, innecesariamente altas.

Un revenimiento excepcionalmente bajo no solo anuncia dificultades en la colocación del concreto, sino bien puede ser el resultado de un retraso en la entrega de concreto premezclado, y no debe sorprender que redunde también en resistencia insuficiente. De aquí la conveniencia de rechazar toda partida de concreto cuyo revenimiento salga de tolerancias especificadas; no hacerlo es invitar a la demolición o refuerzo de porciones de la estructura ó a la aparición de grietas objetables debidas a excesiva contracción.

#### 4.5.3 RECHAZO DEL CONCRETO.

Probablemente el individuo más conflictivo en una obra sea el supervisor excesivamente acucioso y pagado de sí mismo, el tipo de supervisor que siempre carga el libro bajo el brazo y que sigue al pie de la letra los reglamentos. Las especificaciones para el concreto constituyen una gafa, y no siempre se deben seguir al pie de la letra. El supervisor tiene la responsabilidad de aplicar su criterio en cada caso particular.

Quando se entrega un lote de concreto con revenimiento de 11,5 cm. y las especificaciones piden un revenimiento máximo de 10 cm., el lote no debe ser rechazado. Un supervisor sensato le advierte al chofer del camión de premezclado que, si no es más cuidadoso en las entregas subsiguientes, lo rechazará la carga. Por supuesto, si la carga tiene un revenimiento muy superior al requerido, debe rechazarla sin lugar a dudas; aceptarla sería una abierta invitación a infracciones posteriores, además de constituir una falta de responsabilidad.

Hay ocasiones en que se debe permitir un revenimiento superior al máximo especificado, como en el colado del concreto en donde el acero de refuerzo no presenta las condiciones adecuadas para el colado de una mezcla rígida. Cuando se esperan dichas condiciones, la Contratista debe pedir un diseño de mezcla con el revenimiento necesario y estar dispuesto a pagar la diferencia en el costo del factor de cemento, para mantener la misma relación A/C.

El supervisor puede basarse en los informes sobre los resultados de las pruebas de los cilindros de la obra para saber cuál es el exceso de reve-

nimiento que puede aceptar cuando las condiciones lo justifiquen. Un incremento de 1 cm. en el revenimiento reduce la resistencia a la compresión, a los 28 días, en 5.54 kg/cm<sup>2</sup>, aproximadamente. Si los informes anteriores indican un gran margen de resistencia, el supervisor puede permitir un colado con un revenimiento superior al especificado, cuando sea necesario. Por el contrario, si los informes anteriores apenas se ajustan a la resistencia requerida, no tiene otra alternativa más que rechazar el lote.

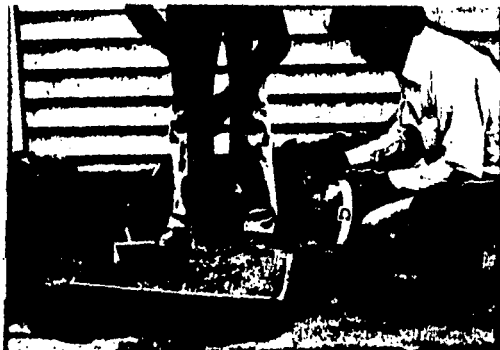


FOTO IV. 3 REALIZACION DE LA PRUEBA DEL REVENIMIENTO.

#### 4.6 COLADO DEL CILINDRO DE CONCRETO.

Tan pronto como se termine la prueba de revenimiento, se debe utilizar el concreto de la misma muestra excluyendo el concreto de la prueba de revenimiento, para colar los cilindros. Se escoge un lugar nivelado y se colocan en él los moldes de los cilindros sobre una plataforma. Generalmente es necesario remezclar el concreto de la muestra, ya que puede haber ocurrido algún sangrado o segregación menor.

##### Procedimiento:

- Se utiliza un molde metálico previamente sellado para evitar pérdidas de agua, de forma cilíndrica de 15 cm. de diámetro interior y -- 30 cm. de altura.
- Una vez sellado, se aceita ligeramente la superficie interior del molde.
- Se procede a llenar el molde en tres capas, siendo cada una de ellas de aproximadamente un tercio del volumen total del cilindro.
- Al vaciar cada capa con porciones del concreto muestra, tomadas -- con un cucharón metálico de tipo rectangular, se debe girar éste sobre el borde del cilindro a medida que se vaya descargando, para -- asegurar una correcta distribución.
- En seguida, se distribuye el concreto con una varilla metálica redonda y lisa con diámetro de 16 mm. y 60 cm. de largo, con la que se procede a compactar: La primera capa, que debe tener una altura aproximada de 10 cm., se compacta con 25 penetraciones siguiendo el trazo de una espiral, de la orilla al centro fig. IV.5(a), si quedan oquedades superficiales, se golpea ligeramente con la varilla varias veces, de abajo hacia arriba sobre el cuerpo del molde, para que cierren los vacíos que hayan quedado al compactar. La segunda capa, con la que se debe alcanzar una altura máxima de 20 cm. dentro del molde, se compacta con 25 penetraciones de varilla, de la misma manera que se hizo al compactar la primera capa, procurando que en cada golpe la varilla penetre 2 cm. aproximadamente en la capa inferior fig. IV.5(b). Después de haber compactado la segunda capa, si hay oquedades se repite el golpeo lateral de igual forma que en la primera etapa. Con la tercera capa, debe llenarse totalmente el molde y agregar una cantidad extra suficiente, para que, después de compactar ésta última con 25 golpes de la varilla, quede totalmente lleno el molde con un ligero excedente fig. IV.5(c). Si hay oquedades se repite el golpeo lateral.
- Al terminar la compactación, se procede a enrasar con una regla --

metálica de aproximadamente 30 cm. de longitud, 2.5 cm. de ancho y 5 cm. de espesor; con aristas rectas y libres de melladuras; haciendo un movimiento de vaivén sobre el borde superior del molde, con lo cual quedará una superficie plana y uniforme que esté a nivel y que no tenga depresiones ó -- promontorios de más de 3 mm. fig. IV.5 (d).

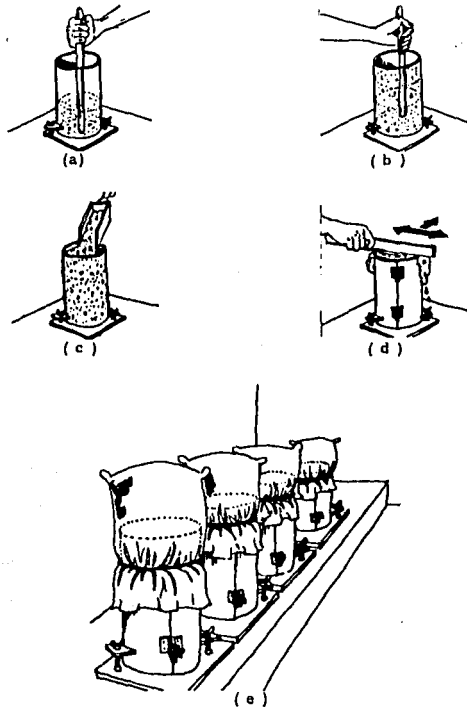


FIG. IV. 5 PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE LOS CILINDROS DE CONCRETO.

- Para identificar los cilindros, se marcan con trazos muy finos sobre la parte superior, con las claves de identificación que tengan designadas.
- Para evitar la evaporación del agua de los cilindros recién elaborados, se deben cubrir inmediatamente con una tapa de material no absorbente, ni reactivo ó con una tela de plástico fig. IV. 5 (e).
- No dejarlos abandonados en la obra a la intemperie, deben de ser recogidos después del fraguado del cilindro.
- Una vez elaborados los cilindros, se podrán retirar de los moldes de preferencia 24 horas después, permitiéndose un margen entre 16 y 48 horas, y almacenar de inmediato en una condición húmeda, a la temperatura de  $23 \pm 2$  C.



FOTO IV. 4 COMPACTACION DEL  
CONCRETO EN LOS MOLDES,

#### 4.7 PRUEBA A LA COMPRESION SIMPLE.

Ya que la más común de todas las pruebas de concreto endurecido es la prueba de resistencia a la compresión simple, lo cual en parte obedece a que es una prueba fácil de ejecutar y en parte a que muchas de las características deseables del concreto, aunque no todas, se relacionan cualitativamente con su resistencia; aun más, a través de los años, se a correlacionado la resistencia a la compresión simple, con la resistencia de elementos estructurales de diversos tipos, sujetos a distintas solicitaciones, se hablará de ella.

No existe una convención aceptada universalmente sobre que tipo de espécimen es el mejor para realizar ensayos a compresión. Comúnmente se usan espécimenes de tres tipos : cilindros, cubos y prismas.

En nuestro medio, y en numerosos países del mundo, se usan cilindros con una relación de esbeltez igual a dos. En estructuras de concreto reforzado el espécimen usual es el cilindro de 15 x 30 cm. En estructuras construidas con concreto en masa, donde se usan agregados de gran tamaño (10 a 15 - cm.), se usan cilindros de 30 x 60 cm., y en ocasiones moldes hasta de 60 x 120 cm. para establecer índices de resistencia. Siguiendo la notación de la - NOM-C-155-84, se acostumbra designar con  $f'c$  la resistencia a la compresión especificada de un cilindro estándar a los 28 días o a la edad en que el concreto vaya a recibir su carga de servicio.

Una vez seleccionado el tipo de espécimen es necesario fijar con gran detalle las condiciones de muestreo, fabricación, curado y ensaye teniendo entre estas últimas particular importancia la velocidad de carga.

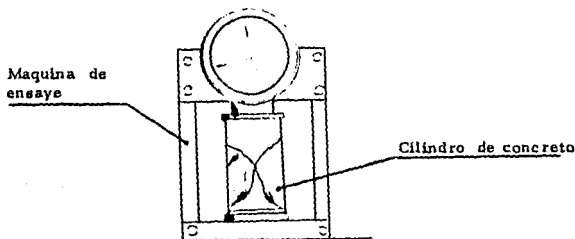


FIG. IV. 6 PRUEBA A LA COMPRESION DE UN CILINDRO DE CONCRETO.



FOTO IV. 5 CABECEO DE CILINDROS.

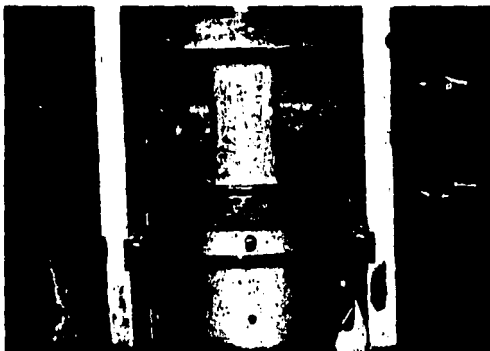


FOTO IV. 6 REALIZACION DE LA PRUEBA.



Para logra una prueba a la compresión aceptable, es necesario que las cabezas de la máquina de ensaye estén totalmente en contacto con las superficies del espécimen en ambos extremos, de manera que la presión ejercida - se lo más uniforme posible.

Como se observó anteriormente, los cilindros se fabrican generalmente en moldes de acero apoyados en una placa en su cara inferior y libres en su parte superior, donde es necesario dar un acabado manualmente.

Esta operación, llamada cabeceado, y que consiste en aplicar un cierto material generalmente azufre o pasta de cemento, a los extremos del cilindro para producir una superficie lisa de apoyo, prolonga el tiempo necesario para la preparación del ensaye, e introduce una variable adicional en los resultados: el material y la forma del cabeceado.

Aún cuando se sigan cuidadosamente las especificaciones y el proceso sea realizado por operadores experimentados, los resultados que se obtengan no serán uniformes, siempre existirá dispersión en los datos, como en cualquier proceso de medición. Estas dispersiones pueden ser inherentes al tipo de ensaye, debidas a errores accidentales o a la no uniformidad del material ensayado.

Algunos factores, que afectan directamente a los resultados obtenidos en especímenes de ensaye son:

- Efecto de las condiciones de curado
- Efecto de la esbeltez
- Efecto de la velocidad de carga
- Efecto de la velocidad de deformación
- Efecto de las condiciones de humedad y temperatura durante la prueba.
- Efecto del tamaño del espécimen sobre la resistencia
- Efecto del tamaño del molde y tamaño del agregado
- Efecto de la edad

Algunos de estos factores no solamente afectan a los resultados de pruebas a la compresión, sino también, a los resultados obtenidos en otro tipo de ensayes, como son los de tensión y flexión, aun más, aunque en menor número, a los resultados obtenidos en pruebas no destructivas.



#### 4.8 CAUSAS DE PROBLEMAS DE BAJA RESISTENCIA.

Desafortunadamente, en algunas ocasiones el personal con que se cuen ta no siempre está capacitado, por lo que no es raro ver a un trabajador con poca experiencia varillando un cilindro con una varilla de refuerzo de 3/4 de pulgada, en vez de hacerlo con la varilla de acero de 5/8 de pulgada, con pun ta de bala, como se requiere. Es muy probable que los cilindros moldeados de esta manera den por resultado resistencias inferiores a las de los cilin dros moldeados con la herramienta apropiada.

A veces, un estudio del informe de las pruebas de cilindros del labora torio de pruebas puede proporcionar la clave de la falla en la resistencia.

El informe de la prueba conjuntamente con los resultados de la prueba de compresión generalmente proporcionan otros datos pertinentes; siempre determinan la fecha en que se coló el cilindro y la fecha en que se probó; in dican si el resultado corresponde a una prueba a los 7 días o a los 28 días. Generalmente se supone que el resultado de la resistencia a los 7 días corre gponde aproximadamente al 60% del resultado esperado a los 28 días. No obs tante, algunos cementos reaccionan de manera diferente a otros y el resulta do de una prueba a los 7 días, inferior al esperado, puede mejorar a una edad posterior y hasta exceder la resistencia requerida a los 28 días.

¿Cuántos de los cilindros mencionados en el informe fueron colados el mismo día?. Se debe reconocer que no es necesario que el 100% de las prue bas excedan el requisito de resistencia mínima. ¿Cuántos cilindros de una prueba fallaron?. Si en un grupo de tres cilindros, por ejemplo, sólo uno fa lló, puede no ser tomado en cuenta. Cuando todos los cilindros de un solo -- grupo fallan, debe informarse más en el informe de la prueba. ¿Fue excesi vo el reventimiento? ¿Se curaron los cilindros en el campo durante varios días, antes de llevarse al laboratorio de pruebas? ¿Se colaron los cilindros un viernes y se quedaron en la obra hasta el lunes o aun más tiempo? ¿Los pesos de los cilindros, generalmente anotados en el informe, fueron inferior es a lo usual?. Esto bien podría ser causado por un elevado contenido de aire. ¿Qué contenido de aire aparece en el informe?.

¿Que tipo de falla tuvieron los cilindros?. No todos los laboratorios de pruebas indican el tipo de falla del cilindro. Cuando el informe de la prue ba indica el tipo de falla, como se muestra en la fig. IV. 7, se puede aprend er algo sobre las causas de la baja resistencia.

En una falla normal del cilindro bajo compresión, los lados de la mues tra tienden a adoptar la forma de un barril un instante antes de su destrucción, quedando con forma de reloj de arena, como lo muestra el tipo 1 de la fig. IV. 7. El tipo 2 es una falla por cortante que bien puede indicar un cabeceo -- irregular. La falla tipo 3 es típica de una compactación pobre, generalmen te causada por falta de adherencia de una capa de la muestra con la capa an-

terior, por falla con la varilla de apisonado. La falla tipo 4 bien puede ser una combinación de los tipos 2 y 3.



(1)



(2)



(3)



(4)

FIG. IV. 7 TIPOS DE FALLAS DE CILINDROS.

Además de los factores, incluidos o no en el informe de la prueba existen muchas otras consideraciones. Se puede cuestionar la competencia del individuo que moldeó los cilindros. Si los informes anteriores de la misma obra han sido aceptables, se puede suponer que la causa de los bajos resultados reside en otra parte. Desde luego, cabe la posibilidad de que en ese día otro individuo, haya colado los cilindros, y no el que siempre lo hace. Aun cuando los cilindros hayan sido colados correctamente, es posible que después hayan sido colocados en un sitio diferente al usual y que algunas condiciones irregulares en esa área, tales como una vibración, hayan podido dañar las muestras.

Además, se debe determinar si el revenimiento fue tomado cuidadosamente o si se hizo al tanteo (muchas personas no saben juzgar con exactitud un revenimiento), y de que parte del lote se tomó la muestra para obtener el revenimiento y los cilindros. Antes de tomar una muestra, debe asegurarse de que el lote de concreto tenga una descarga uniforme. Además, la muestra nunca debe ser tomada de los primeros o de los últimos  $1,5 \text{ m}^3$  de la carga del camión.

Es necesario que tanto la prueba del revenimiento como la de los cilindros se hagan de la misma muestra. Esto se logra mejor tomando la muestra en una carretilla mojada previamente y alejándola del camión de concreto, cuyas vibraciones sobre el suelo pueden afectar el revenimiento. No es práctico andar corriendo de un lado a otro con una pala llena de concreto tomada del canalón de descarga del camión, para efectuar las pruebas. Hay que tener presente que es necesario efectuar todo el muestreo en un período de 15 minutos.

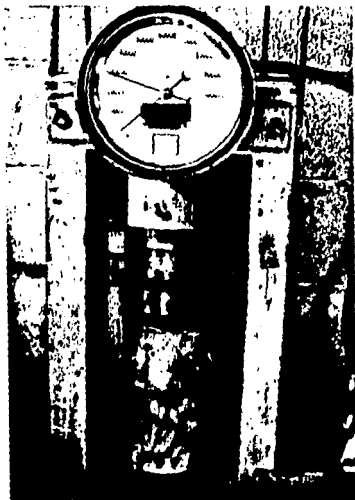


FOTO IV. 7 FALLA POR CORTANTE,

#### 4.9 PRUEBA DE CORAZONES.

El objetivo de éstas pruebas es obtener muestras de concreto a elementos estructurales, con el fin de determinar la resistencia a la compresión de dichas muestras.

Si las pruebas individuales de las muestras curadas en el laboratorio producen resistencias inferiores en más de  $35 \text{ kg/cm}^2$  del  $f'c$ , o si las pruebas de los cilindros curados en el campo indican deficiencias de protección y curado, se tendrán que tomar las medidas necesarias para asegurar que la capacidad de carga de la estructura no quede comprometida. Así, si se confirma que el concreto es de baja resistencia y los cálculos indican que la capacidad de carga se reduce significativamente, se hará necesaria la "prueba de corazones", extrayéndose la muestra, de la zona en duda.

Se deberán tomar tres corazones por cada resultado de pruebas de cilindros que estén por debajo del  $f'c$  con más de  $35 \text{ kg/cm}^2$ .

La máquina para obtener los corazones, los debe extraer en cualquier dirección, mediante una broca cilíndrica de diamante equipada con un sistema de enfriamiento. Estas muestras se deben tomar hasta que el concreto haya endurecido lo suficiente (mínimo 14 días).

Los corazones que se obtengan deberán tener una relación altura-diámetro de 2, pudiéndose aceptar relaciones menores hasta de 1, aplicando una tabla de corrección. El diámetro de los corazones deberá ser entre 3 y 2 veces el tamaño máximo del agregado grueso.

Si los corazones se toman de un elemento cuyas condiciones de servicio son de un ambiente seco, estos deberán permanecer durante 7 días en una cámara húmeda.

#### 4.10 PRUEBA DE CARGA PARA PILOTES PREFABRICADOS.

Para realizar la prueba de carga para los pilotes prefabricados se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- a) Se hincarán 5 pilotes para realizar la prueba de carga, en la posición que se indica en la fig. IV. 8 , una vez hincados se esperará 30 días con el objeto de permitir que se restituyan las condiciones de trabajo del suelo.
- b) El pilote que se ensaya deberá llevarse a la falla 6 por lo menos -- hasta 1.5 veces la resistencia de diseño.
- c) La carga se aplicará por incrementos del orden del 25% de la carga de diseño.
- d) Las deformaciones se medirán con una precisión de 0,1 mm, observándose inmediatamente antes y después de aplicar nuevos incrementos de carga. Los incrementos se aplicarán después de -- que la velocidad de deformación bajo la carga anterior se haya reducido a menos de 1 mm/20 min. 6 cuando hayan transcurrido por lo menos 2 horas. Durante la descarga la recuperación de la de -- formación se medirá para 50, 25, 10 y 0 por ciento de la carga -- máxima alcanzada.
- e) Para cada ciclo de carga y descarga, la subcarga se aplicará con - un mínimo de cuatro incrementos y de cuatro decrementos de carga iguales, sosteniendo los incrementos o decrementos hasta lo -- grar su estabilización 6 un máximo de 1 hora.
- f) Los tiempos de aplicación de las cargas máximas de cada ciclo se sostendrán por espacio de 72 horas.
- g) El registro y la medición de las deformaciones se realizará median -- te la utilización de un sistema de 4 extensómetros, colocados en -- ejes a 90° con intervalos de 1, 2, 5, 15, 30, 60 min. y de 5, 10, - 24, 48, y 72 horas para los casos de incrementos de carga y carga máxima respectivamente. Se llevará un control de temperatura durante todo el tiempo de la prueba y no quedar expuesto al sol el sistema indicado.
- h) Se realizará la prueba con un gato hidráulico de calibración reciente.
- i) El apoyo de los extensómetros será independiente al del sistema de carga debido a la influencia de los desplazamientos laterales provo

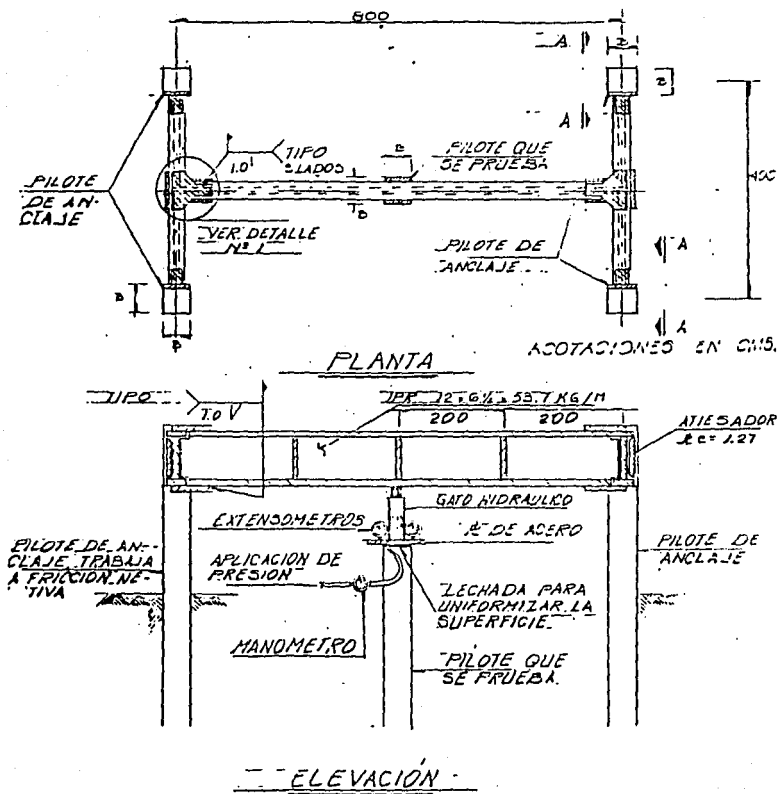


FIG. IV. 8 PRUEBA DE CARGA PARA PILOTES.



cados por los movimientos durante la prueba, debiendo quedar dicho apoyo a 4 m. mínimo del eje del pilote y a 3 m. mínimo de los anclajes.

- j) Los resultados de la prueba deberán reportarse en forma tabular y gráfica.

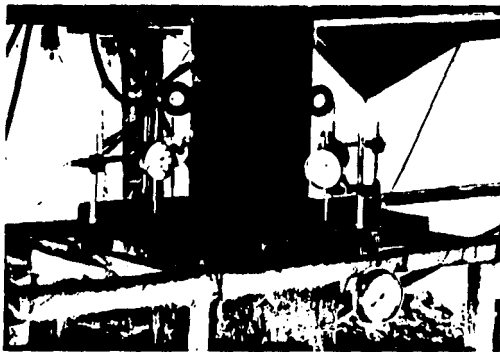


FOTO IV. 8 REALIZACION DE LA PRUEBA  
DE CARGA PARA PILOTES.

#### 4.11 ACERO DE REFUERZO.

La calidad y colocación del acero de refuerzo que se utiliza para la -- construcción de las obras del "METRO", deberá cumplir con todo lo referente a: Almacenamiento, Calidad y Colocación.

Las especificaciones de calidad que se estipulan, están comprendidas - en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, y considera los métodos de ensaye aprobados por la Dirección General de Normas (DGN), la American Society Testing of Materials (ASTM) y la American Weldin Society (AWS).

Con objeto de llevar a cabo un adecuado control de la calidad del acero de refuerzo, será necesario que un laboratorio efectúe las pruebas de control correspondiente.

El propósito de la inspección y del ensaye del acero, es el de verificar que se satisfagan las especificaciones y tolerancias, contempladas en el proyecto estructural. Para esto corresponde a la Supervisión ordenar y hacer - cumplir las medidas preventivas y correctivas que juzgue necesarias asumiendo la siguientes facultades.

- Verificar el almacenamiento y cuidado de acero y exigir que se proporcionen los medios convenientes para la protección de éstos.
- Deberá comprobar que el acero de refuerzo cumpla con los requisitos de calidad especificados para cada tipo de acero, así como que el proceso de fabricación de éste sea de acuerdo con los requisitos especificados por la Dirección General de Normas de la Secretaría de Industria y Comercio.
- Exigir a los fabricantes periódicamente los reportes de los resultados de las pruebas de control de calidad que ellos efectúan durante la fabricación del acero destinado a la obra.
- Aceptar, rechazar o decidir la forma en que se debe disponer del -- acero que no cumpla con las normas de calidad.
- Verificar los trabajos de colocación del acero, cada vez que se juzgue necesario o lo ordene la Dirección de la Obra.
- Inspeccionar todas las colocaciones del acero que se esté ejecutando y aquellas que estén terminadas, dando el visto bueno para continuar con el siguiente proceso de construcción ó rechazar y verificar la - colocación adecuada.

#### 4.11.1 SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO.

La Contratista deberá contar con los planos de armado de las estructuras, para que basada en estos, prepare con anticipación la lista de acero -- que se requiera y un programa de suministros.

Así también, deberá informar oportunamente al laboratorio y por escrito cada vez que reciba un lote de acero de refuerzo lo siguiente: fecha, - procedencia, cantidad, características generales, sitio preciso de almacenaje.

Las varillas y mallas que se almacenen en la obra deberán estar separadas por lote, diámetros y tamaños, de tal forma que sean fácilmente identificables para el muestreo y localización.

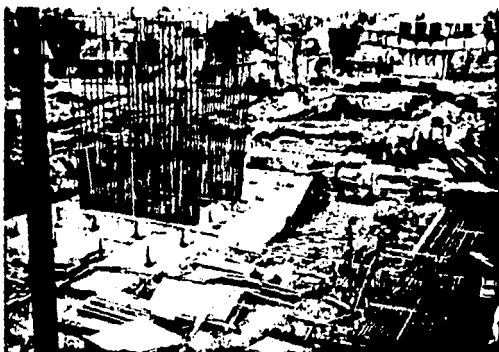


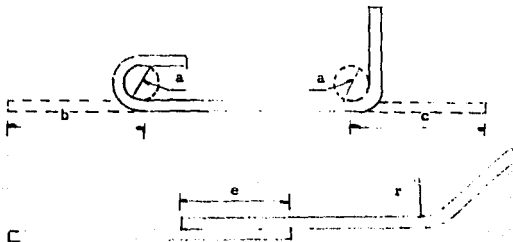
FOTO IV. 9 ALMACENAMIENTO DEL ACERO EN LA OBRA.

## 4.11.2 COLOCACION.

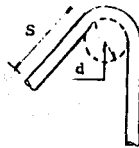
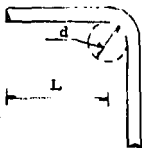
Las varillas de refuerzo deberán ser inspeccionadas en la obra, verificando que se localicen conforme a los planos, midiendo su separación centro a centro, su diámetro, forma, longitud, traslape y cantidad de acero colocado. Las superficies de las varillas deberán estar libres de polvo, cemento, escamas de laminación, tierra, grasa o cualquier material objetable, manteniéndose en estas condiciones hasta que queden ahogadas en el concreto. No se deberá permitir un colado sin que se haya dado el visto bueno respecto a la limpieza y colocación del acero.

Los dobleces se harán enfrijo alrededor de un perno con diámetro no menor que ocho veces el de la varilla. La posición, el traslape, el diámetro y forma de las varillas deberán ser las que se consignan en los planos y ajustarse a las tolerancias que se muestran en la tabla siguiente.

No. de varilla	r	a	b	c	f'c= 150	f'c= 200 e	f'c= 250
2,5	50	50	150	150	200	200	200
3	60	60	180	200	200	200	200
4	80	80	200	250	300	300	250
5	100	100	250	300	500	450	400
6	120	150	350	400	700	650	600
8	160	200	450	500	-	-	-
10	210	300	650	700	-	-	-
12	250	400	850	900	-	-	-



Los ganchos en estribos y anillos deberán tener los siguientes diámetros de doblé y longitudes:



$d$  = Diámetro de doblé medido en el interior de la varilla.

$D$  = Diámetro de la varilla.  $L = 6 D \pm 65 \text{ mm}$ .

$d = 4 D$   $S = 6 D \pm 65 \text{ mm}$ .

Todas las varillas se doblarán en frío, observando que el doblé no produzca fisuramiento, laminación ó desprendimientos superficiales.

Los empalmes serán de dos tipos, traslapados y/o soldados a tope y su uso será el que fijen los planos. Salvo otra indicación, en una misma sección no se debe permitir empalmar más del cincuenta (50) por ciento de las varillas de refuerzo y siguiendo las observaciones siguientes:

- No deberán traslaparse varillas mayores del número ocho (8).
- En elementos sujetos a flexión, las varillas traslapadas sin contacto entre sí, no deben separarse más de veinte (20) por ciento de la longitud de traslape, ni más de 150 mm.
- La longitud de traslape de los paquetes de varillas será la correspondiente al diámetro individual de las varillas del paquete, incrementadas en veinte (20) por ciento para paquetes de tres varillas y treinta y tres (33) por ciento para paquetes de cuatro varillas.
- Las juntas soldadas a tope deberán tener una resistencia de por lo menos ciento veinticinco (125) por ciento de la resistencia de fluencia.

cia de las varillas que se sueldan, para lo cual el laboratorio deberá efectuar las pruebas necesarias a satisfacción de la Supervisión.

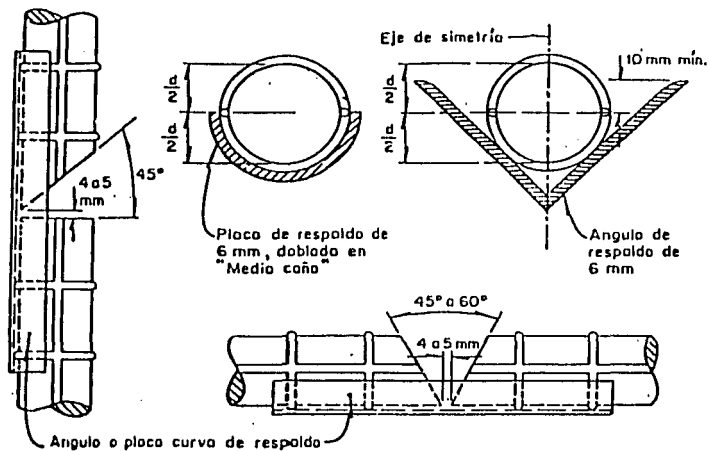
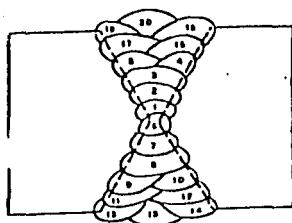
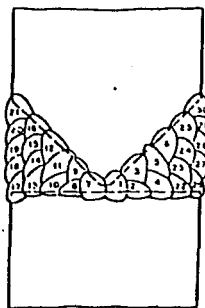


FIG. IV. 9 JUNTAS CON PLACA O ANGULO DE RESPALDO.



a) Varillas en posición horizontal



b) Varillas en posición vertical

FIG. IV. 10 SECUENCIA PARA LA COLOCACION DE LOS CORDONES DE SOLDADURA.

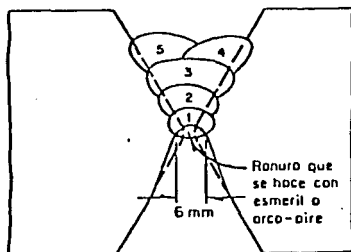
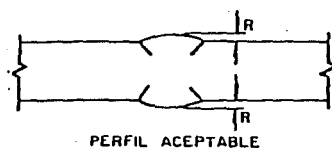


FIG. IV. 11 PREPARACION DE LA RAIZ DE LA JUNTA ANTES DE EMPEZAR A SOLDAR POR EL SEGUNDO LADO,

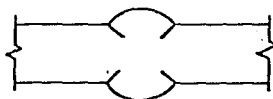


PERFIL ACEPTABLE

El refuerzo R no debe ser mayor de 3 mm



Gorgona insuficiente



Convexidad excesiva



Socavación excesiva



Troslope

FIG. IV. 12 PERFILES INACEPTABLES.



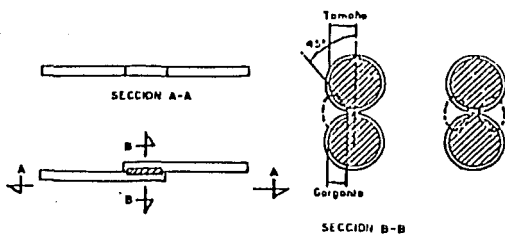


FIG. IV. 13 UNION DE BARRAS TRASLAPADAS.

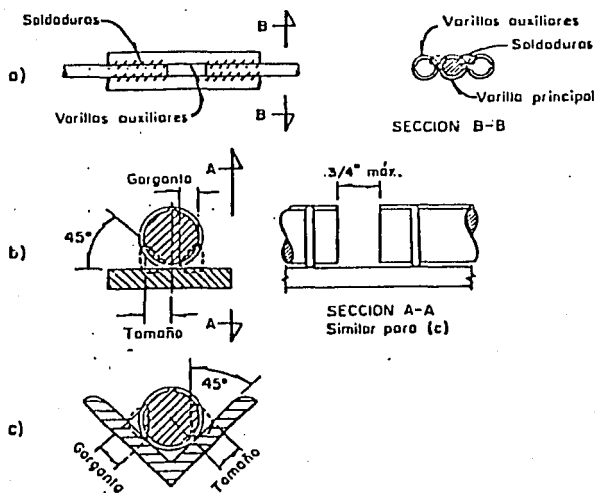
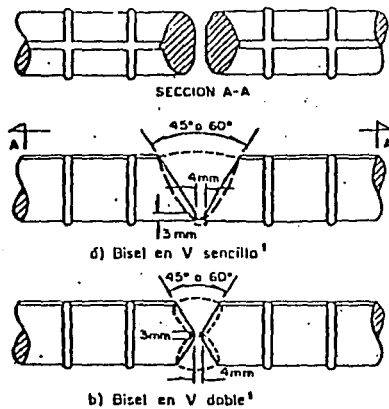
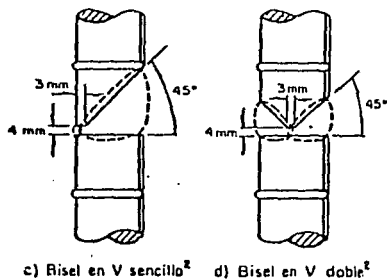


FIG. IV. 14 UNIONES EFECTUADAS CON ELEMENTOS DE RESPALDO.



Preparación empleada normalmente para barras  
en posición horizontal



Preparación empleada normalmente para barras  
en posición vertical

FIG. IV. 15 PREPARACION DE LOS EXTREMOS DE  
LAS BARRAS,

#### 4.12 ACERO DE PRESFUERZO.

Es aquel acero de alto contenido de carbono, en forma de alambres sin recubrimiento, relevado de esfuerzo, el cual después de enfriarse, se somete a un tratamiento térmico continuo para eliminar los esfuerzos internos y obtener ciertas propiedades y características.

El acero de presfuerzo se emplea como alambre solo ó en torones, formados por siete (7) alambres, siendo uno (1) central y los seis (6) restantes envueltos firmemente en forma helicoidal, con un paso uniforme de doce (12) a dieciséis (16) veces el diámetro nominal del torón.

##### Alambres y Torones.

La Contratista debe proporcionar a petición de la Supervisión un certificado y dos copias, de que el acero de presfuerzo cumple las especificaciones del proyecto, además de suministrar una muestra del mismo por cada tonelada, misma que el laboratorio deberá someter a las diferentes pruebas para su aprobación.

Todos los alambres ó torones que vayan a ser tensados simultáneamente, serán tomados del mismo rollo original de fábrica. Cada uno de los cables ó torones deberán identificarse con su respectivo número, así como el rollo de acero usado en cada caso.

El cortado de los cables y torones se efectuará con herramientas mecánicas aprobadas por la Supervisión; el corte con soplete sólo se permitirá en casos extremos y previa autorización.

No se deberá permitir soldar alambres ó torones dentro de los sectores ó longitudes de los mismos que vayan a quedar tensados.

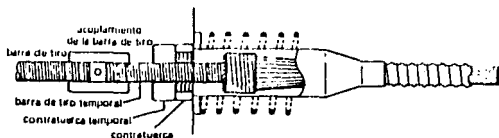


FIG. IV. 16 TENSADO DE TORONES.

#### 4.13 TERRACERIAS Y PAVIMENTOS.

En la construcción de las vialidades que generan las obras del "METRO", se verifica la calidad de los materiales que se utilizan, así como el procedimiento constructivo. Las pruebas principales que se hacen para terracerías, subrasantes, sub-bases y bases son: las de composición granulométrica, valor relativo de soporte, límites de Atterberg y valor cementante.

En las mezclas asfálticas se realizan las siguientes pruebas: la prueba Marshall, contenido de asfalto y composición granulométrica; para los agregados, contenido de arcilla, desgaste y adherencia con el asfalto, en los productos asfálticos, los ensayos de destilación, viscosidad, punto de encendido e inflamación, penetración y ductilidad.

Asimismo, mediante pruebas de campo, se determina el grado de compactación de cada capa, los consumos en los riegos, la temperatura de tendido de la mezcla y en la carpeta terminada la permeabilidad de la misma.

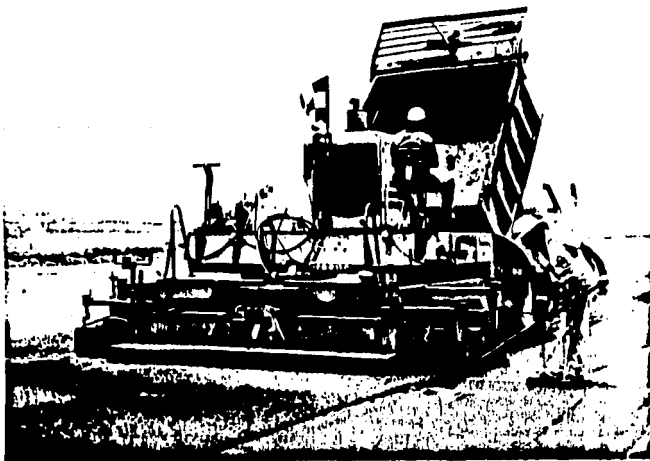


FOTO IV. 10 TENDIDO DE MEZCLA ASFALTICA .

#### 4.14 TUBERIAS DE ACERO Y CONCRETO.

Para el desvfo de las instalaciones municipales de agua potable, se requiere tubería de diferentes diámetros (4" a 48"). Para las tuberías de acero se determinan sus características físicas y se examinan mediante gammagraffas las uniones soldadas de taller y de campo. Cuando la tubería ha cumplido con los requisitos previos, se realiza una prueba hidrostática para su aceptación final.

En las obras de drenaje se utilizan tubos de concreto simple y reforzado, con diámetros de 30 a 244 cm. La verificación de la calidad de esta tubería comprende la geometría, resistencia de concreto, absorción, acero de refuerzo en su caso y resistencia a la ruptura del tubo.

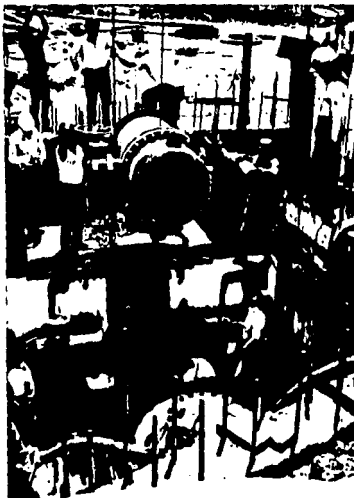


FOTO IV. 11 COLOCACION DE TUBERIA DE ACERO.

#### 4.15 FUNCION DEL LABORATORIO.

La función principal del laboratorio de ensaye de materiales para las obras del METRO, es la de verificar mediante pruebas físicas, químicas, radiográficas y visuales, la calidad de los materiales que se utilizan, para poder evaluar con los resultados obtenidos el cumplimiento de las características específicas que se solicitan en el proyecto. Siendo responsabilidad del mismo entregar resultados confiables, suficientes y oportunos.

Para que esta información sirva de base para tomar decisiones en obra, los reportes que se generan deberán ser entregados con oportunidad, haciendo el propio laboratorio la calificación y recomendaciones en el informe.

Toda la información que genera el laboratorio, como los muestreos de los distintos materiales, resultados, calificaciones de ensayos y las medidas correctivas que se ameritan, son reportados directamente a obra y por escrito a COVITUR, semanal y mensualmente. Los resultados de los materiales principales se concentran en gráficas de control. Así para el concreto común se corren programas estadísticos con los valores de resistencia obtenidos, los cuales son procesados para obtener promedios, desviaciones estándar y coeficiente de variación de ensayo, pudiéndose calificar con esto la calidad de producción de los concretos y del muestreo de las probetas.

Por lo tanto COVITUR se ha preocupado siempre de que los materiales que se utilicen sean los que exigen las normas y que además se mejore la calidad de la obra lo más viable posible. Para esto la Supervisión debe buscar siempre que se requiera el apoyo de dicho organismo, para exigir a la Contratista el cumplimiento de estos aspectos.

El laboratorio trabaja en coordinación con un grupo de representantes por parte de la Gerencia de Control de Calidad, designado para constatar que los procedimientos de verificación seguidos en los materiales utilizados y procedimientos constructivos que afecten la calidad de la obra sean los indicados en las especificaciones y el proyecto.

La Supervisión de campo, apoyado en los resultados del laboratorio, podrá proponer a COVITUR; en caso de que no se cumpla con la calidad, sanciones económicas a la Contratista, a menos que se justifique la reposición de los trabajos, supeditado a que las condiciones de la obra no se vean comprometidas.

Frecuentemente se confunde el término Control de Calidad de materiales a nivel de verificación, que es lo que se hace en las obras del Metro, con el control directo de la producción. Se trata evidentemente de dos funciones íntimamente ligadas, pero que corresponden a etapas diferentes en la investigación de los materiales. En la primera se califica a un producto elaborado,

en cambio en la segunda se tienen medios y facultades para hacer correcciones cuando llegan a hacer falta, incluso ajustes en la materia prima. Es esta última actividad la que tiene más probabilidades de ser preventiva. Sin embargo la verificación ha dado buenos resultados hasta la fecha, pues se han detectado deficiencias en algunos materiales, tomándose las medidas correctivas inmediatas y aplicado las soluciones requeridas.

Las funciones del laboratorio deberán partir desde el muestreo de los materiales en campo o en plantas, los cuales se ajustarán a procedimientos y frecuencias establecidas para dar representatividad adecuada a las fracciones que se tomen y ensayen posteriormente.

Por otra parte el laboratorio debe colaborar con el proyectista en lo concerniente a intercambio de información sobre antecedentes y experiencias de la calidad de los materiales existentes y aplicables a la obra por ejecutarse, y en lo que atañe a las intenciones de lo que el proyectista haya especificado.

En el desempeño de su función es de importancia total que el laboratorio de verificación forme parte mancomunada con la Supervisión de la obra y con COVITUR. Por ello es indispensable que la Contratista cuente con su laboratorio y que se encargue del control directo de la producción de los materiales por utilizar desde las fuentes de abastecimiento, con la finalidad de que estos lleguen a la obra con una revisión previa y se minimice así la necesidad de medidas correctivas a posteriori.

La Contratista debe implementar un plan interno de control de calidad en los bancos de materiales, plantas de producción de concreto y asfaltos, suministros de productos manufacturados. Para los equipos, se requiere que entregue a la Supervisión los datos técnicos del catálogo del fabricante (capacidad, curvas de eficiencia, etc.).

Con el fin de que los resultados sean unívocos, es importante que los laboratorios se unifiquen en cuanto a procedimientos, calibración e interpretación de los resultados. Esta función unificadora deberá ser coordinada por la Dirección de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, la que para dar su aval deberá examinar tanto al equipo utilizado como al personal técnico encargado de realizar, calcular y reportar las pruebas efectuadas.

Es necesario que cada laboratorio lleve un control sistemático, para poder evaluar sus propios procedimientos y calificar a sus técnicos; esto se podrá lograr con base en datos estadísticos obtenidos de los resultados mediante los cuales se podrán detectar errores en los procedimientos, que requerirán corregirse y estos a su vez medir la confiabilidad de los ensayos.

Las especificaciones constituyen una forma de comunicación con la Contratista. Dichas especificaciones deben ser realistas, tomando en cuenta --

las variaciones normales que cabe esperar, por lo que las tolerancias deberán ser razonables. La interpretación de éstas, debe facilitarse en la medida en que estén escritas con un lenguaje claro, preciso, sean completas, consistentes con los planos y aplicables al trabajo indicado.

Es conveniente que la Supervisión vea la factibilidad de cumplimiento de las especificaciones, en función de los materiales y equipos existentes en el mercado así como también de las tolerancias fijadas y las condiciones especiales de la obra.

Uno de los aspectos que causan más conflicto es que las especificaciones sean prescriptivas y simultáneamente se expresen en términos de su -- objetivo final; es decir exigir el cumplimiento de un método y al mismo tiempo, la responsabilidad por los resultados obtenidos con ese método. Esto se lo se justifica para procedimientos constructivos especiales, o cuando la Contratista tiene poca experiencia en alguna actividad específica; en todo caso se debe dejar a la Contratista un margen razonable para realizar su trabajo.

Será conveniente tener un mejor conocimiento de las características -- de calidad de los materiales que se producen y reciben en la Zona Metropolitana, a través del gran cúmulo de información con que cuentan los laboratorios en su conjunto, pero que no se ha aprovechado por la ausencia de una -- acción coordinada de las instituciones a quienes interesarían los datos, como serían la Cámara Nacional de la Industria de la Construcción y los propios -- laboratorios.

Cuando no se llevan adecuadamente los controles preventivos es evidente que se presenten casos de incumplimiento que requerirán verificarse mediante la extracción de núcleos a la estructura afectada.

No ha sido posible el control directo de las plantas premezcladoras que suministran concreto a las obras del Metro, por impedirlo las plantas mismas, haciendo la consideración de que su producto lo venden por resistencia de acuerdo con la Norma oficial de concreto premezclado. Sin embargo en ocasiones se ha muestreado el agregado que utilizan dichas plantas y se ha encontrado que no siempre cumplen con el contenido de finos, ni con la granulometría en arenas y gravas que fijan tales normas. Este hecho es bien conocido por los laboratorios participantes, pues frecuentemente se muestrean bancos con objeto de diseñar proporcionamientos para determinadas resistencias. La heterogeneidad de los agregados del Distrito Federal imposibilita una selección uniforme en los bancos, traduciéndose en una excesiva dispersión de resultados en las resistencias del concreto, obteniéndose desviaciones estándar que varían desde 20 hasta 55 kg/cm<sup>2</sup>, valores que califican la producción según el Instituto Americano del Concreto desde "muy buenas" hasta "pobres".



Esta situación se debe en gran parte a las variaciones citadas en el -- agregado, ya que el cemento y el agua son considerados de buena calidad. -- También se ha detectado que en algunos casos se debe a que no se hacen co-- rrecciones en las mezclas con la periodicidad necesaria. La falta de la cali-- bración del equipo de pesado, y el hecho de que en la obra se realizan prue-- bas de verificación del concreto fresco (revenimientos) teniéndose una prime-- ra revisión del producto, y no se espera a la edad especificada para calificar la resistencia.

Por lo tanto es recomendable que se tomen acciones conjuntas con las - plantas premezcladoras a fin de lograr un mejor control en la selección de - los agregados para la producción y elaboración del concreto permitiendo a - la Supervisión y al propietario conocer desde el principio su confiabilidad.



**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
**PROPIEDADES FISICAS DE GRAVA PARA CONCRETO**



NUMERO DE MUESTRA :		LUGAR DE MUESTREO :		FECHA MUESTREO	19
DESCRIPCION :				FECHA INFORME	19
INFORME N°					
<b>C O N C E P T O</b>		<b>R E S U L T A D O</b>		<b>E S P E C I F I C A C I O N</b>	
1) ANALISIS GRANULOMETRICO		Porcel	Amalgado	Mojado	Secco
RETENIDO MALLA N° 4 (grasa) (%/a)					
PASA MALLA N° 4 (grasa) (%/a)					
RETENIDO MALLA 3" (%/a)					
RETENIDO MALLA 1 1/2" (%/a)					
RETENIDO MALLA 3/4" (%/a)					
RETENIDO MALLA 3/8" (%/a)					
RETENIDO MALLA Nom. 4 (%/a)					
2) DENSIDAD					
3) ABSORCION (%/a)					
4) PASA MALLA 600 (lavado) (%/a)					
5) P. V. SECO SUELTO (kg./m <sup>3</sup> )					
6) P. V. SECO VARILLADO (kg./m <sup>3</sup> )					
7) PERDIDA POR INTENSIFICACION ACERADO (%/a)					
8) PERDIDA POR ABRASION LOS ANGELES (%/a)					
FORMULO :		REVISO :		ENTERADO :	
_____		_____		_____	
DIRAC SA de CV.		DIRAC SA de CV		CONTRATISTA	
				COVITUR	

**ABERTURA EN MM.**

**OBSERVACIONES :**



# LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

## CONTROL DE CONCRETO FRESCO Y VERIFICACION DE OBRA



CONTRATISTA:			LINEA:				DATOS DE PROYECTO					
TRAMO:			FRENTE:				fc =	Mg/Cm <sup>3</sup>	N	REV:	cm	T.M =
FECHA:			COLADO DE:				HOJA N°					
Número Camión	Remisión	Proveedor	H O R A				Rev. Cm.	Vol. m <sup>3</sup>	Número Muestra	LOCALIZACION	VERIFICACION	
			SALIDA	LLEGADA	INICIA	TERMINA						
											Eje	
											Nivelos	
											Altura	
											Perfora	
											Separación entre elementos	
											Junta mecánica	
											Bentita (Laboratorio)	
											Refuerzo estructural	
											Protac. var. poliestireno	
											Recubrimientos	
											Vibradores	
											Cimbra	
											Piso de juntas	
											Limpieza	
											Acabado	
											Alumbrado	
											Lana	
Volumen Calculado			m <sup>3</sup>		Volumen total colocado			m <sup>3</sup>		Personal contratista		Equipo contratado
<b>OBSERVACIONES</b>												
NOMBRE Y FIRMA DEL MUESTRADOR			NOMBRE Y FIRMA DEL SUPERVISOR			ENTERADO POR EL CONTRATISTA			ENTERADO POR COVITUR			
_____			_____			_____			_____			





LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
RESISTENCIA A COMPRESION DEL CONCRETO



CONTRATISTA:			LINEA:			DATOS DE PROYECTO						
TRAMO:			FRENTE:			F.c:		Kg/cm <sup>2</sup>	M. R.R.	REV.:	cm T.M.:	
FECHA COLADO		TD	COLADO DE:					HOJA No.				
MUESTRA No.	LOCALIZACION	REV. cm.	RESISTENCIA A COMPRESION (Kg / cm <sup>2</sup> )				OBSERVACIONES					
			3 DIAS	7 DIAS	14 DIAS	28 DIAS						
REVISO		SUPERVISOR		CONTRATISTA:		COVITUR						
A _____ DIAS _____		RECIBI REPORTE A _____ DIAS _____		_____		_____						
A _____ DIAS _____		RECIBI REPORTE A _____ DIAS _____		_____		_____						





# LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

## DETERMINACION DE MODULO ELASTICO EN CONCRETO



CONTRATISTA:		LINEA:		DATOS DE PROYECTO				
TRAMO:		FRENTE:		$f_c =$	$Kg/cm^2$	$\frac{M}{RR}$	REV:	T.M.:
FECHA DE COLADO _____ de _____ de 19__		EQUIPO EMPLEADO					EDAD:	
MUESTRA Nº	LOCALIZACION	REV cm	CONCEPTO	E S P E C I M E N				
				A	B	PROMEDIO	ESTANDAR	ESPECIFICACION
			MODULO ( $Kg/cm^2$ )					
			RESISTENCIA					
			MODULO ( $Kg/cm^2$ )					
			RESISTENCIA					
			MODULO ( $Kg/cm^2$ )					
			RESISTENCIA					
			MODULO ( $Kg/cm^2$ )					
			RESISTENCIA					
			MODULO ( $Kg/cm^2$ )					
			RESISTENCIA					
			MODULO ( $Kg/cm^2$ )					
			RESISTENCIA					
			MODULO ( $Kg/cm^2$ )					
			RESISTENCIA					
REVISO:		RECIBI REPORTE A _____	SUPERVISOR:	CONTRATISTA:		COVITUR:		
A _____ DIAS _____		RECIBI REPORTE A _____	_____	_____		_____		
A _____ DIAS _____								

















## COMPACTACION EN CAMPO

LINEA \_\_\_\_\_ DEL METRO

FRENTE \_\_\_\_\_  
 CADENAMIENTO \_\_\_\_\_  
 MATERIAL \_\_\_\_\_  
 UBICACION \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_



### DETERMINACIONES DEL PESO VOLUMETRICO HUMEDO

UBICACION DE LA PRUEBA							
PESO MATERIAL EXCAVADO (Kg.)							
PESO INICIAL ARENA OTTAWA (Kg.)							
PESO FINAL ARENA OTTAWA (Kg.)							
PESO ARENA OTTAWA DEPOSITADA (Kg.)							
PESO VOLUMETRICO ARENA OTTAWA (Kg/m <sup>3</sup> )							
VOLUMEN EXCAVADO (C.C.)							
PESO VOLUMETRICO HUMEDO (Kg/m <sup>3</sup> )							

### DETERMINACIONES DE LA HUMEDAD DEL LUGAR

RECIPIENTE Nº							
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (gr.)							
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)							
PESO DE AGUA (gr.)							
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)							
PESO DE SOLIDOS (gr.)							
HUMEDAD (%)							

### RESULTADOS FINALES

PESO VOLUMETRICO SECO (Kg/m <sup>3</sup> )							
PESO VOLUMETRICO SECO MAXIMO (Kg/m <sup>3</sup> )							
% DE COMPACTACION							

OBSERVACIONES :

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

FORMULO

REVISO

ENTERADO

ENTERADO

DIRAC S.A. de C.V.

DIRAC S.A. de C.V.

CONTRATISTA

COVITUR



# LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

## ENSAYE DE MATERIALES PARA TERRACERIA



CONTRATISTA:		LINEA:		FECHA MUESTREO	ID																														
TRAMO:		FRENTE:		FECHA INFORME	ID																														
DESCRIPCION:		INFORME N°																																	
COMPOSICION GRANULOMETRICA				CLASIFICACION																															
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>MALLA</th> <th>% PASA</th> </tr> <tr><td>2"</td><td></td></tr> <tr><td>1 1/2"</td><td></td></tr> <tr><td>1"</td><td></td></tr> <tr><td>3/4"</td><td></td></tr> <tr><td>3/8"</td><td></td></tr> <tr><td>N° 4</td><td></td></tr> <tr><td>N° 10</td><td></td></tr> <tr><td>N° 20</td><td></td></tr> <tr><td>N° 40</td><td></td></tr> <tr><td>N° 60</td><td></td></tr> <tr><td>N° 100</td><td></td></tr> <tr><td>N° 200</td><td></td></tr> <tr><td>CHAROLA</td><td></td></tr> <tr><td>SUMA</td><td></td></tr> </table>	MALLA	% PASA	2"		1 1/2"		1"		3/4"		3/8"		N° 4		N° 10		N° 20		N° 40		N° 60		N° 100		N° 200		CHAROLA		SUMA		ABERTURAS CUADRADAS, DIMENSIONES EN DILIMETROS 			LIMITE LIQUIDO LIMITE PLASTICO INDICE PLASTICO CONTRACCION LINEAL EXPANSION	
	MALLA	% PASA																																	
	2"																																		
	1 1/2"																																		
	1"																																		
	3/4"																																		
	3/8"																																		
	N° 4																																		
	N° 10																																		
	N° 20																																		
N° 40																																			
N° 60																																			
N° 100																																			
N° 200																																			
CHAROLA																																			
SUMA																																			
				METODO COMPACT																															
				MODIFICADA																															
		COMPACT. %	P. VOL. $R_0/m^3$	HUMEDAD %	V.R.S.																														
		100																																	
OBSERVACIONES																																			
FORMULO:		REVISO:		ENTERADO:																															
DIRAC S.A. de C.V.		DIRAC S.A. de C.V.		CONTRATISTA																															
				COVITUR																															



# LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD

## ENSAJE DE MATERIALES PARA SUB-BASE Y BASE



CONTRATISTA:		LINEA:		FECHA MUESTRO	ID	
TRAMO:		FUENTE:		FECHA INFORME	ID	
DESCRIPCION:		INFORME Nº				
COMPOSICION GRANULOMETRICA				V. R. S (ESTANDAR)	%	
MALLA	% PASA	<p>ABERTURAS CUADRADAS, DIMENSIONES EN MILIMETROS</p> <p style="text-align: center;">SERIACION DE LOS TAJERES</p>			EXPANSION	%
2"					VALOR CEMENTANTE	Kg/cm <sup>3</sup>
1 1/2"					EQUIVALENTE ARENA	%
1"					P.V. SUELTO	Kg/m <sup>3</sup>
3/4"					P.V. MAXIMO	Kg/m <sup>3</sup>
3/8"					HUMEDAD	%
Nº 4					DENSIDAD	MAT. > 3/8"
Nº 10						MAT. < N <sub>o</sub> 4
Nº 20					ABSORCION	MAT. > 3/8"
Nº 40						MAT. < N <sub>o</sub> 4
Nº 60					PROPIEDADES INDICE	L. L.
Nº 100						L. P.
Nº 200						I.P.
CHAROLA						C. L.
SUMA					TIPO DE SUELO (SUCS)	

OBSERVACIONES

FORMULO:	REVISO:	ENTERADO:	ENTERADO:
DIRAC S.A. de C.V.	DIRAC S.A. de C.V.	CONTRATISTA	COVITUR



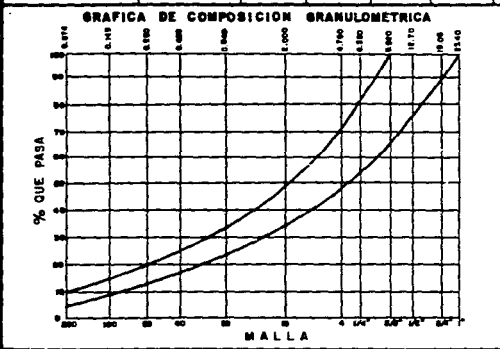


**LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD**  
**REPORTE DE ENSAYES EN MEZCLAS ASFALTICAS**



MATERIAL \_\_\_\_\_ LINEA \_\_\_\_\_ N° DE INFORME \_\_\_\_\_  
 PROCEDENCIA \_\_\_\_\_ FECHA DE MUESTREO \_\_\_\_\_  
 FECHA DE INFORME \_\_\_\_\_

ENSAYE N°	MAILLA N°	1"	3/4"	1/2"	3/8"	1/4"	4	10	20	40	60	100	200
	<b>% QUE PASA</b> PASA												



**PRUEBAS EN MEZCLA ASFALTICA**

ENSAYE N°		Valores Especificados.
ESTABILIDAD (Kg)		
FLUJO (mm)		
VACIOS (%)		
CONTENIDO DE ASF. EN MEZCLA (%)		
PESO VOL. MAX. COMPACTO (Kg/m³)		
V. A. M. (%)		
AFINIDAD CON EL ASFALTO (%)		

**CARACTERISTICAS DEL ASFALTO**

Tipo	Penetración (0.1mm)	Ductilidad (cm)	Solubilidad (%)	Temp. Aplicada °C

Densidad	Absorción %	Desgaste %	C. Líneal %	E. Arena %	Polvo y/o en forma de laja %

Observaciones:

FORMULO	REVISO	ENTERADO	ENTERADO
_____ DIRAC S.A. de C.V.	_____ DIRAC S.A. de C.V.	_____ CONTRATISTA	_____ COVITUR



LABORATORIO DE CONTROL DE CALIDAD  
VERIFICACION DE CALIDAD EN TUBERIA



LINEA: \_\_\_\_\_ DEL METRO

UBICACION \_\_\_\_\_ MARCA \_\_\_\_\_ TIPO \_\_\_\_\_ GRADO \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

MUESTRA No.						OBSERVACIONES
DIMENSIONES						
DIAM. INT. NOMINAL CM.						
DIAM. INT. EFECTIVO CM.						
LONGITUD COLOCADO CM.						
DIAMETRO INTERIOR CAMPANA: EN LA BOCA. CM.						
EN EL FONDO CM.						
FONDO DE CAMPANA CM.						
CONICIDAD DE CAMPANA						
ESPESOR PARED (TUBO) CM.						
ESPESOR DE CAMPANA (BOCA) CM.						
REFUERZO DE ACERO						
LONGITUDINAL INTERIOR, CM <sup>2</sup> /ML.						
LONGITUDINAL EXTERIOR, CM <sup>2</sup> /ML.						
TRANSVERSAL INTERIOR, CM <sup>2</sup> /ML						
TRANSVERSAL EXTERIOR, CM <sup>2</sup> /ML.						
RESISTENCIA						
METODO EMPLEADO						
GRIETA DE 0.3 m.m. KG/ML						
RUPTURA, KG/ML						
BORCION % <sub>0</sub>						
PRUEBA HIDROSTATICA						
PERMEABILIDAD, CM <sup>3</sup> /CM <sup>2</sup> /HR.						
SOLUBILIDAD EN ACIDO % <sub>0</sub>						

OBSERVACIONES:

FORMULO:

REVISO:

ENTERADO:

ENTERADO:

DIRAC, S.A. de C.V.

DIRAC, S.A. de C.V.

CONTRATISTA.

COVITUR.

**C A P I T U L O V**

**CONTROL DE PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS**

## CAPITULO V

## CONTROL DE PROGRAMAS Y PRESUPUESTOS

## 5.1 CONTROL DE PROGRAMAS.

En el ramo de la construcción, se entiende por programar el establecer con anticipación como se ejecutará una obra. Para ello se requiere formular un plan de acción práctico para realizar la obra, así como señalar los elementos necesarios y el tiempo que se tardará en lograrlo.

Toda programación se debe expresar en documentos llamados programas, que son formulados con un objetivo definido. En estos programas se expresa en cuanto o durante cuanto tiempo se hará u ocupará tal actividad.

Este proceso de control cubre tres etapas:

- a) Establecer lo que se piensa hacer.
- b) Registrar como se está desarrollando.
- c) Establecer medidas correctivas en función de la comparación de las dos primeras etapas.

El tiempo es siempre una de las dos variables que se expresan en las gráficas de control, usualmente conocidas como programas.

Planear en que tiempo habrá de concluir la obra es de hecho programarla y al mismo tiempo establecer los elementos para el control del programa.

Durante la ejecución de la obra, el seguimiento del programa es una de las actividades que requiere una atención constante. Es en sí una agenda de actividades a cumplir, prácticamente a diario, incluyendo suministros oportunos de materiales, llegadas y salidas de equipo, de personal y un aspecto fundamental para el logro exitoso de la obra, desde el punto de vista económico, que los tiempos se cumplan sin reducciones al rendimiento previamente adoptado en los precios unitarios.

Para quien controla el proceso, el programa es el documento que le permite observar si ocurren desviaciones. Del juicio que resulte se tomarán decisiones importantes que retroalimenten al proceso y que pueden modificar algunos parámetros usados para planear, y quizá llegar hasta la necesidad de adaptar el procedimiento de construcción, en algunos casos las reducciones en duración para recuperar atrasos, pretendiendo conservar la fecha de terminación nos llevan a tales rendimientos requeridos, pudiendo modificar el costo de la obra.

La primera fase de la planeación de un proyecto consiste en enunciar las actividades que lo constituyen. Con objeto de facilitar el enunciado de las actividades de un proceso y evitar la posible omisión de alguna de ellas, es recomendable proceder en la siguiente forma: Dividir el proyecto en un conjunto de actividades principales o de primer orden, subdividir en seguida estas actividades en actividades de segundo orden y continuar así sucesivamente. Procediendo de ésta manera, es evidente que la planeación de cada una de las actividades de primer orden, por ejemplo, deberá hacerse considerando a esa actividad como un proyecto compuesto por las actividades de segundo orden.

Las actividades de orden más elevado son las componentes básicas o elementales del proyecto. Por otro lado, a medida que el orden de una actividad decrece, aumenta la complejidad de su ejecución y por lo tanto aumenta la responsabilidad del organismo encargado de ella.

Los programas y presupuestos deben estar bien conocidos por la Super visión, para que ésta pueda tomar las decisiones y hacer los cambios necesarios de acuerdo a la cantidad de dinero que se disponga, elaborando el presupuesto para cada una de las diversas actividades que integran la obra.

Existen métodos prácticos que ayudan a la elaboración de la planeación preliminar y detallada de un proyecto, como es el caso del método de la RUTA CRÍTICA, conocido también como CPM ( Critical Path Method ). Este método consiste en delinear un diagrama o red de flechas, las cuales representan las actividades necesarias para llevar a cabo la obra.

La Ruta Crítica es un modelo matemático lógico del proyecto, basado en el tiempo óptimo para realizar cada elemento o actividad de trabajo para obtener el uso más económico de los recursos disponibles como son mano de obra, materiales, equipo y financiamiento para que funcione convenientemente. Este modelo debe ajustarse a la solución de los problemas del proyecto y durante la ejecución permitir una revisión sistemática de las situaciones que en cada momento vayan surgiendo al llevar a cabo la construcción, ya sea corrigiendo, acelerando o recortando períodos. Con el empleo del CPM se puede planear lógicamente el proyecto, desde el principio hasta el final.

### 5.1.1 DIAGRAMA DE BARRAS O DE GANTT.

Este diagrama consiste en un gráfico en el que se representa cada actividad como una barra, cuya longitud es proporcional al tiempo de su duración.

Para su elaboración es conveniente seguir la siguiente metodología.

- a) Se determinan las actividades en que se desea descomponer el proceso. Se define la duración de cada actividad.
- b) Se eligen las restricciones a observar.
- c) Se ordenan las actividades y se produce el dibujo.

#### VENTAJAS:

- Se produce una representación muy útil y de lectura rápida, que facilita el seguimiento del proceso.
- Permite la representación de avances, mediante el uso de una doble barra para registrar gráficamente los obtenidos, facilitando la interpretación del estado de la obra al día de la revisión.

#### DESVENTAJAS:

- No se facilita el uso de un gran número de actividades dificultando se la representación de actividades de segundo orden.
- Se dificulta la interpretación de las restricciones (espacio, recursos disponibles, procedimiento de construcción, etc.).
- La dependencia de una actividad con relación a otras, no es fácil representarla.
- No se detectan aquellas actividades de las cuales depende la duración del proyecto.

Las barras representan a escala la duración de cada actividad, pero también pueden representar a cada uno de los recursos. Pueden expresarse en términos de dinero, de obreros (en cada una de sus especialidades), de diversos tipos de máquinas, etc.

Si en cada espacio de tiempo anotamos el recurso que queremos analizar, podrán totalizarse sumando todo lo que requiere cada actividad que se ejecute en forma simultánea en el mismo periodo de tiempo y si su distribución a lo largo de la ejecución no es satisfactoria se harán los corrimientos o alargamientos de las actividades que lo permitan (de acuerdo con las res-

glas para uso de las holguras ) hasta obtener la mejor distribución, evitando picos en las necesidades o logrando hacer el mismo trabajo con un menor número de máquinas mejor utilizadas, evitando así entradas de ellas a la obra por periodos cortos de tiempo.

No siempre se logran evitar algunas variaciones en la distribución de los recursos, quedando esta posibilidad limitada por la estructuración de las holguras.

La duración de cada actividad se considera tomando en cuenta un avance uniforme a lo largo de su ejecución.

En la realidad esto no ocurre así, por lo tanto, es conveniente reconocer que hay fluctuaciones, pero que al final el promedio es como se programó.

### 5.1.2 . METODO DE LA RUTA CRITICA .

#### Características del Método.

- a) Suministra una base disciplinada para la planeación de un proyecto.
- b) Proporciona una idea clara del alcance del proyecto.
- c) Es un vehículo importante para la evaluación de estrategias y objetivos.
- d) Elimina con gran medida la posibilidad de omitir un trabajo que pertenezca al proyecto.
- e) Muestra las interrelaciones entre los trabajos.
- f) Señala las responsabilidades de los diferentes grupos o departamentos involucrados.
- g) Hace posible la "dirección por excepción" llamando la atención del ejecutivo a aquellas actividades que están o estarán en dificultades.
- h) Forma un record útil y completo del desarrollo de las obras y proyectos.

Al aplicar el método de la Ruta Crítica, primeramente se realiza un ordenamiento de las actividades que intervienen como a continuación se indica, cabe hacer notar que no se anota el nombre correspondiente a la actividad, pero sí que una es consecuencia de otra, es decir se encuentran ordenadas cronológicamente.

ACTIVIDAD	DEPENDENCIA	DURACION
A	No depende	5 días
B	No depende	10 días
C	depende de A	4 días
D	depende de B	2 días
E	depende de B	7 días
F	depende de C	10 días
G	depende de D	8 días
H	depende de E	6 días
I	depende de F, G, H	10 días
J	depende de H	9 días

Posteriormente, en base a las actividades consideradas para la realización del trabajo, se toman en base aquellas que dependen de otra que les precede, marcando el tiempo que ha de dedicarse entre una y la realización de la segunda en un diagrama de flechas como el siguiente. fig. V, 1.

A continuación debe realizarse una tabla de holguras en que se indique la duración de cada actividad, considerada en días generalmente FIG. V. 2. Igualmente se anota la iniciación próxima dependiendo de la terminación remota del evento anterior cuando éste existe. La holgura libre se obtiene directamente del diagrama de flechas, mientras los parámetros de iniciación remota, terminación próxima y holgura total se obtienen con las fórmulas indicadas al pie del diagrama de flechas.

La holgura total es el tiempo que puede desplazarse una actividad sin que se modifique la duración del proyecto.

La holgura libre es el tiempo que puede desplazarse una actividad sin modificar la fecha de iniciación más próxima de las actividades que en cadena le siguen.



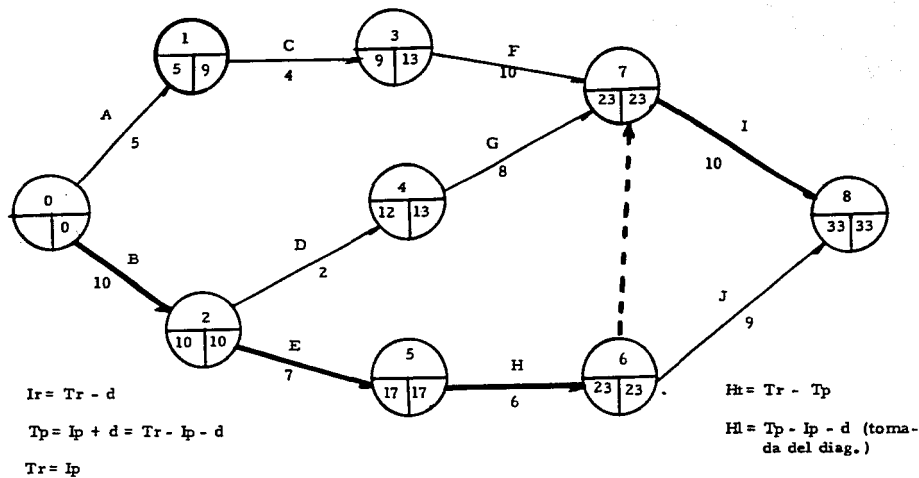


FIG. V. 1 DIAGRAMA DE FLECHAS.

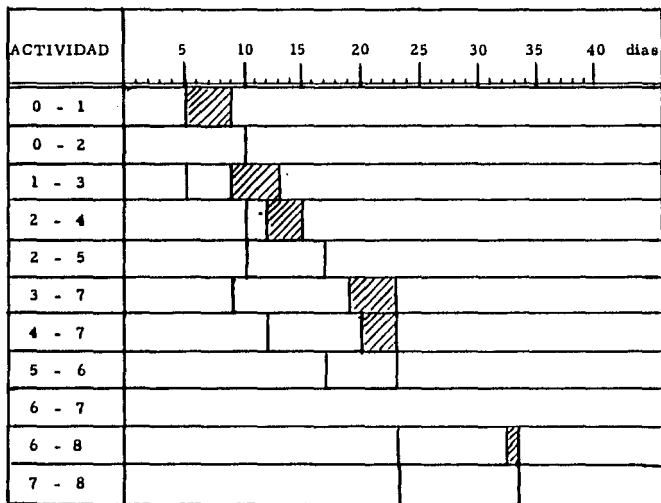
Las actividades críticas no deben tener ninguna de las holguras con valor numérico.

ACTIVIDAD	DURAC	INICIACION		TERMINACION		HOLGURAS	
		I <sub>p</sub>	I <sub>r</sub>	T <sub>p</sub>	T <sub>r</sub>	H <sub>t</sub>	H <sub>l</sub>
0 - 1	5	0	4	5	9	4	0
0 - 2 *	10	0	0	10	10	0	0
1 - 3	4	5	9	9	13	4	0
2 - 4	2	10	13	12	15	3	0
2 - 5 *	7	10	10	17	17	0	0
3 - 7	10	9	13	19	23	4	4
4 - 7	8	12	15	20	23	3	3
5 - 6 *	6	17	17	23	23	0	0
6 - 7 *	0	23	23	23	23	0	0
6 - 8	9	23	24	32	33	1	1
7 - 8 *	10	23	23	33	33	0	0

\* Actividad crítica.

FIG. V. 2 TABLA DE HOLGURAS,

Finalmente, en base a la tabla de holguras obtenida se genera el -- Diagrama de Gantt, o de barras, en que se indica en días los eventos de cada actividad que se pueden realizar al mismo tiempo, así como el tiempo programado para cada uno de ellos, y cuando existen, las holguras permitidas en cada uno de ellos. Ver fig. V. 3.



Nota: Las zonas aciuradas son las holguras.

FIG. V. 3 DIAGRAMA DE GANTT O DE BARRAS.

## 5.2 PROGRAMACION DE LAS OBRAS.

Para poner en práctica el programa integral de las obras, se procede a hacer una asignación preliminar de recursos, elaborando el programa general de la Línea, indicando los volúmenes de obra por ejecutar de los rumbos más significativos y sus importes respectivos, consignando el tiempo necesario para realizarlo en un diagrama de barras.

Se procede a analizar dicho programa, viendo su compatibilidad con los programas de ejecución del proyecto, adquisición de terrenos, liberación de las obras inducidas mayores y, con especial énfasis el programa de ejecución de la obra electromecánica, incluyendo el periodo necesario para las pruebas de los trenes.

Finalmente, sopesando los factores de tiempo y recursos, se establece de común acuerdo con la Contratista, un programa rector para la puesta en servicio.

A partir de dicho programa, la Contratista tiene la responsabilidad de presentar un programa detallado para efecto de planeación y control de la construcción, así como también los subprogramas necesarios para obras inducidas, tramos, estaciones, validades, etc. Para esto se acude a alguna de las herramientas conocidas de programación, tal como las técnicas de red, utilizando básicamente la de Ruta Crítica, ya que tiene la ventaja de poder definir claramente la interdependencia de actividades e identificar las holguras disponibles. Además se presta para algún procesamiento electrónico, permitiendo analizar rápidamente diferentes alternativas; los resultados se consignan en programas de barras para controlar el avance de obra.

En la programación de estas obras concurren diversos factores tales como: capacidad del mercado para la obtención de diferentes materiales, disponibilidad efectiva de proveedores, personal especializado, así como trabajos ejecutados por otras dependencias.

Por lo expuesto anteriormente, se debe implementar un sistema sumamente ágil; lo cual se logra mediante una revisión periódica, semanal en condiciones normales, del estado de avance, mediante reuniones de carácter ejecutivo con todas las partes que intervienen, en el proceso constructivo, en la que, de acuerdo a cada nivel de dirección, se tomen las decisiones pertinentes, manteniendo fija la fecha de puesta en servicio.

Con base en la retroalimentación que se obtiene de cada revisión, se deben analizar los insumos necesarios para el cumplimiento de los programas, procediendo a reprogramarlos en su caso, sin demérito de respetar el objetivo final.

Cabe mencionar que cuando se aproxime la fecha de entrega de frentes de trabajo a la Contratista de obra electromecánica, se cambie el proce

dimiento de control, analizando la cuantía de los conceptos faltantes por ejecutar. Para ello, es necesario utilizar un diagrama de velocidad de construcción mostrando en unos ejes coordenados las cantidades de obra para cada concepto, contra el tiempo en días.

La Supervisión debe exigir a la Contratista la presentación de los programas de construcción de los diferentes frentes de trabajo, así como del programa general por líneas, determinado a partir de los anteriores.

Asimismo, le corresponde revisarlos en cuanto a que tengan completa la secuencia lógica de construcción, las actividades más representativas y las fechas clave para que se permita entrar a la obra a contratistas de otras especialidades.

Para emitir su opinión, la Supervisión debe exigir a la Contratista la presentación de información adicional tal como; análisis de precedencias, ruta crítica, insumos, equipos, rendimientos, etc., así como también indicarle en que casos se requiere establecer programas de mayor detalle.

Los programas de obra proporcionados por la Contratista deberán contener los volúmenes de obra por ejecutar, para las actividades más relevantes, de manera que se pueda llevar el control de la producción.

Diariamente la Supervisión deberá hacer un informe, de los volúmenes ejecutados, y un resumen semanal de la producción comparándola con la programada. En paralelo se deberán calcular los volúmenes acumulados a la fecha, y compararlos con lo que solicita el programa en el mismo periodo, determinando la desviación porcentual, en valor y signo. El informe deberá contener las observaciones pertinentes para explicar los retrasos, indicar las consecuencias en otras actividades, así como también las medidas correctivas que se emplearán.

#### 5.2.1 REVISION DEL PROGRAMA DE INVERSIONES.

En paralelo con el programa de obra, la Contratista deberá presentar un programa de inversiones, que se genera a partir de los presupuestos calculados y actualizados mensualmente, en los diferentes rubros en que se clasifica (obra y precios unitarios definitivos, obra definitiva y precios provisionales, y obra supuesta); permitiendo conocer y programar el flujo de los recursos económicos.

Mensualmente la Supervisión debe presentar un análisis por frente de trabajo comparando las erogaciones programadas con las reales e indicando las razones de las desviaciones, cuando éstas existan.

También corresponde a la Supervisión, conciliar con la Contratista el importe de las estimaciones provisionales mensuales que ésta solicite. A

partir de la información que haya recabado de la obra ejecutada en los veinte primeros días del mes, mediante extrapolación y comparación con la producción de meses anteriores, se podrá calcular su monto aproximado.

La Supervisión debe elaborar junto con la Contratista, el programa de construcción de la obra, dentro de un plazo no mayor de diez días después de habersele asignado para supervisarla. Dentro de un plazo señalado, se debe presentar a COVITUR el programa mencionado para su revisión y aprobación en su caso. Si de ésta revisión resultan modificaciones, se darán a conocer a la Contratista.

El programa de construcción debe comprender tanto las actividades y etapas de la construcción en sí misma, como los subprogramas de maquinaria y equipos de construcción, de suministro de materiales, de recursos humanos y las valorizaciones de obra a ejecutar.

Junto con COVITUR y la Contratista, la Supervisión deberá coordinar el control del programa de construcción de la obra y los subprogramas, con el fin de evitar posibles interferencias o incompatibilidades en la ejecución de la obra.

#### 5.2.2 PROGRAMA DE CONSTRUCCION.

El programa de construcción debe contener por lo menos lo siguiente:

- a) Relación de actividades desglosadas.
- b) Secuencia de actividades.
- c) Fechas de iniciación y terminación de cada actividad, incluyendo las holguras necesarias.
- d) Fechas claves de las actividades críticas.
- e) Porcentaje que representa cada actividad, respecto del total.
- f) Cantidades de trabajo.
- g) Cantidades de recursos.
- h) Suministros necesarios.

Es responsabilidad de la Supervisión verificar la secuencia y duración de cada actividad para determinar el plazo de ejecución de cada etapa y lograr que la duración total del programa se ajuste al plazo fijado por COVITUR en el contrato de la obra.

### 5.2.3 SUBPROGRAMAS,

El subprograma de maquinaria y equipo de construcción debe contener por lo menos las necesidades mensuales de ellos, en forma cualitativa y -- cuantitativa, debiendo ser congruente con el programa de construcción.

El subprograma de suministro de materiales por parte de la Contratista debe ser congruente con las cantidades de trabajo por ejecutar según el programa de construcción, incluyendo también los equipos a instalarse en la obra y contener lo siguiente:

- a) Requerimientos globales de materiales y equipos a instalarse por mes.
- b) Fuente de suministro de cada material y equipo.
- c) Fecha en que debe ser solicitado el suministro.
- d) Fecha en que deben ser entregados en la obra.

Finalmente el subprograma de recursos humanos debe contener por lo menos, las necesidades semanales de personal para la obra por especificidad y categoría, de acuerdo con el programa de construcción.

Previamente a la iniciación de cada actividad la Supervisión debe verificar que los recursos de la Contratista estén acordes con los requerimientos de cada uno de los conceptos de trabajo por realizar, y en caso de que estos recursos sean insuficientes deberá coordinar con la Contratista la asignación de los disponibles para las actividades que sean críticas en la obra, así como también los recursos adicionales necesarios.

Se debe actualizar cada semana el programa de construcción y revisar con la Contratista cuales son las actividades por ejecutar en cada periodo, con objeto de garantizar el cumplimiento de dicho programa. Para esto es necesario comprobar constantemente el cumplimiento de los programas e informar a la jefatura las causas de las desviaciones y puntos críticos si existen, proponiendo soluciones correctivas para asegurar el cumplimiento de ellos.

La Supervisión debe informar oportunamente a la Contratista sobre el atraso que se registre en programas y que sea imputable a ella, con la finalidad de corregir las desviaciones.

Cuando COVITUR requiere modificar el plazo de ejecución de la obra, se comunica por conducto de la residencia y por escrito a la Supervisión, para que ésta junto con la Contratista, estudien y propongan los procedimientos que hagan factible la modificación y poder reprogramar la obra en todos sus aspectos.

Se debe elaborar un informe de producción diaria referido a la programación básica de la obra, así como también un informe semanal del estado de los programas a la Residencia, además un informe gráfico semanal a nivel Jefatura de Residentes que abarque el avance de la obra y la situación de los programas.



### 5.3 CONTROL DEL PRESUPUESTO.

Antes de llevar a cabo la ejecución del proyecto, se debe conocer el costo que importará, mediante la elaboración de un presupuesto.

La forma más completa de analizar un costo es desglosando concepto por concepto, y encontrar el costo unitario de cada uno de ellos, de tal forma que integrando éstos costos con sus volúmenes en uno solo, se obtiene el costo global o total de la obra.

Se puede mencionar que existen tres formas de presupuestar una obra:

- a) **POR PRECIO UNITARIO.** Se divide la obra en diferentes conceptos y se obtiene el costo de cada uno de ellos al multiplicar el volumen de obra que lo integra por el precio unitario correspondiente. Esto se hace extensivo a todos los conceptos que integran la obra.
- b) **POR PRECIO GLOBAL.** Este presupuesto es el más simple de expresar, solo se dice un precio; el total. Es lógico suponer que antes de dar un presupuesto en esta forma se hace un análisis; el análisis indicado bien puede ser por precios unitarios. El problema es que con este sistema existe siempre la duda adicional de los volúmenes de obra a ejecutar, ya que se tienen que suponer -- para obtener el precio total de cada concepto, que integrado al -- precio total de los demás conceptos nos da el precio total o global de la obra ( suele conocerse como precio alzado ).
- c) **POR ADMINISTRACION.** Propiamente no es una forma de presupuestar una obra, ya que el costo de la obra se va conociendo conforme se va ejecutando la misma, aquí también es lógico suponer que el costo aproximado de la obra se conoce de alguna forma antes de ejecutarse, esto con un margen de error mayor, en virtud de que este presupuesto inicial servirá solo como control interno de la obra, o para dar una idea del costo total de la obra al dueño de la misma.

Es pertinente hacer notar que, a éstas alturas del presupuesto o del costo de la ejecución, se habla de precios de conceptos y no de costos de conceptos, la diferencia estriba en que un costo es una erogación aplicable a un concepto, sin importar que dicha erogación se efectúa antes o después de ejecutar ese mismo concepto, y el precio es el costo más un porcentaje del mismo como pago a los servicios de quien ejecuta la obra.

El costo de un concepto a la vez, se subdivide en otros costos en función de la naturaleza de donde proceden y son los siguientes:

- COSTOS DIRECTOS.
- COSTOS INDIRECTOS.
- UTILIDADES.

**COSTO DIRECTO.** Es aquel que se puede aplicar sin duda alguna directamente a la obra. Es el más importante de todos, pues es común que en su función se expresen los demás costos que integran el precio de un concepto. El costo directo se subdivide en tres componentes:

- Costo por materiales.
- Costo por mano de obra.
- Costo por maquinaria y equipo.

**COSTOS INDIRECTOS.** Son aquellos que a corto plazo son independientes de la producción de obra o construcción de obra, ya que en ellos se incluyen todos los gastos que son necesarios para el buen funcionamiento de la obra, se le suele llamar costo a producción cero; es decir, si una compañía en un determinado momento dejara de producir obra, no sería motivo suficiente para que sus gastos indirectos fueran cero también, ya que tendría que seguir pagando; gastos generales de oficina, personal técnico y administrativo entre otros. En un presupuesto los gastos indirectos se dividen comúnmente en:

- Honorarios, salarios, iguales y prestaciones.
- Depreciaciones, rentas y provisiones.
- Costos de servicios.
- Gastos de oficina, promoción y relaciones.
- Financiamientos, impuestos, fianzas y seguros.
- Trabajos previos y auxiliares.

**UTILIDADES.** Son consideradas como el pago de servicios de quien ejecuta obra dentro de los costos generales. Haciendo estas consideraciones, se tiene entonces que el precio de un concepto es igual a la suma de todos los costos anteriores, es decir:

$$\text{PRECIO} = \text{COSTO DIRECTO} + \text{COSTOS INDIRECTOS} + \text{UTILIDAD}$$

El presupuesto es generado por los conceptos antes mencionados, siendo el más importante de cada concepto la multiplicación del volumen que tiene asociado, por su correspondiente precio unitario, obteniendo así de la suma de todos estos conceptos el importe total del presupuesto.

El presupuesto de la obra es importante tanto para la Contratista como para COVITUR, a la primera para cumplir con uno de sus objetivos más importantes; la no descapitalización económica de la misma. En cambio para COVITUR es importante conocer el presupuesto del proyecto para prever la erogación total que tendrá que efectuar y no correr el riesgo de dejarlo inconcluso por falta de dinero, o bien empequeñecerlo inútilmente al pensar -- que no serán suficientes los recursos con que cuenta.

La Supervisión debe establecer con COVITUR los procedimientos de control para la aplicación del presupuesto, los cuales coordinará con la Contratista con el fin de vigilar su cumplimiento. Estos procedimientos de control deben contemplar cantidades de trabajo, estimaciones, avances, erogaciones, así como también trabajos extraordinarios, en su caso, los cuales servirán para preparar los índices de costos e informar a COVITUR.

El presupuesto de partida deberá ser elaborado por la Supervisión en conjunto con la Contratista, a partir del proyecto disponible (volúmenes), precios unitarios, etc., integrando su memoria de cálculo. Estos datos se anotan en la forma P-I y se entregan en un informe según formato P-II. La memoria de cálculo y la forma P-I quedan en poder de la Supervisión, en cambio la forma P-II se remite a COVITUR en el periodo que se indique.

### 5.3.1 REQUISITOS PARA LA ELABORACION DEL PRESUPUESTO.

La Contratista debe entregar el presupuesto de partida para que la Supervisión lo revise y lo integre, enviándolo de inmediato a COVITUR. El presupuesto se deberá actualizar cada mes a partir de:

- Proyecto actualizado. ( Planos y especificaciones ).
- Bitácora ejecutiva de obra.
- Tabulador de precios unitarios vigente.
- Indicaciones que se reciban de COVITUR.

La Supervisión debe estar permanentemente atenta para captar e ir recopilando todos los motivos que signifiquen modificación al presupuesto para integrarlo en la actualización siguiente. Se mencionan como las más comunes:

- Modificaciones al proyecto.
- Regularización de precios unitarios.
- Modificaciones a precios unitarios.
- Omisiones.
- Correcciones.
- Reclamos extraordinarios.
- Bonificaciones de diversa índole.
- Consultar permanentemente la Bitácora de la obra.

La Supervisión debe elaborar con la Contratista o recabar de ésta los números generadores con objeto de proceder a su revisión y autorizar en su caso la realización de las estimaciones correspondientes en forma oportuna y correcta.

Se debe notificar oportunamente a la Contratista que las obras que ejecute fuera del proyecto, del presupuesto o de las órdenes respectivas no serán estimadas.

Así también se debe verificar que los datos consignados en las estimaciones concuerden con los avances reales de la obra ejecutada, con las mediciones y con los números generadores.

La medición de la obra ejecutada se debe realizar semanalmente por la Supervisión junto con la Contratista, y en la última semana del periodo mensual elaborar la estimación con un estimado de lo que correspondería a dicha semana, el cual se precisará y ajustará en la estimación del periodo mensual siguiente.

El corte de las estimaciones de obra formuladas por la Contratista se rá el día 20 de cada mes y entregarse a la Supervisión para su revisión y -- corrección en su caso, de conformidad con la Contratista.

Estas estimaciones debidamente firmadas por la Contratista y la Supervisión, se envían por conducto de la Jefatura de Residentes a COVITUR en las fechas que fija el calendario establecido por ésta.

Cuando la Contratista por cualquier causa, no formule o entregue la estimación correspondiente dentro del plazo señalado, deberá esperar hasta la próxima fecha de recepción de estimaciones que marque el calendario fijado por COVITUR.

Quando se prevee el caso de que el contrato de obra no cubre el im -- porte total de ella, la Supervisión tramitará ante la Jefatura, con anticipación la solicitud de ampliación al contrato debidamente fundamentada.

Durante la ejecución de la obra, la Supervisión debe ir obteniendo y or -- denando la información necesaria para poder integrar al finalizar los trabajos, los índices de costo. Así como también registrar los principales con -- ceptos de trabajo, los consumos, maniobras y rendimientos reales.

Quando durante la ejecución de la obra se requieran efectuar traba -- jos extraordinarios por cambio de proyecto, especificaciones ó condiciones especiales de la obra, la Supervisión debe presentar a la Residencia de CO -- VITUR sus observaciones sobre ellos, con alternativas de solución en las que se analizarán costos y tiempos para su revisión y aprobación en su caso.

Si existen conceptos y precios unitarios estipulados en el contrato que sean aplicables a los trabajos de que se trate, la Supervisión ordenará a la Contratista su ejecución y llevará un registro detallado de ella para que sea cubierto su importe conforme a dichos precios.

En caso de que no existan conceptos y precios unitarios en el contrato para los trabajos aprobados, la Supervisión debe proporcionar a la Residen -- cia de COVITUR la información necesaria para que se determinen los nue -- vos precios unitarios.

Si COVITUR resuelve que no es factible determinar los nuevos precios con algunos de los procedimientos anteriores, la Supervisión solicitará a la Contratista proponga los nuevos precios con sus respectivos análisis, los -- cuales serán revisados por la Supervisión.

En el caso de que la Contratista no presente oportunamente la proposi -- ción de precios o bien COVITUR determine no aceptar lo que haya sido propuesto, será informada a la Supervisión para que se ordene a la Contratista ejecutar los trabajos extraordinarios de que se trate en la inteligencia de -- que los precios unitarios de éstos se determinen analizándolos por observa -- ción directa.

Para lo anterior la Supervisión le dará por escrito la orden de trabajo correspondiente a la Contratista, solicitándole la presentación de los planes y programas de ejecución respectivos; además durante la realización de es -- tos trabajos se deberá llevar un registro detallado de la erogaciones, consu -- mos, tiempo y demás elementos necesarios para integrar los precios unitarios de los conceptos que se analicen; el registro detallado de estos elemen -- tos los asentará la Supervisión en las formas que COVITUR ordene, remi -- tiéndolas posteriormente a la Jefatura de Residentes para su análisis e inte -- gración.

Al quedar definidos los precios unitarios, COVITUR debe informar sobre de ellos a la Supervisión para que ésta los haga de conocimiento a la Contratista y los aplique en las estimaciones correspondientes.

Cuando se prevea la necesidad de realizar trabajos cuyos conceptos no se puedan definir dentro de los precios unitarios, la Supervisión debe presentar a la Residencia de Covitur la solicitud respectiva, exponiendo los motivos que fundan tal necesidad. En caso de ser aprobada la ejecución de dichos trabajos, la Supervisión junto con la Contratista, elaborarán los programas de suministros, de maquinaria, equipo de construcción y de mano de obra, los cuales serán presentados a la Residencia para ser revisados y autorizados en su caso.

Durante la ejecución de los trabajos mencionados anteriormente, la Supervisión deberá llevar un registro detallado de todas las erogaciones, con sumos y tiempos para realizarlos, poniendo especial atención en los datos siguientes: Personal empleado con número de turnos por especialidad, equipo empleado con número de horas por cada equipo, y cantidades de materiales.

Al término de los trabajos la Supervisión debe solicitar a la Residencia de Covitur la autorización para cuantificar vía RECURSOS INVERTIDOS los trabajos ejecutados.

Con el objeto de que las estimaciones que formule la Supervisión sean más representativas de las erogaciones que se estén efectuando, las estimaciones deberán incluir todos los conceptos que se estén realizando, aún cuando no tengan precio unitario aprobado. Cuando sea éste el caso, la Supervisión deberá solicitar a la Jefatura de Residentes los precios provisionales para los conceptos de que se trate.

Para que sean fijados los precios definitivos de los conceptos mencionados en el párrafo anterior, o para que a petición de la Contratista se actualice algún precio unitario, ésta deberá dirigir a través de la Supervisión, una solicitud al Jefe de Residentes correspondiente, acompañando los estudios y argumentos que juzgue convenientes.

La proposición así presentada deberá ser revisada en obra por la Residencia de Covitur, la Supervisión y la Contratista.

Dentro de un plazo que no exceda de 7 días hábiles, contados a partir de la fecha de presentación, el Jefe de Residentes la enviará a la Gerencia de Obra Civil, con las observaciones hechas en obra. La Gerencia a su vez entregará la propuesta vía oficio a Costos y Concursos (CYC).

Costos y Concursos (CYC) estudiará la solicitud presentada y resolverá en un plazo de 10 días hábiles, comunicando su aprobación a la Dirección

de Construcción. En el caso de que ( CYC ) considere que no procede la solitud de la Contratista con su rechazo terminará la gestión.

### 5.3.2 CONTROL INTEGRAL DEL COSTO DE OBRA.

Para cada frente de trabajo la Supervisión tiene a su cargo establecer el costo inicial de la obra, a partir de los presupuestos que le presente la - Contratista, elaborado de acuerdo al catálogo de conceptos y con los números generadores respectivos.

En el caso de que no se cuente con los precios unitarios aplicables a ciertos volúmenes de obra, la Supervisión deberá suponerlos de común - - acuerdo con la Contratista; asimismo, de no estar el proyecto completa - - mente terminado, tendrán que calcular conjuntamente volúmenes aproximados, en función de parámetros de proyectos similares.

Es evidente la necesidad de una participación activa de la Contratista y su experiencia previa en este tipo de obras para la determinación del costo total; ya que esto es especialmente importante en la presentación del primer presupuesto, que servirá como base de partida para el programa de erogaciones.

Mensualmente la Supervisión tiene que actualizar el presupuesto a medida que se cuente con mayor información, vigilando y controlando los factores que modifiquen el costo, tales como recepción del proyecto faltante, cambio del mismo, nuevos precios unitarios, reclamaciones, bonificaciones diversas, etc. De esta manera, el costo original de la obra se va afinando cada mes, a medida que prosigue la integración, lo que permite comparándolo con la obra ejecutada en ese periodo, conocer el saldo para terminar la obra.

#### 5.4 ADMINISTRACION DE LA OBRA.

Un aspecto fundamental de la administración de la obra, es el proceso de cuantificación y elaboración de estimaciones. Debido a la multiplicidad de conceptos de obra que se ejecutan, las obras del metro han sido contratadas por el sistema de precios unitarios, existiendo más de 3800 precios unitarios en catálogo.

Este proceso puede dividirse en tres partes: Cuantificación de obra, determinación de precios unitarios y sus alcances, e integración de la estimación.

##### 5.4.1 CUANTIFICACION DE LA OBRA.

Se debe cuidar con especial interés la cuantificación de la obra ejecutada, ya que esta información conciliada con la Contratista y presentada en forma oportuna, será la base para la obtención de las estimaciones mensuales y la elaboración del finiquito de los contratos correspondientes.

Para llevar a cabo estas actividades, se ha establecido el siguiente procedimiento:

- a) En campo la Supervisión y la Contratista se han organizado en tal forma que, por separado se cuantifica diariamente la obra ejecutada produciéndose un resumen semanal que debe conciliarse sistemáticamente; esto se hace para cada frente de trabajo.
- b) Una vez por semana se celebran juntas de Cuantificaciones en el campo, presididas por COVITUR, con la asistencia de la Supervisión y la Contratista, donde se plantean los desacuerdos que no pudieron ser resueltos en los frentes de trabajo; tomando el Jefe de Residentes las decisiones que considere pertinentes.
- c) Semanalmente se tiene una junta de Coordinación de Estimaciones y Precios Unitarios, que preside el Gerente o Subgerente de Obra Civil, el Jefe de Residentes y los representantes del Area Técnica de COVITUR, así como también los de Costos y Concursos; -- por parte de la Contratista asiste personal del Area de Control y los Superintendentes de Obra, de Supervisión asisten los Gerentes de Zona y Cuantificación. A este nivel se plantean todos los problemas que no se pudieron resolver en campo, tomándose las decisiones finales. Asimismo se aclaran dudas referentes a los alcances de precios unitarios, claves de frentes y conceptos; también se hace entrega a todos los interesados, de las actualizaciones realizadas al Catálogo de Precios Unitarios, incluyendo sus alcances.



- d) La obra ejecutada diariamente se consigna en formatos especiales para números generadores, en los que se indica la línea, tramo, ubicación, contratista, número de folio, fecha, número progresivo, clave y descripción del concepto, referencia al plano o a la bitácora de obra, localización específica, dimensiones, unidades y observaciones. A continuación se hace la acumulación por concepto, utilizando las debidas referencias y un reporte semanal conteniendo todos los conceptos ejecutados en ese período, en el que se anota la clave del frente, la del concepto y los dígitos del control para su procesamiento electrónico. En cada frente de trabajo se lleva un concentrado por concepto de obra, para obtener el acumulado mensual de la cuantificación, sirviendo de base para elaborar la estimación.
- e) Debido a la multiplicidad de frentes de trabajo, al número de conceptos de obra existentes y a la necesidad de integrar las estimaciones mensuales a la mayor brevedad posible, se utiliza un procesamiento electrónico para las cuantificaciones de obra.

En términos generales, el sistema está integrado por tres grandes áreas: captura, actualización y proceso de información, contando las dos primeras con rutinas para validar la calidad de la información suministrada.

La estructura de cada área es la siguiente:

- CAPTURA                      Creación de archivos.
- ACTUALIZACION            Mantenimiento a conceptos, cantidades de obra y frentes.
- PROCESO                      Generación de reportes.

Dentro de los reportes obtenidos por el sistema caben mencionar los siguientes:

Avance de obra semanal	(por frente y línea)
Avance de obra complementaria	(por frente y línea)
Avance de archivo maestro	(por frente y línea)
Avance de obra mensual	(por línea)
Acumulado del archivo maestro	(por frente y línea)
Validación de cinta	

Formulación de estimación mensual (por frente y línea)

Toda esta información queda en los archivos, identificada por el mes y año en que fue ejecutada.

5.4.2 PRECIOS UNITARIOS.

Le corresponde a Costos y Concursos (CYC), resolver en esta materia, por lo que se ha establecido un mecanismo muy dinámico, para dar a conocer a campo, todos los alcances y precios unitarios emitidos durante la semana. Los conceptos que se añaden al catálogo de precios unitarios, se envían con la mayor celeridad posible, tanto al área de cuantificación como al archivo de la computadora de COVITUR.

5.4.3 INTEGRACION DE LAS ESTIMACIONES.

A partir de la cuantificación mensual, debidamente clasificada y validada por las partes que intervienen en la misma se hace entrega de la cinta a COVITUR, tal como se indica en el flujograma para el pago de las estimaciones de la fig.5.4

Así pues, COVITUR una vez aprobada la cinta realiza la edición de las estimaciones para lo cual utiliza la memoria de precios unitarios, lográndose con este procedimiento elaborar las estimaciones en forma oportuna y acorde con el avance de la obra.

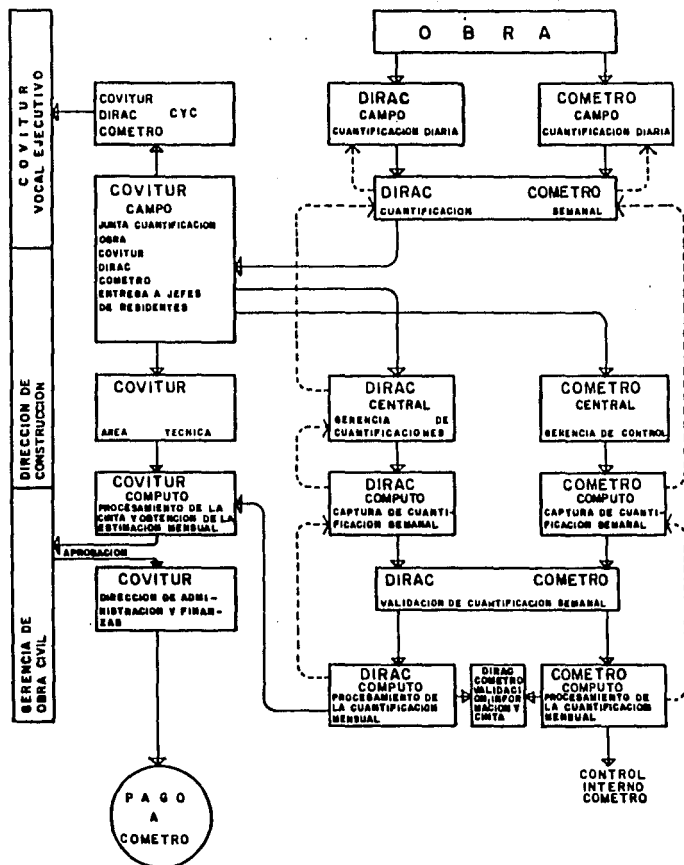


FIG. V. 4 FLUJO DE INFORMACION DE LAS CUANTIFICACIONES DE LA OBRA.

## 5.5 EVALUACION DE LA OBRA EJECUTADA.

La Supervisión tiene la responsabilidad de calcular y conciliar con la Contratista semanalmente los volúmenes de la obra ejecutada en ese periodo. Deberá conservar en todos los casos los números generadores, planos y croquis de localización de los trabajos, que apoyen la cuantificación. Esta cuantificación se debe realizar en base a los catálogos de obra proporcionados por COVITUR, en los cuales se indica el concepto, su clave y alcance.

Así también la Supervisión debe entregar un concentrado mensual de dichos volúmenes, para que COVITUR elabore la estimación respectiva mediante procesamiento electrónico; cabe mencionar que este procedimiento se ha establecido exclusivamente para la Contratista principal de la obra (COMETRO), sin embargo para otros casos la Supervisión se encarga de hacer la estimación a petición de COVITUR.

Dentro de las funciones de la Supervisión, se encuentra la de promover la presentación oportuna por parte de la Contratista de los precios unitarios que requiera, para poder estimar el mayor porcentaje posible de obra ejecutada, evitando rezagos en este sentido; sin embargo quien debe prever esta situación es la Contratista.

A solicitud de COVITUR, la Supervisión tiene que revisar los alcances y matrices de los análisis de precios, en lo que concierne exclusivamente a los materiales, obra de mano, equipo y sus rendimientos, sin intervenir en el costeo. Asimismo, cuando haya necesidad de establecer un precio unitario, con base en los lineamientos que fije (CYC), la Supervisión propondrá conjuntamente con la Contratista, las bases de pago para no detener el avance de la cuantificación.

La Supervisión debe consultar con (CYC) cualquier duda que tenga sobre los alcances; indicando los casos que sean de mayor discusión a efecto de promover la aclaración correspondiente.

Cuando la Contratista solicite alguna reclamación de pago de obra, la Supervisión tiene que decir si la situación a la que obedece es tal como queda expresada en la reclamación, dando su opinión al respecto. Para esto -- COVITUR hará el dictámen sobre su procedencia y en función de la información disponible en campo determinar el monto, ordenando a la Supervisión -- su inclusión en la estimación.

Sin duda constituye un problema el que las reclamaciones sean presentadas en forma extemporánea, sin que la Contratista manifieste oportunamente su intención de hacerlo, en esta situación la Supervisión tendrá únicamente información de los volúmenes cuantificados en la forma establecida, y no disponer de elementos para apoyar otra forma de pago.

Cuando por las condiciones especiales de obra, la Contratista considere indispensable ejecutar trabajos que requieran la cuantificación de recursos invertidos, es indispensable que lo comunique de inmediato a COVITUR, para que de ser aprobado, ésta instruya a la Supervisión de que se lleve un control detallado de dichos recursos, los cuales tendrán que ser conciliados diariamente por ambas partes.

Es responsabilidad de la Supervisión implementar los sistemas necesarios para dar un seguimiento continuo de la obra cuantificada, respecto a la ejecutada; al llevar controles gráficos de avance utilizando los planos ejecutivos para cada uno de los frentes de trabajo durante todo el proceso de construcción, indicando la fecha en que fueron cuantificados los diversos elementos o porciones de la obra, referenciando esta información con los reportes de los números generadores.

Por otra parte, en paralelo se debe efectuar la cubicación del proyecto a medida que se vaya recibiendo, ya que a la terminación de la obra en cada frente de trabajo es indispensable contar con la cuantificación global del proyecto, incluyendo modificaciones, ampliaciones, etc., a efecto de elaborar la estimación de finiquito.

La situación anterior se plantea para el caso en que hay un cierto traslape entre la entrega del proyecto y la construcción del mismo, lo que es normal encontrar en obras de gran magnitud como las del Metro.

## 5.6 OTRAS ACTIVIDADES.

La Supervisión también lleva a cabo otras actividades, como son proporcionar a COVITUR toda la información que requiere sobre el desarrollo de la obra, a través de reportes de avance diario y concentrados semanales que se entregan a la Gerencia de Obra Civil, así como avances gráficos semanales de toda la línea para la Dirección de Construcción, a la que se le envía un reporte fotográfico y gráfico mensualmente.

A petición de COVITUR, se suministran datos concernientes a rendimientos de personal, equipo o maquinaria, conceptos específicos para efecto de análisis de precios unitarios.

Así también participa en la recepción de obra, elaborando conjunta -- mente con la Contratista y COVITUR la lista de detalles pendientes referentes a trabajos menores incompletos o incorrectos, reuniéndose periódicamente con las partes para analizar si la ejecución de los mismos progresa de acuerdo al compromiso y a los requisitos establecidos para recibirlos.

### 5.6.1 SEGURIDAD Y PRESENTACION DE LA OBRA.

Con motivo del gran número de frentes de trabajo, tanto de la obra --

**Metro como de las obras inducidas que se llevan a cabo dentro de la ciudad, se hace necesario integrar un organismo de seguridad vial, así como elaborar instructivos para este efecto.**

**Así también para evitar accidentes causados por la propia ejecución de la obra a la ciudadanía y a los trabajadores, se debe capacitar al personal necesario para auxiliar, dar protección y orientación al público, así como mantener limpia y presentable la obra, independientemente de la seguridad laboral dentro de la misma.**











C A P I T U L O V I

F I N I Q U I T O D E L A O B R A

## CAPITULO VI

## FINIQUITO DE LA OBRA.

## 6.1 SUPERVISION DE ENTREGA Y RECEPCION DE LA OBRA.

Una vez que se ha terminado la obra, es conveniente cumplir con una serie de pasos justificados por medio de los cuales se realiza la entrega legal de los mismos, y por consiguiente el deslinde de responsabilidades de la Contratista y la Supervisión con el Propietario (COVITUR).

Esta serie de pasos deben comenzar con la aceptación de la Supervisión de los trabajos realizados por la Contratista. Para ello la Supervisión deberá realizar una minuta descriptiva de la situación final de los trabajos, indicando en ella las modificaciones que de acuerdo al proyecto original se efectuaron, así como las justificaciones que, asentadas en la bitácora acompañan y justifican éstas modificaciones.

Es preciso levantar un acta de recepción de obra, por medio de la cual la Supervisión recibe a la Contratista, y el propietario a ésta, los trabajos en las condiciones que se indican en la minuta, debiendo ser de acuerdo al proyecto las óptimas deseadas. Asimismo, se debe aceptar que COVITUR realice una auditoría a la obra, por medio de una contraloría que él mismo elija, con el objeto de verificar que los volúmenes finales de obra, así como los costos de las estimaciones y la finiquitación de la obra sean los correctos de acuerdo con la minuta levantada y a los antecedentes de la obra asentados en la bitácora.

Para ello la minuta deberá acompañarse de un juego de planos del proyecto original, así como de las condiciones finales de la obra indicadas en otro juego de planos.

La auditoría procederá a verificar físicamente los trabajos señalados en la minuta y realizará un estudio de todas y cada una de las estimaciones presentadas tanto de la empresa Contratista como de la Supervisión; ajustando cuando sea necesario con la última estimación y finiquitación de los trabajos. En caso de ser necesaria alguna modificación a los trabajos por no cumplir con lo indicado en la minuta, la empresa de Supervisión deberá exigir directamente a la Contratista las correcciones y ajustes que se precisen.

Una vez que la auditoría comunica a COVITUR que los trabajos se han concluido de acuerdo con el proyecto, éste deberá proceder al pago de finiquitación basándose en los procedimientos legales del caso.

## 6.2 ACCIONES POSTERIORES A LA EJECUCION DE LA OBRA.

Independientemente de las recepciones parciales de la obra, al con --

cluir la totalidad de los trabajos se efectuará una revisión de la obra ejecutada contra lo estimado a fin de cerciorarse y ajustar, de ser el caso, las diferencias existentes y proceder así a la liquidación correspondiente.

Previo a la recepción de las obras, se llevará a cabo un recorrido por ésta, a fin de percatare de que los trabajos se encuentren ejecutados con la calidad deseada, además de complementarse con pruebas a las instalaciones y equipos. Si durante este recorrido se detecta alguna deficiencia, la Contratista deberá corregirla en un plazo perentorio para poder llevar a cabo la recepción final. En el momento de la recepción final se levantará un acta en la que conste este hecho y la cual deberá contener los siguientes puntos:

- Nombre de los asistentes y el carácter con que intervienen en el acta,
- Nombre de los responsables por parte de la Supervisión y la Contratista,
- Breve descripción de la obra que se recibe,
- Fecha real de terminación de los trabajos,
- Relación de las estimaciones,
- Las garantías que continuaran vigentes y la fecha de su cancelación.

### 6.3 ACTIVIDADES QUE DEBE EFECTUAR LA SUPERVISION PARA EL FINIQUITO DE LA OBRA.

Cuando los trabajos en la obra han terminado, la Supervisión formulará con la Contratista el finiquito, y lo recibirá en representación de COVITUR, para realizar posteriormente el finiquito relativo a sus servicios profesionales de Supervisión con COVITUR.

La recepción de la obra por parte de la Supervisión, con todas las formalidades y requisitos establecidos, se considerará como una pre-recepción.

#### a) Finiquito de obra a la Contratista,

Para poder realizar el finiquito del contrato de obra, la Supervisión deberá:

- Certificar que la Contratista haya cumplido con todo lo señalado en las cláusulas contractuales,
- Certificar que la obra este terminada y/o el contrato agotado,

- Tener la bitácora completa, depurada y cerrada,
- Tener el estado contable depurado y completo, el balance de cargos a la Contratista por suministros, servicios y otros conceptos proporcionados por COVITUR, así como los descuentos correspondientes.
- Tener la relación con información completa, de los equipos y máquinas que, de conformidad con COVITUR se reciban sin estar -- instalados,
- Presentar elaborada y autorizada la liquidación,
- Contar con las garantías correspondientes a equipos, maquinarias e instalaciones y otras garantías específicas que se requieran, así como con los instructivos, manuales de operación y mantenimiento correspondiente a dichos equipos estén o no instalados.
- Tener las fianzas de garantía vigentes del contrato y convenios según el caso.

Toda la documentación antes mencionada será reunida y relacionada - por la Supervisión para ser entregada a COVITUR,

b) Recepción de obra,

Para recibir la obra, por parte de la Contratista se procederá en la siguiente forma:

La Contratista deberá comunicar a la Supervisión, la terminación de la totalidad de los trabajos que le fueron encomendados, para que ésta proceda a la revisión correspondiente y prepare la documentación necesaria para que sea recibida la obra.

Si la revisión efectuada resulta satisfactoria, tanto en lo referente al trabajo como al equipo e instalaciones en funcionamiento, se procederá a la recepción de la obra en representación de COVITUR, mediante una acta que contenga cuando menos los siguientes puntos:

- Objeto de la reunión.
- Información básica inicial.
- Antecedentes.
- Personalidad de los que intervienen.

- Relación de los trabajos efectuados.
- Modificaciones que hubo en el proyecto , y/o en el contrato.
- Garantías.
- Relación de las estimaciones.
- Sanciones.
- La liquidación y el finiquito.
- Términos y condiciones bajo las cuales se efectúa la recepción.
- Observaciones.
- Nombre, cargo y firma de las personas que real y físicamente intervienen, el lugar, hora y fecha señalados para la recepción de la obra.

c) Finiquito de los servicios de la Supervisión.

Una vez que la Supervisión ha recibido la obra, procederá de inmediato al finiquito del contrato de los servicios de Supervisión celebrado con CO VITUR.

Para efectuar el finiquito, la Supervisión deberá proceder como a continuación se indica:

- Informe de terminación de obra anexando la bitácora completa, actualizada y cerrada, así como el diario de la obra y la memoria de la obra.
- Juego de planos actualizados de la obra, como fué realmente construida, anexando una relación de los planos modificados con la descripción de las principales modificaciones.
- Acta de recepción de la obra.
- Documentación relativa al finiquito de la obra.
- Documentación completa sobre autorizaciones, licencias, y permisos para la construcción de la obra, con las observaciones y aclaraciones necesarias.
- Documentación relativa a terrenos, en el caso de que la Supervisión se haya encargado de alguna gestión al respecto.

- Inventarios de instalaciones generales y otros que sean necesarios.
- Informe fotográfico de la obra.
- Apreciaciones generales sobre el desempeño de la Contratista.
- Reporte sobre consumos, maniobras y rendimientos reales de los principales conceptos de la obra.
- Balance de los materiales que hayan sido suministrados por COVITUR.

Una vez recibida por COVITUR la documentación antes mencionada, se procederá a elaborar el acta de finiquito de los servicios de Supervisión, con lo cual se dará por terminada la responsabilidad técnica y administrativa de la Supervisión sobre la obra.

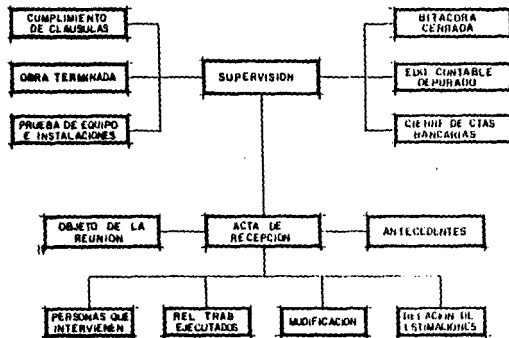


FIG. VI. 1 FLUJO DE LA SUPERVISION AL FINIQUITO.



CAPITULO VII

CONCLUSIONES

CAPITULO VIIC O N C L U S I O N E S

=====

Es evidente que cuando una obra está sujeta a una Supervisión inteligente y cuidada, se lograrán rendimientos mayores que en aquella que no lo está. Es por ello que resulta conveniente que en la construcción de las obras del Metro se empleen supervisores hábiles y métodos adecuados, a fin de aumentar la productividad.

Es muy útil y deseable que en toda obra importante exista una Supervisión adecuada, que gule y controle a los ejecutantes de la obra con las interpretaciones correctas a los planos y especificaciones.

A partir de un proyecto ejecutivo completo, la construcción de las obras del Metro requiere, como cualquier proyecto, la implantación de un sistema de Supervisión y de Control de Calidad que permita certificar y garantizar la correcta ejecución de los trabajos.

En la etapa previa a la iniciación de estos trabajos, se debe comprobar que exista la organización y los planes de trabajo para llevar a cabo la ejecución de la construcción, así como también de que la Contratista reciba la documentación del proyecto completa y las normas a las que deberá sujetarse la ejecución durante el proceso constructivo de la obra, para que con ello sea factible lograr obtener el nivel de resultados esperados.

Es importante que obras de éste tipo se lleven a cabo minuciosamente, cuidando no dejar pasar ningún detalle, ya que por más pequeño que éste sea, puede traer consecuencias graves, que afecten la calidad, el costo ó los programas de la obra, siendo estos requisitos indispensables para la buena ejecución de la misma. Por lo tanto debe existir personal especializado encargado de vigilar las acciones que se realizan diariamente, así como los materiales, maquinarias y esfuerzo humano utilizados, observando que cada una de ellas reúna las características que se indican en las especificaciones, normas, planos, presupuestos y programas establecidos previamente, y en caso de no reunirlas hacer lo necesario para que sean corregidos. A su vez se debe ser capaz de solucionar los problemas que se presenten, dando soluciones que se apeguen a las especificaciones y normas mencionadas, de la misma manera se debe estar pendiente de que todo lo consignado en las estimaciones se haya efectuado verdicamente, ya que el incremento ó decremento de unidades de cualquier concepto provocaría, ya sea un sobrepago o una deducción respectivamente a la Contratista, con lo cual de una u otra manera conlleva a un perjuicio para la obra en general.

Todos los trabajos que se lleven a cabo dentro de la obra, deben reunir ciertas características en cuanto a calidad se refiere, esto se puede llevar mediante un control de los materiales, la mano de obra y maquinaria de acuerdo a lo estricto que marque la especificación y según las calidades que estas mismas indiquen, al mismo tiempo se debe llevar un sistema rígido de pruebas de laboratorio que comprueben tanto la veracidad de las mismas, como la autenticidad de los datos y los resultados, informándose oportunamente a la Contratista, para de ésta manera continuar con el procedimiento adecuadamente.

Se debe verificar que la ejecución de los trabajos y la protección de estos correspondan a lo marcado por el proyecto, que se obtengan las muestras de los insumos utilizados para analizarlas en laboratorio y se tomen las medidas correctivas cuando se detecten desviaciones.

El costo de la obra, debe ser justo de acuerdo a todas las actividades que se llevan a cabo, se debe procurar que éste no sea afectado, aunque en la actualidad éste punto es muy discutido, debido al grave problema de inflación que sufrimos en nuestro país, por eso si se trata de una obra como la del Metro que durará un tiempo considerable, es necesario tomar en cuenta las escalaciones que los precios y costos sufrirán en el transcurso del mismo.

En una obra las relaciones Contratista-Supervisión, se deben mantener cordiales para el beneficio de la misma, es por eso que cuando surja alguna discrepancia ésta no se debe basar en razones subjetivas sobre las que no existan pruebas y sea difícil discutir y razonar, sino que deben estar basadas en argumentos objetivos y medibles, para ello se cuenta con normas, especificaciones y planos del proyecto, por lo que la falta de éstos deterioran éstas relaciones, por esto es conveniente que se conozcan y estudien conjuntamente las especificaciones, al mismo tiempo es importante ponerse de acuerdo en cuanto a los términos y lenguajes utilizados para agilizar la comunicación y de ésta manera beneficiar la obra con una mejor coordinación.

Dentro del ramo de la construcción es muy importante mantener una buena comunicación entre todas las partes que intervienen en la obra, por eso es necesario "hablar el mismo idioma", ya que también en éste campo es donde se utiliza un lenguaje más popular. Es fundamental en todo momento que tanto las órdenes que dé el supervisor, así como las que reciba estén claramente especificadas y el sentido dado por quien las emite sea exactamente el que perciba quien recibe la orden, sin basarse en suposiciones y creencias que posteriormente llevarán a discusiones, por esta razón es de vital importancia emplear una terminología y vocabulario correcto para especificar una labor con precisión.

Un aspecto fundamental dentro de la Supervisión es acatar fielmente las especificaciones ya que en ellas, es donde se regulariza la calidad de un concepto, por ello es importante conocer las especificaciones claramente y manejarlas con facilidad.

Para llevar a feliz término la conclusión de toda obra, es necesario evitar que se cometan errores en su ejecución, ya sean deliberados, por interpretación incorrecta ó por simple negligencia.

Se puede concluir que el supervisor debe ser una persona con buena preparación y un carácter determinado, que con ayuda de herramientas, como son los controles de calidad y administrativo, bitácoras, informes, etc., realice eficientemente sus funciones, tomando en cuenta las autoridades y responsabilidades con las que cuenta en la obra.

## BIBLIOGRAFIA.

\*\*\*\*\*

- |     |                                                                                                       |           |      |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------|
| 1.- | Revista: Ingeniería                                                                                   | UNAM      | 1982 |
| 2.- | Curso: Programación y Control de Obras.<br>División de Educación Continua.<br>Facultad de Ingeniería. | UNAM      | 1983 |
| 3.- | Folleto informativo.                                                                                  | COVITUR   | 1984 |
| 4.- | Curso: Supervisión de Obras.                                                                          | ICIC      | 1984 |
| 5.- | Normas Generales para la Supervisión -<br>de Obras.                                                   | D.D. F.   | 1984 |
| 6.- | Manual para muestreo de Concreto                                                                      | AMIC      | 1984 |
| 7.- | Interpretación de resultados de resisten-<br>cia del concreto.                                        | INSPECTEC | 1984 |
| 8.- | Problemas en el concreto: causas y -<br>soluciones.                                                   | IMCYG     | 1985 |