

2111



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLAN"

"CONTROL DE OBRA DE CONSTRUCCION PESADA - TUNEL ACAPULCO - "

T E S I S I N A

DE GRADO QUE PARA OBTENER EL TITULO EN: LA ESPECIALIZACION EN COSTOS EN LA CONSTRUCCION PRESENTA ING. FEDERICO RAMIREZ VILLARREAL

DIRECTOR M. EN C. ING. EDUARDO MENDEZ VERDIGUEL

260370

TESIS CON FALLA DE ORIGEN

ACATLAN, EDO DE MEX.

DICIEMBRE DE 1997



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



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

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

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

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

*A mi Madre Angelina con todo mi cariño y agradecimiento...*

*A mi Padre Federico Ezequiel con cariño y respeto a su memoria y su ejemplo...*

*A mis hermanos Gustavo Alfonso y Luis Carlos con toda mi fuerza y agradecido de su apoyo...*

*A todos mis seres queridos y por quienes siempre tendré la certeza en la praxis y el diario que hacer de la vida...*

*A mi Universidad que me recibió nuevamente y me permitió continuar creciendo...*

*A mis Profesores de academia y cátedra, por la ferviente y enriquecedora corriente de conocimiento en mi vertida...*

*Por siempre les vivo agradecido.*

*Federico Ramírez Villarreal*

**“CONTROL DE OBRA  
DE CONSTRUCCION PESADA  
- TUNEL ACAPULCO - ”**

# INDICE DEL CONTENIDO

## INTRODUCCION

### CAPITULO

- I ADMINISTRACION DE OBRA DE CONSTRUCCION**
  - Contexto y Definición de la Administración de Obra.
  - El Proceso Administrativo de la Obra.
  - Objetivo de la Administración de Obra.
  - El Ingeniero Administrador de Obra.
  - Filosofía Básica de la Administración de Obra.
  
- II LA FUNCION DE CONTROL EN LA ADMINISTRACIÓN DE OBRA DE CONSTRUCCION**
  - El Control y La Función de Control.
  - El Control por Excepción.
  - Elementos Esenciales de la Función de Control.
  - El Ciclo de la Función de Control.
  - Areas de Control en la Obra de Construcción.
  
- III NECESIDAD DEL CONTROL DE OBRA DE CONSTRUCCION**
  - Clasificación de las Obras de Construcción.
  - Variables de la Obra de Construcción.
  - Fases del Proyecto de Obra y Ciclo de vida del Proyecto de Obra.
  - Necesidad del Control de Costo y Planeación Financiera.

- IV ETAPAS DEL CONTROL DE OBRA DE CONSTRUCCION**  
Etapa I Establecimiento de los Parámetros, Normas y Estándares.  
Etapa II Evaluación, Medición de Desviaciones y Comparación con los Parámetros.  
Etapa III Corrección, Adaptación y Ajuste de las Desviaciones.  
Tipos de Control.  
Mecanismos de Control.
- V SISTEMA DE CONTROL DE OBRA DE CONSTRUCCION**  
Definición de Sistema.  
Sistemas de Control.  
Sistema Integral de Planeación, Organización, Dirección y Control.  
Sistema de Control de Obra Asistido por Computadora.
- VI APLICACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE OBRA DE CONSTRUCCION**  
Obra de Construcción Pesada.  
Construcción de Túneles.  
El Proyecto de Construcción de la obra "Túnel Acapulco"  
El Proceso de Administración de la Construcción de la Obra.  
La Planeación de Obra.  
La Organización de Obra.  
La Ejecución de Obra.  
El Control de Obra.
- VII RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL DE OBRA DE CONSTRUCCION**  
Resultados, Comprobación, Conclusiones y Recomendaciones
- ANEXOS**  
**BIBLIOGRAFIA**

# INTRODUCCION

La Industria de la Construcción en México es la que crea y desarrolla la infraestructura de bienes y servicios para que otras industrias se desarrollen, y con ellas el país. Además representa una de las fuentes generadoras de empleos obreros, técnicos, profesionales y de especialistas más importantes.

En las últimas décadas, la industria en general, y especialmente la construcción, se visto afectada por una serie de cambios de diversa índole, relacionados íntimamente con factores básicos del entorno en que se desarrolla la construcción y a los cuales esta expuesta, por las condiciones que actúan directamente sobre los procesos de producción que en ella se desarrollan, y que como antes no se había experimentado.

Cambios en el *Mercado*. Producto del trabajo de los investigadores y la demanda del mercado, se ha dado en forma acelerada, la explosión de bienes y servicios nuevos y modificados ofrecidos y demandados en los mercados industriales. Cambios en los *Recursos Humanos*. También continúa la explosión de conocimientos técnicos y han nacido áreas y campos de desarrollo totalmente nuevos, lo que ha provocado que la industria demande trabajadores, tanto profesionistas, técnicos y obreros con conocimientos especializados, esta característica se hace cada vez más indispensable, pues el conocimiento ha explotado en volumen y complejidad. Cambios en los *Recursos Materiales*. Científicos e investigadores, que han logrado los avances y la explosión de la tecnología y la industria en general, se concentran en la búsqueda de nuevos materiales, que han provocado la obsolescencia de muchos existentes, incluso algunos que son sinónimo de progreso industrial; las empresas constructoras, que utilizan esos recursos en sus procesos, por su parte procuran que esas innovaciones incidan en la economía de sus procesos, debido a la variación de los costos de producción y a las exigencias en la calidad de los productos y servicios, a esto se suma que la utilización de estos recursos se encuentra sujeta a una estandarización más estrecha, y a la consecuente exigencia de su certificación; Cambios en los *Recursos Tecnológicos*. Debido a la necesidad de reducir los costos de producción, generada por la creciente competitividad en el mercado de la industria de construcción, y la de establecer puntos de equilibrio entre tales costos y los volúmenes de producción que satisfagan al mercado, las empresas constructoras se ven obligadas al empleo de equipos, máquinas, sistemas y medios mecánicos, que son cada vez más avanzados y complejos, que emplean materiales y refacciones de alta calidad, y que ahora se vuelven requisito para poder contratar.

A la vez, las empresas constructoras necesitan básicamente mantener un sistema de información hacia su interior y hacia el entorno en que se desarrollan, esas necesidades se vuelven más complejas a medida que se ensanchan las operaciones de la empresa, y de acuerdo con las modificaciones del entorno, ello requiere del desarrollo paralelo con la evolución de la tecnología en computación e informática aplicada, así como de comunicaciones, y al mejoramiento de esos sistemas de información. Actualmente se cuenta con los medios avanzados, para llevar a cabo el control de los procesos productivos en forma como nunca antes; Cambio en los *Recursos Financieros*. La intensificación en la competitividad en la industria, y la fluctuación económica del medio, ha reducido los márgenes de utilidad de las empresas constructoras, actualmente se buscan medios de apoyo financiero para poder continuar con el desarrollo de proyectos de



bienes y servicios para infraestructura, ya sea por medio de créditos internos o externos, además de buscar el desarrollo de proyectos de inversión mas atractivos y seguros, todo ello ha vuelto determinante el papel de la Ingeniería Económica para la construcción, Cambios en la *Administración de los Procesos*. La administración de la construcción es responsabilidad de los constructores administradores, y esta se ha distribuido en varios grupos especializados, ahora no es suficiente el conocimiento, dominio y aplicación tan solo de los sistemas, métodos y procedimientos puramente técnicos para ser exitoso en el medio de la construcción, ahora se requieren los mismos en administración de estos procesos, para redondear y realmente ser exitoso en ello, Cambios en los *Requisitos de Bienes y Servicios*. Los avances tecnológicos en el diseño e ingeniería alcanzados en los bienes y servicios, exigen un control mas estrecho, apegados a normas y estándares, que requieren ser certificados para poder llevar a cabo los procesos productivos. Se ha establecido la necesidad de llevar a la práctica y al mejoramiento de sistemas de control y aseguramiento de calidad, que mantengan el equilibrio de todos los elementos y los factores del medio en que se desarrolle el proceso, hasta el mas mínimo detalle; Cambios para la *Preservación del Entorno*. La explosión en todas las áreas de desarrollo, ha dejado de lado la preservación de los ecosistemas naturales, han surgido organizaciones internacionales, que preocupados por este hecho, se abocan a la labor de exigir la preservación y minimización del impacto en el medio ambiente en los aspectos abióticos, bióticos y antrópicos, y ahora se involucran más en el desarrollo de los procesos que atentan contra la preservación del equilibrio natural del medio ambiente. Se han estrechado los estándares que regulan la seguridad y la conservación en los procesos industriales, lo que obliga a las empresas constructoras a adoptar sistemas, métodos y procedimientos de construcción y al mejoramiento de estos, de forma que funcionen en armonía con el entorno.

Este conjunto de factores variables, explosivos, complejos, mutables y poderosos, exige a los constructores administradores el sumar y conjuntar esfuerzos, planear estrategias coordinadas y de mas largo plazo, para el desarrollo de los procesos productivos, ambientes y formas de trabajo, relaciones, sistemas de comunicación, de información y de control congruentes con las exigencias pronosticables y no pronosticables del futuro; con lo cual las empresas constructoras pueden enfrentar todos esos cambios.

Este trabajo de investigación tiene el objetivo de demostrar la gran importancia que tiene para lograr la eficiencia de la empresa constructora en la administración de obra y con ello subsistir y perpetuarse en el ambiente industrial, el establecer un adecuado sistema de "Control de Obra", de acuerdo a las necesidades y características de la obra y a las posibilidades del constructor.

Durante el desarrollo de las obras de construcción, el constructor, quien esta encargado de administrar la obra, se puede perder entre las muchas y variadas preocupaciones, a las que le enfrenta el diario desarrollo de los trabajos, mientras la obra avanza puede sufrir grandes y costosas variaciones respecto de la planeación de la misma. Es necesario realizar entonces grandes esfuerzos, para aplicar sistemas, métodos y procedimientos que permitan llevar a cabo eficaz y eficientemente, el proceso administrativo de obra.



### **EL PROCESO ADMINISTRATIVO DE OBRA**

Los mecanismos de Control de Obra que se apliquen representan una poderosa herramienta para dar flexibilidad y garantía de cumplimiento con lo planeado, brindando la posibilidad de corregir las desviaciones que ocurran en este proceso

La investigación se realiza mediante el análisis del sistema de "Control de Obra" utilizado en la obra de construcción pesada del "Túnel Interurbano Acapulco". donde se estableció y aplicó un sistema de características específicas de acuerdo al tipo de proyecto, y del cual se obtuvo los resultados que en este trabajo de tesina se mencionan, tanto para el constructor como para el cliente

## **HIPOTESIS DE TRABAJO :**

Se pueden optimizar los resultados del proceso de construcción de obra, garantizar la satisfacción del cliente y la sociedad, cuando en la ejecución y desarrollo de las mismas, se aplique el sistema de "Control de Obra", que cubra las necesidades de la misma en alcance y costo, que permita al constructor administrador en jefe de la obra, la evaluación en cualquier tiempo y a cualquier nivel, del comportamiento en el avance de la obra, con respecto de la planeación de la misma.

### *Premisa I.*

Se considera al Constructor un Administrador de sus procesos productivos, que utiliza las técnicas administrativas en busca de alcanzar los resultados óptimos en su empresa como son

- Abatir costos o no sobrepasar los presupuestados (control del recurso financiero), reduciendo costos de producción, con lo que resulta beneficiado y con posibilidades de mejorar la economía de la obra y de la empresa constructora
- Lograr el balanceo de los recursos, utilizándolos racionalmente (materiales, humanos, tecnológicos)
- No sobrepasar el programa de ejecución (control del recurso tiempo), respetando las duraciones de actividad ejecutadas.
- Entrega de la obra terminada a completa satisfacción del cliente en cantidad, calidad, costo y tiempo.

### *Premisa II.*

Se debe conocer que la obra de construcción, es un proceso expuesto a muchas variables que pueden causar desviaciones durante su desarrollo, y que cada obra de construcción se caracteriza por una serie de condiciones específicas que la hacen diferentes de cualquier otra, esto hace necesario determinar mediante un proceso de conocimiento, estudio, decisión, planeación y organización del sistema de "Control de Obra" que se desea, de acuerdo a las necesidades de la obra y de acuerdo a las posibilidades de la empresa constructora

### *Premisa III.*

El proceso implica una inversión de recursos materiales, humanos, financieros y tecnológicos, incluyéndose la capacitación del personal que será el responsable de conocer, aplicar y desarrollar el sistema de "Control de Obra".

*Premisa III:*

La Obra inicia con el proyecto, el cual le proporciona el cliente al constructor, o éste último lo elabora para llevar a cabo la realización material del mismo, en la ejecución de la Obra; El constructor recopila y solicita toda la información que considera necesaria para iniciar con la *Planeación* del proceso de construcción, se ubica y proyecta la realización de la obra, luego se ocupa de la *Organización* de la obra, asigna recursos materiales, humanos y financieros, designa autoridad y responsabilidad y propone una distribución estratégica de la obra, paralelamente distribuye en el tiempo la utilización de esos recursos programando completamente la misma, y finalmente mediante algún sistema, método o procedimiento de ingeniería de costos, presupuesta la obra; Hasta este nivel el constructor antes de iniciar el trabajo, lo ha proformado y ha presupuestado al cliente un valor de su proyecto terminado

Cuando el cliente acepta los parámetros de tiempo - costo, que presenta el constructor, se procede a ejecutar lo proformado mediante la ejecución y dirección, esto es el desarrollo de la obra.

Se cuenta con una estrategia, y los recursos se aplican de acuerdo a su asignación en el proceso Periódicamente en cada nivel de Obra (Frentes, Subfrente u otro), se observan las condiciones de trabajo, los sistemas, métodos y procedimientos aplicados y los resultados, que básicamente son la medida de volumen de obra generada y el costo que este ha representado a la empresa Este es el avance de la obra, el cual se registra como la información veraz y objetiva, y se realiza una comparativa por periodo, de las actividades ejecutadas reales y las de proforma

*Premisa IV:*

El sistema de "*Control de Obra*", consiste en precisamente obtener la información, clasificarla, evaluarla y tomar las decisiones en cuanto a situaciones previsibles y a las modificaciones pertinentes sobre las desviaciones que se presenten, en el momento "oportuno", antes de que tales desviaciones, crezcan y compliquen el desarrollo conjunto de la obra y repercutan en la inversión de recursos consecuente, lo que incrementa principalmente el costo de producción y alarga la duración del proceso, claro que siempre refiriéndose a modificaciones de estos procesos, cuando las causas de desviación no obedecen a fuerzas fuera del control del hombre.

El sistema de "*Control Obra*" aplicado en esta medida, es una forma de obtener una retroalimentación objetiva del proceso productivo, y previsión de situaciones indeseables tomando la acción correspondiente en forma oportuna es de gran utilidad para el constructor; Le permite medir su fuerza productiva y realizar ajustes, le permite mantener en forma su proceso utilizando de manera óptima sus recursos, le permite evaluar su actuación en conjunto y a detalle, le permite evaluar su inversión capital y decidir sobre nuevas inversiones, le permite informar oportuna y objetivamente al cliente de la situación que se desee y en cualquier tiempo y le permite medir la calidad del trabajo desempeñado

*Premisa VI.*

El sistema de "Control de la Obra" relaciona a todas las áreas de trabajo involucradas en la obra con sus respectivos recursos, entre las que se encuentran

	RECURSOS INVOLUCRADOS
Frentes de Obra	Humanos, Materiales, Tecnológicos, Tiempo
Jefaturas de Obra.	Humanos, Tecnológicos, Tiempo
Administración de Obra	Humanos, Materiales, Tecnológicos, Tiempo
Apoyo Técnico de Obra.	Humanos, Tecnológicos, Tiempo
Almacenes de Obra	Materiales, Tecnológicos, Tiempo
Talleres de Maquinaria	Tecnológicos, Tiempo, Materiales
Fletes de la Obra	Materiales, Tecnológicos, Tiempo
Alquileres de la Obra	Materiales, Tecnológicos, Tiempo

*Premisa VII*

Para el constructor cada uno de los recursos representa una inversión de "Recursos Financieros".

El recurso financiero también está íntimamente ligado a los cobros de estimaciones que hace el constructor al cliente, por el volumen de obra ejecutado en el periodo para estimación

En el sistema de "Control de Obra" establecido para la ejecución de la misma, permite al constructor conocer las posibilidades de ingreso por concepto de formulación y cobro de las estimaciones de la obra, con anterioridad y precisión al pago de las mismas, con lo que su proceso administrativo en la nueva planeación, reorganización y ejecución de la obra cobran un dinamismo sobresaliente

*Premisa VIII.*

El sistema de "Control de Obra", que se haya decidido establecer en ésta, debe permitir analizar y generar reportes tanto en el nivel general - estratégico, como en el nivel específico- táctico, de todas y cada una de las operaciones que involucra el proceso sometido a control, de acuerdo a lo deseado desde la concepción del sistema, Esto representa la ventaja mas importante para el constructor, pues el "Control de Obra" es un poderoso aliado, llevado bajo un eficiente "Sistema" que concentra toda la información necesaria del proceso controlado, recopilando los datos, realizando el análisis, proporcionando reportes y que le permite tomar medidas de corrección en las condiciones y resultados del proceso de construcción. Le mantiene en cada tiempo de corte deseado, al tanto de la situación en que se

*encuentran por medio de reportes e informes* los rendimientos de la Mano de Obra, de la Maquinaria y Equipo, de los suministros y consumos de Materiales, del cumplimiento de Subcontratistas, de los Alquileres y Rentas y de tantos otros que involucre, con los que es posible llevar a cabo la dinámica de control de lo realmente ejecutado en Obra, contra lo planeado y programado en el Proforma

Aunado a los informes de carácter técnico anteriores, el sistema debe permitir conocer al mismo tiempo el costo que representa cada uno de los anteriores. y realizar su comparación contra el costo Proformado

El "*Control de Obra*" cobra entonces una importancia relevante y se vuelve de carácter imprescindible en el proceso de administración de las Obras de Construcción, este interrelaciona "El Proforma de Obra", contra "El Ejecutado Real de Obra" evaluando uno contra el otro, y que obliga a la toma de acciones objetiva estableciendo una comparativa también objetiva entre ambos

Por todo lo anteriormente mencionado, el "Control de Obra", completa y continúa la "Planeación de Obra", da flexibilidad a la Organización de Obra" y permite evaluar la "Dirección de Obra", llevada a la ejecución y administrada por los constructores de la misma

# **CAPITULO I**

## **La Administración de Obra de Construcción**

## **Contexto y Definición de la Administración de Obra.**

Muchos constructores poseen habilidades técnicas poderosas, las cuales aplican en la ejecución de las obras que realizan, pero pocos poseen las habilidades administrativas para el manejo coordinado exitoso de las mismas, en cada una de las fases de construcción. Esta falta de manejo y aplicación del arte administrativo es con frecuencia la razón fundamental, por la que las obras se retrasan, se exceden en costo y finalmente provocan la insatisfacción de los clientes.

La verdadera Administración de Obra de Construcción garantiza la consecución de las metas fijadas y los objetivos perseguidos, desde la concepción de la obra, y capitaliza eficientemente el control total del proceso de construcción.

Durante la ejecución de cada obra, se le presentan al constructor administrador, muchas y muy complejas dificultades y problemas de administración, Esto es debido a la naturaleza única de los procedimientos y técnicas requeridos y creados especialmente para aplicarse dentro de esta rama industrial.

En la actualidad se cuenta con avances tecnológicos y con una cantidad y variedad de información acumulada y constantemente refrescada, con nuevas técnicas y procedimientos aplicables a esta industria, Casi toda la información se puede encontrar vía computadora, almacenada y accesada en un software (programas y bases de datos) cada vez más sofisticado y versátil, el cual se encuentra al alcance del constructor, para el cual se ha producido una amplia variedad de información en la administración y manejo de proyectos, para aplicarse en la dirección y el control de obra en oficina y campo.

La aplicación de sistemas computarizados directamente en el sitio donde se realiza la construcción se ha vuelto un ingrediente indispensable para alcanzar el éxito de cualquiera de estas empresas, debido a ello, el constructor administrador debe comprender y utilizar la información computarizada generada, en la dirección y control de las actividades diarias de construcción en campo. Para ello debe de entender completamente la medida y el significado de esa información producida, circunstancia que requiere de la comprensión básica y completa de los procedimientos a ser aplicados y de los métodos a ser usados para generar la información en la administración y el manejo de la obra de construcción.

La formación y el conocimiento empírico que brinda la experiencia durante la ejecución de obras de construcción, amplias en cantidad y en variedad han servido de base para que los constructores se desarrollen y desempeñen como administradores de las obras de construcción, pero existen limitantes para alcanzar eficazmente el nivel que se requiere para la administración de obra de construcción, pues los antecedentes de cada caso, encuentran más arraigo en las cuestiones puramente "técnicas" de construcción.



Pero definitivamente, es digno de reconocer que sin esa experiencia a través del tiempo y de la observación y estudio durante el mismo, por muchos constructores, no se hubiera sentado precedente para desarrollar y aplicar la administración de la construcción

Por generaciones Materiales, Mano de Obra, Maquinaria y el recurso Monetario han sido las cuatro "M's" de la construcción; El uso eficiente de estos cuatro recursos constituye la "esencia" de la Administración de la Construcción, además desde hace algunos años a la actualidad, en estos recursos básicos han ocurrido cambios importantes

Nuestra industria de la construcción demanda constructores que posean la experiencia para la ejecución de las obras, pero además que estén suficientemente capacitados y que posean el talento necesario para administrar eficientemente sus procesos

La ejecución de las obras de construcción involucra en su logro, el consumo de mucho tiempo y de costos, aunado al manejo, administración y control que, muy de cerca han de requerir durante su desarrollo, siempre y cuando se desee completarlos dentro del tiempo y las limitantes de costo previamente estimadas. Las Técnicas en Administración de Obra de Construcción, van dirigidas hacia el *control* del costo, tiempo, recursos materiales, humanos y tecnológicos de la obra, durante el proceso de construcción en campo. Se busca con énfasis encontrar, definir y utilizar el más práctico y aplicarlo como procedimiento que proporcione eficacia

Se puede ser eficiente al optimizar el proceso en entradas, operaciones y salidas, controlando los recursos materiales, mano de obra y tecnológicos, contra los resultados volumétricos en producción de la construcción, pero se puede descuidar y hasta perder eficacia en el mismo, si se descuidan los recursos de tiempo y financieros que ello implica, al evaluar el tiempo consumido y costo erogado para alcanzar tal volumetría de producción de la obra, Por tanto el equilibrio y la interrelación que se establezca para ser eficiente y eficaz en el trabajo de construcción, dependerá de la administración de dicho proceso.

La Administración efectiva de Obra de Construcción, requiere de un considerable cúmulo de antecedentes de conocimientos generales sobre la industria de la construcción, debido ha que esta familiarización global, con fundamentos certeros de la práctica de la construcción son de gran utilidad para el completo entendimiento de la Administración de Obra de Construcción.

Como se ha mencionado antes, la industria de la construcción juega un papel principal en la escena nacional, No solamente entra virtualmente en contacto con todos y cada uno de nosotros en la vida cotidiana, la construcción ocupa una posición fundamental en la economía nacional.

De acuerdo a la publicación del **Banco de México - Indicadores Económicos**, sobre el **P.I.B.** (Producto Interno Bruto), en la presente década de los noventa, la industria de la construcción a tenido un porcentaje promedio del 4.10% del total, y con tendencia a decrecer, claro que su comportamiento ciclico la ubica en esa etapa, pues esta es una de las características que la diferencian de otras

Asi mismo el **Indice de Volumen de la Producción** de esta industria ha crecido de ser 90.6 en 1991 a 93.2 en Enero de 1997. El **Indice de Volumen de la Inversión Fija Bruta** en esta industria ha crecido de ser 96 00 en 1991 a 124 50 en 1995

La actividad de esta rama industrial se ha visto afectada por el incremento en los precios de los insumos que requiere para su desempeño los costos de materiales, salarios de la mano de obra, elevados valores de adquisición en tecnología, maquinaria y equipo, así como la fluctuación de los factores económicos monetarios, paridad cambiaria desventajosa, especulación financiera y el ambiente inflacionario en general, han conmocionado el motor que mueve la industria de construcción.

El sector constructor ha enfrentado y ha asimilado esta carga, y para completar la información que muestran los Indicadores Económicos, cabe mencionar que El **Indice de Precios de Materias Primas Consumidas** para esta industria se ha incrementado de un 80.75 en 1991 a 220 955 en Febrero de 1997. Como consecuencia El **Indice Nacional de Precios Productor** en esta rama de actividad económica se ha incrementado de un 78.10 en 1991 a 192 345 en Febrero de 1997

El desarrollo nacional ha ido de la mano del desarrollo de esta industria; Los periodos de prosperidad económica nacional están comúnmente asociados a niveles elevados de actividad en la industria de la construcción, uno es el resultado natural del otro

Las obras de construcción representan empresas intrincadas y consumidoras de tiempo, El desarrollo total de cada una normalmente consiste de muchas fases, las que requieren de acudir a un diverso ramo de servicios especializados en el progreso, desde la planeación inicial hasta su terminación El trabajo que se realiza, comúnmente atraviesa por distintos escenarios que demandan de tomar direcciones diversas, tales como acudir a organizaciones financieras, agencias gubernamentales, ingenieros, arquitectos, abogados, compañías aseguradoras y de protección, contratistas y subcontratistas de construcción.

Durante el mismo proceso de construcción, aún tratándose de pequeñas estructuras se involucran muchas habilidades, materiales y literalmente, cientos de operaciones diferentes El proceso acoplado debe seguir un orden natural de eventos que, en combinación total, constituyen un complicado patrón de requerimientos individuales de tiempo y de interrelaciones secuenciales restrictivas entre todos los segmentos de la estructura

El grado de dificultad característico de cada obra de construcción es único, y no hay nunca dos trabajos exactamente iguales. En forma específica, cada obra es concebida para ser ejecutada en un medio determinado, para desempeñar una función específica y refleja necesidades, gustos y preferencias diferentes. Lo caprichoso de los lugares donde se realiza una obra y las posibilidades de adecuación, adaptación y modificaciones, aún en las obras más estandarizadas, producen que en la construcción de cada obra se obtengan nuevas y variadas experiencias.

El constructor establece su propia fábrica en el sitio de la obra, y extiende y establece sus costumbres de construcción en cada una de ellas.

Todas las complejidades inherentes a cada sitio de obra, tales como condiciones del subsuelo, topografía superficial, clima, accesos, suministro de materiales, servicios, subcontratistas locales, condiciones de mano de obra para el trabajo, etc., son parte innata de la construcción. Como consecuencia de esas circunstancias, las obras de construcción son tipificadas por su complejidad, diversidad y su naturaleza no estandarizada de producción.

### **El Proceso Administrativo de la Obra.**

El génesis de la Administración de Obra de Construcción procede de un orden definido con escenarios típicos en su desarrollo.

El proceso administrativo sigue las etapas de planeación, organización, dirección y control.

**Planeación** - La definición de cómo ejecutar y administrar la obra involucra el establecimiento de una cadena de características como la ubicación, criterio de desempeño, experiencia, magnitud, configuración, estrategia, capacidad en fuerza de trabajo, equipamiento, tecnología, servicios y otros requerimientos y necesidades que establecen los aspectos generales para ejecución y administración de la obra. La planeación conceptual se detiene en el diseño del plan de trabajo de los conceptos más representativos a detalle, que implica una considerable cantidad de trabajo mental preliminar y que se realiza en un tiempo realmente corto; Se reúne un equipo de profesionales de arquitectura e ingeniería, de profesionales expertos con suficiente conocimiento de los sistemas, métodos y procedimientos en administración de obra, y se cuenta con la asistencia y supervisión de técnicos especialistas en planeación de obra.

**Organización**.- La estructura del plan involucrando recursos bien definidos en cantidad y cualidades específicas, para llevar a cabo la ejecución y administración de la obra y en el tiempo acorde al de ejecución programada de la misma, estableciendo los niveles de autoridad y responsabilidad necesarios, definiendo líneas de comunicación hacia el interior y el exterior de la obra, estableciendo

mecanismos de control y decidiendo el sistema que se encargara del mismo, asi como el evaluar el costo que todo ello representa componen la etapa de organizaci3n para la ejecuci3n de la obra

**Direcci3n** - El aplicar efectivamente y durante el desarrollo completo de los trabajos de la obra de construcci3n, los esfuerzos de dise1o, planeaci3n y organizaci3n durante la ejecuci3n de la obra, por parte del responsable en manejar la obra en forma conjunta con un equipo de trabajo especializado, constituye la direcci3n de la administraci3n de la obra, encargada de promover la acci3n de los subordinados dentro del proceso para alcanzar lo planeado, por medio de la asignaci3n y promoci3n directa de funciones, tareas y responsabilidades, del estimulo y persuasi3n por la especificaci3n de cada actividad y para la especializaci3n en el trabajo, de la comunicaci3n y la coordinaci3n de estos subordinados en el trabajo dentro del proceso, la cual se descarga sobre los constructores administradores en jefe y en su equipo de trabajo de cada una de las obras

**Control** - Tomando en consideraci3n que desde la definici3n, el dise1o, la planeaci3n y organizaci3n del proceso de construcci3n y administraci3n de la obra se fueron estableciendo la forma y la medida de como se desea culminar 3sta. queda sentado precedente de los par3metros, normas y est3ndares contra los que se evaluar3 el completo y total desarrollo del proceso, en cada una de sus etapas y niveles, para mantener a la obra controlada dentro de los l3mites permisibles de costo, tiempo, cantidad y calidad, y mas a1n previendo posibles situaciones antes de que ocurran y realizando las modificaciones correspondientes con anterioridad al acaecimiento del fen3meno vislumbrado y previsto

La administraci3n de la construcci3n, es un t3rmino que se aplica al servicio profesional que complementa y desempe1a funciones "administrativas" con base en las "t3cnicas", el cual es provisto y aplicado para garantizar al constructor y al cliente de la obra, el logro de los objetivos y metas afines en costo, tiempo, cantidad y calidad.

La administraci3n de la construcci3n implica la aplicaci3n de conocimientos, habilidades, herramientas y t3cnicas a las actividades del proyecto de construcci3n, para el logro a conformidad del mismo o excediendo la satisfacci3n de las necesidades y expectativas que llevaron a su planteamiento

El logro o superaci3n de la satisfacci3n de necesidades y expectativas planteadas, invariablemente involucra el balance entre la demanda competente a

Panorama general, Espacio, Tiempo, Costo y Calidad

Planteamientos con diferentes necesidades y expectativas

Necesidades (requerimientos identificados) y expectativas (requerimientos no identificados)

La aplicación de las técnicas de administración de la construcción, puede ser enfocada a una parte definida de la obra, como incluir la responsabilidad total de la misma

El control de tiempo y costo de la obra de construcción realmente inicia desde las fases de definición, diseño, planeación y organización de la misma; En los escenarios primeros se realizan los estimados de costo o valorizaciones, y del ciclo de vida total de la obra. Los estándares técnicos de trabajo se comparan contra el costo, función, necesidades de servicio y mantenimiento y apariencia, con el objetivo de obtener el costo real de la construcción, operación, servicio y mantenimiento de la obra en toda su vida útil. Así como se desarrolla el diseño, tanto los sistemas, métodos y procedimientos constructivos, la tecnología, los materiales y la fuerza de trabajo a ser empleados y que involucra la obra de construcción, encuentran diferentes y variadas opciones y finalmente alternativas, que se someten al análisis factorial, así como a la aplicación de medios racionales de optimización para el proceso completo de construcción de la obra, en los términos de costo y tiempo

El presupuesto de costo de cada obra de construcción, avanza y encuentra su estructura definitiva en forma paralela al desarrollo de las fases de definición, diseño, planeación y organización de la misma.

El control de tiempo en estas fases se dirige hacia el respetar el tiempo de ejecución que establece el cliente o hacia minimizar el tiempo de ejecución propuesto por el constructor, y en cualquiera de los dos casos, en forma consistente con el costo total y la calidad de la obra

Los tiempos de suministro de materiales y equipamiento de la obra son revisados; Donde se involucran los periodos de estos suministros y resultan prolongados y provocan retraso de las actividades, se modifica la planeación y organización, y se programan los inicios de las adquisiciones lo mas pronto posible, tanto como lo permita el avance en la planeación y organización de la totalidad de la obra, o al menos de las actividades involucradas en el ajuste

Los sistemas, métodos y procedimientos de construcción se seleccionan entre aquellos cuyas características de costo, resultan mas favorables y mas adecuados a las especificaciones de la obra, así como de acuerdo a la disponibilidad del equipo de construcción necesario. La programación calendarizada preliminar para la ejecución de la obra, toma su forma durante el desarrollo de estas fases y de acuerdo a las modificaciones que en ellas se lleven a cabo.

El constructor administrador de la obra, asume la responsabilidad del manejo técnico - administrativo de la misma al desarrollarse los trabajos en campo, esta es base para cada obra en forma individual, y lo hace dueño de todos y cada uno de los aspectos técnicos - administrativos de la obra

En la obra se establece su residencia, así como para su equipo de trabajo. Se desempeña llevando las relaciones de trabajo con diferentes y variadas de personas y personalidades, organizaciones e instituciones cuya intervención en el desarrollo de la obra, que forman parte integral importante en la conducción y hasta la culminación de esta.

### **Objetivo de la Administración de Obra.**

El primer objetivo del equipo de construcción y administración es *"Terminar la obra de conformidad con sus especificaciones, en programa y dentro de presupuesto"*

La totalidad del sistema de administración de obra existe para procurar alcanzar ese objetivo, aunque obviamente esto no ha ocurrido en todos los casos, de lo contrario no se continuaría conociéndose ejemplos en los que con frecuencia, la obra falla por tener una pobre administración y como consecuencia se entregan fuera de tiempo, sobre presupuesto y en el peor de los casos se abandonan.

El razonamiento lógico conjunto que da origen a tal compromiso y que fusiona los objetivos del cliente o dueño, con los del constructor, es que el cliente o dueño, ya sea un particular o una dependencia gubernamental, ha decidido llevar a la materialización un proyecto y modificar con ello un entorno para incorporar en el mismo una nueva estructura, edificación, facilidad, instalación ó sistema, para brindar facilidades, beneficios y servicio a quienes está destinado, y ello a un costo razonable.

### **El Ingeniero Administrador de Obra.**

El constructor administrador de la obra en forma conjunta con su equipo de trabajo, dirige sus esfuerzos hacia la conjunción y conducción de todos los diversos elementos necesarios para la culminación satisfactoria de su trabajo.

El equipo de construcción - administración de obra, siempre se responsabiliza de determinar que es lo mas apropiado para cualquier proyecto dado.

El constructor administrador planea, organiza y controla el trabajo en ejecución en campo, con la responsabilidad de realizarlo conforme a las limitantes de tiempo y costo establecidas. El actúa como punto focal de todas las facetas de la obra y concentra todos los esfuerzos en su obra, para tener el efecto deseado en el proceso. Se encarga de negociar cada arreglo de trabajo, planea y toma decisiones en

cuanto al desarrollo del mismo, en las situaciones donde ocurren variaciones indeseables y en detrimento de su obra, actúa con el liderazgo necesario para conducir eficientemente los trabajos y a los elementos bajo su cargo. Su total responsabilización y compromiso con ello, le dan autoridad sobre todos esos elementos. La naturaleza constructiva específica de su obra le requieren de tomar acciones rápidas, de acuerdo a su iniciativa, intuición, capacidad, experiencia y resolución, lo cual le otorga el poder de llevarlas a cabo. Para ser efectivo debe tener el control completo del trabajo y ser la voz número uno en la obra. Su función es la de líder ejecutivo que provee la fuerza cohesiva que mantiene unidos los diversos elementos en un esfuerzo de equipo en la consecución de el fin común.

En proyectos de obras de construcción de importancia y magnitud relevante, el constructor administrador requiere ser de un individuo de permanencia de tiempo completo, regularmente se designa a un elemento de gran nivel dentro de la empresa constructora, elemento *suficientemente capacitado y experimentado para enfrentar tales empresas, quien reporta a los ejecutivos líderes empresariales de la compañía.* Este constructor administrador, es auxiliado por un grupo de trabajo que lo asiste desde la oficina central en el desempeño de sus funciones. La capacidad de este individuo le permite en algunos casos el administrar varios proyectos de menor magnitud en forma simultánea, aunque en su puesto no se desempeña como supervisor de campo, es el controlador de cada uno de ellos.

La dirección diaria de los trabajos en campo descarga la parte técnica de los mismos, en residentes y superintendentes de construcción en campo, quienes soportan la ejecución técnica de la obra, y son parte esencial del equipo de trabajo, así mismo la parte administrativa descarga su parte de los trabajos, en jefes y superintendentes administrativos. El constructor administrador en jefe se encarga de coordinarlos, así como a los subcontratistas involucrados, dirigiendo las operaciones de construcción y manteniendo sutilmente el progreso de la obra y dentro de programa. El hecho es que la autoridad dentro de la obra de construcción, la componen asociados los esfuerzos entre el administrador líder y sus representantes que controlan el aspecto técnico y administrativo, superintendentes o residentes, quienes trabajan unidos muy de cerca, aunque la figura central es el constructor administrador.

Para desempeñar eficazmente sus funciones, el constructor administrador debe poseer los siguientes atributos fundamentales.

- El constructor administrador debe tener el conocimiento y antecedentes consistentes en la práctica de la construcción.
- El constructor administrador debe estar perfectamente familiarizado con el trabajo intrincado de esta industria, sin tales bases fundamentales en construcción, el constructor administrador no estará completamente preparado para enfrentar sus responsabilidades.
- El constructor administrador debe contar y tener a su disposición, el personal necesario experto y experimentado en la aplicación de las técnicas especializadas de administración de obra, para la planeación, organización y control de las operaciones de construcción. Tales procedimientos deben ser desarrollados en forma específica para su aplicación en obras de construcción.

Debido a que se cuenta ya con las herramientas necesarias para desarrollar la administración de obra, contenida y accesible por medios computarizados, los sistemas para su aplicación se encuentran basados en la información y programación comercializada para tales fines, y por tanto el constructor administrador debe de contar con dicho sistema de soporte de trabajo en su obra.

- El constructor administrador debe de tener la personalidad, capacidad, experiencia y visión que le hagan apto para trabajar en armonía con grupos de trabajo diversos, frecuentemente extraños en personalidad y en variadas circunstancias. El constructor administrador, después de todo no puede con la gran carga de responsabilidad trabajando solo, aún haciendo grandes esfuerzos, debe de trabajar con y a través de otros en el desempeño de su trabajo, Requiere contar con un profundo sentido de apreciación y entendimiento del factor humano, y este es determinante, pues sin ello los demás atributos siempre necesarios, serán limitados en su eficacia

### **Filosofía Básica de la Administración de Obra.**

Simplemente al hablar de Administración, como el arte de Planear, Organizar, Dirigir y Controlar, las actividades y el proceso de obra de construcción, al mantener ese ciclo presente en una espiral ascendente, practicarlo cotidianamente y mejorarlo en la medida de los resultados, en una forma sencilla y cada vez perfeccionando los sistemas, métodos y procedimientos para ello empleados, se forja la filosofía de la administración de obra, El querer creer que establecer complejos, complicados y costosos sistemas de administración de obra, llevará a que éstas sean mas exitosas automáticamente, es falso, cada sistema debe ser diseñado precisamente para aplicarse en forma práctica, de acuerdo a las necesidades de cada obra y calculando que no impacte en un elevado costo, debe ser proporcionalmente adecuado.

El equipo de trabajo para la administración de obra, que se integra como un grupo de trabajo especializado para construir y administrar un proyecto, ocasionalmente sobrevive a la terminación de un proyecto, muchos proyectos se desarrollan por equipos creados e integrados con el único propósito de llevar a cabo tal, al finalizar su misión el equipo se desintegra y sus miembros son reasignados a nuevos proyectos

Muchos de los conocimientos necesarios para la administración de proyectos de obra de construcción son únicos o casi únicos, como el análisis de ruta crítica, las estructuras de trabajo desglosadas o desintegradas, el sistema de valor ganado, y la expedición por citar algunos ejemplos



La administración del proyecto de obra abarca la planeación, organización, dirección y control de las operaciones que conforman tal empresa; Las disciplinas de apoyo de las cuales echa mano la administración del proyecto incluyen, la programación computarizada, la legislación y jurisdicción dentro de la que se desenvuelve como industria la construcción, las teorías de probabilidad y estadística, la logística que contempla la administración y manejo de los detalles de una operación, y las disciplinas de recursos humanos o personal. Así mismo se complementa con otras áreas como el comportamiento organizacional, la predicción financiera y las técnicas de planeación, por mencionar algunas.

# **CAPITULO**

# **II**

## **La Función de Control en la Administración de Obra**

## **El Control y La Función de Control.**

El control es una actividad que forma parte de la vida cotidiana del ser humano , y que se realiza en diferente medida de acuerdo al objetivo de control, las circunstancias del medio en que se desenvuelve, las características del objetivo y otros factores

El control aparece en el proceso administrativo de la construcción, como la función sin la cual, la Planeación de la construcción resultaría incompleta, la Organización de la construcción carecería de flexibilidad y en la ejecución no se podría evaluar la calidad y la responsabilidad de la Dirección de la construcción y la de sus administradores.

La planeación debe ser corroborada, saber si lo que se predijo se llevó a cabo, en que forma, en que medida, en que tiempo, con que recursos, a que costo y con que calidad.

La organización debe ser corroborada, verificar la distribución de actividades del proceso, la delegación de responsabilidades, la jerarquización de las mismas y la asignación de recursos de acuerdo a lo que se planeó.

La dirección, en la ejecución presenta los aspectos anteriores en la realidad que dan pie a ser corroborados, y para alcanzar lo planeado descarga sobre los administradores el uso de sistemas, métodos y procedimientos de control de la construcción

Control es el trabajo o actividad que se realiza para verificar, reportar las desviaciones y sus mecanismos, regular y dictar medidas correctivas, mejorar y formular nuevos planes y programas de trabajo en un proceso, que lleva implícito, el realizarlos en el momento oportuno

El control mantiene la actividad del proceso dentro de límites congruentes y aceptables, los que pueden estar implícita o explícitamente establecidos en términos de metas, objetivos, planes, procedimientos, normas, estándares o reglas

Su necesidad se hace inminente debido a las equivocaciones, pérdida de esfuerzos, fricciones, recursos de mala calidad que entran al proceso, y otros muchos, que causan las desviaciones y variaciones en los resultados y desempeño obtenidos, respecto de los que se esperaban

## **El Control por Excepción.**

El control por excepción es un principio basado en la obtención de resultados y desempeño de un proceso, los cuales se han realizado de manera normal o casi perfecta, y en algunos casos de una mejor manera que la prevista, en estos casos no se reporta desviación, o variación en el proceso, solo el administrador presta atención primordial a las excepciones en puntos críticos para que el control administrativo se compruebe y sea más rápido y eficaz.

El caso excepcional se presenta cuando el administrador líder, verifica por sí mismo el desempeño de los subordinados y dependientes, realizando por sí mismo la verificación para el control.

El uso de la técnica de control por excepción, es la única forma de estar en la cima de la plétora de actividades de obra diarias. Esto se cumple aún si se han delegado propiamente tantas actividades como sea posible en otros miembros del equipo de trabajo. Existen muchos sistemas de control de obra avanzados como los diagramas calendarizados de ruta crítica, los presupuestos de control y los reportes de control de calidad, y de insumos, que están diseñados para informar y simplificar la detección de condiciones excepcionales.

La función controladora se basa en el principio de que la persona que realiza el control, no debe estar relacionada con el objetivo a controlar, ya que en la evaluación pueden involucrarse factores ajenos al proceso, como podrían ser, aspectos e intereses personales. Eso implica el que se debe definir, diseñar, planear y organizar un equipo de control de obra, el cual no debe estar involucrado directamente en la ejecución del trabajo de construcción, no puede ser el mismo que construye, así como independiente de las demás áreas de la obra, a las cuales va a monitorear, evaluar, medir y en su caso, decidir modificaciones.

## **Elementos Esenciales de la Función de Control.**

Para llevar a cabo la función de control en forma correcta, ordenada y adecuada, es necesario contar con tres elementos esenciales.

- 1) Primeramente, se debe *definir* que es lo que se va a controlar en el proceso, lo más importante para la obra.
- 2) Seguidamente, debe de *conocerse* a detalle y lo más completamente posible lo que se va a controlar, por medio de la consecución de documentación que contenga la mejor información del estado en que se encuentra el objetivo que se quiere someter a control.

3) Finalmente, debe de *tomarse acción* respecto de la información obtenida del objetivo a controlar, para corregir en su caso, el estado en que se encuentra, fuera de los límites congruentes y aceptables de funcionamiento y actividad de la obra

El control administrativo se ejerce sobre casi todas las actividades, como el control de inventarios, control de producción, control de mantenimiento, control de calidad, control de salarios, control de costos, etc. Es tan amplio que se puede hacer intervenir en todas las actividades de la obra, pero se debe definir que, como y en que medida y forma se va controlar, en el orden y de acuerdo a su importancia para la obra

El objetivo sometido a control puede ser sujeto de esta función con respecto de cada uno de los cuatro factores de Cantidad, Calidad, Costo y Consumo de tiempo

Las funciones que utiliza para alcanzar sus fines son . la Planeación, la Organización, la Dirección y las Políticas de empresa para llevar a cabo sus procesos.

La función básica del control de obra busca la modificación del comportamiento del objetivo a ser controlado, ya sea persona , objeto, actividad o todo el proceso

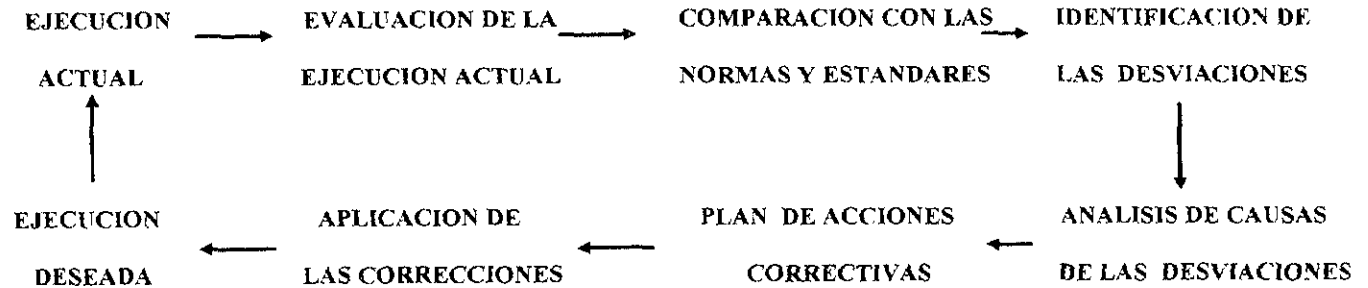
La función de control de obra conjunta a las demás funciones y técnicas administrativas. La Planeación y Organización de obra son ciertamente importantes al guiar los esfuerzos iniciales hacia la definición de metas por medio de las estrategias necesarias para ello, pero el control eficaz de la obra es definitivamente esencial.

En la Planeación y Organización inicial se pueden omitir o descuidar algunos aspectos o dejar de lado algunas cuestiones relativas a la visión con que se desea se lleve a cabo la obra en la ejecución, pero durante la Dirección y al aplicar el Control de obra, no se puede fallar ni siquiera en lo mas mínimo, si se espera terminar exitosamente cada obra

El Control de obra es el trabajo que conjunta, coordina y regulariza las acciones de construcción de la obra, de acuerdo a los planes para alcanzar una meta específica, definidos cada uno de los objetivos para terminar y entregar la obra, en el tiempo programado, dentro de presupuesto y con la calidad requerida. Calculados y valorizados los planes de ejecución y costo de la obra, y habiendo organizado su ejecución, lo que procede es controlar las actividades y el proceso, para poder entregar los resultados deseados.

## El Ciclo de la Función de Control y Fases de Control.

El Ciclo Básico de la Función de Control mantiene el desarrollo de la ejecución de la obra dirigida hacia los objetivos para alcanzar la meta deseada con el siguiente desarrollo



### CICLO DEL CONTROL DE OBRA

Básicamente el ciclo inicia identificando la ejecución actual, llevándola a su evaluación, la cual es comparada contra la que se planeó. Si se detecta desviación o variación, se procede al análisis de sus causas. Se formula un programa de acciones correctivas sobre las desviaciones y se aplican las correcciones sobre las variaciones para lograr la ejecución deseada; Se vuelve a iniciar el ciclo en la medida de la ejecución obtenida revisada y comparada contra los estándares. El ciclo se repite hasta que la variación a quedado regularizada.

## **Áreas de Control en la Obra de Construcción.**

De acuerdo al proceso preliminar de identificación y definición de lo que se va a controlar en la obra, como los conceptos clave de la obra, para conjuntar, coordinar y regularizar acciones para alcanzar la meta deseada, se definen las áreas de control primarias desde la planeación de la obra como :

- 1.- Área de control del Plan de Costo, que se refiere al presupuesto de la obra.
- 2.- Área de control del Plan Calendarizado de Ejecución, que se refiere al programa de la obra
- 3 - Área de control de los Estándares de Calidad, que se refieren a la calidad de obra que el cliente esta dispuesto a pagar
- 4 - Área de control del Plan de Suministros y Entrega de Materiales, que se refiere a las cantidades y los tiempos en que se realizarán.
- 5.- Área de control del Plan de Utilización y Producción de la Maquinaria de Obra, que se refiere a las unidades y los rendimientos que se tendrán
- 6 - Área de control del Plan de Utilización y Producción de la Mano de Obra. que se refiere al número de personal y los rendimientos que se tendrán.
- 7.- Área de control del Plan Financiero y Proyección del Flujo de Caja, que se refiere a la relación erogación - ingreso advirtiendo los periodos de estimación.

Por supuesto que existen muchas áreas menores de control, pero la mayoría de ellas, están relacionadas con todas las anteriores.

### **Control del Plan de Costo de Obra.**

El Control del Plan de Costo se vuelve el corazón, donde descansa en sí el control de obra. Se han desarrollado a través del tiempo muchas formas bien diseñadas para el Control de Costo tanto por dependencias gubernamentales, empresas constructoras y empresas financieras, para confinar este amplio espectro de la industria en proyectos de obras de construcción.

El Control de Costo se aplica sobre toda la obra, para cada actividad involucrada y para el tiempo correspondiente. El Control de Costo significa el control deseado de todos los costos de la obra, en cualquier forma posible. Esto significa que cada miembro del equipo de trabajo de la obra, tiene un papel que desempeñar en el control y la reducción de costos, y los constructores administradores, son los líderes del programa de contingencia de costos, así también deben reforzar constantemente esta filosofía.

El Control de Costo se aplica al Costo de Mano de Obra, Costo de Materiales, Costo de Maquinaria y Equipo de construcción, Costo de Subcontratos, Costo de Instalaciones y Oficinas en Obra, Costo de la Calidad, etc

### **Control del Plan Calendarizado de Ejecución de Obra.**

En ocasiones se relaciona el control de programa con el control de tiempo, aunque el tiempo es un recurso y quizás el más valioso, no se puede recuperar, y tampoco se puede controlar, el tiempo es de hecho inflexible

El programa calendarizado de ejecución, es un plan de trabajo por unidad de tiempo, el que se caracteriza por ser flexible. Si la situación de la obra requiere que se acelere el trabajo realizándolo en menos tiempo, se puede recuperar tiempo perdido en el pasado de la ejecución de la obra, haciendo ajustes en el futuro de su realización, y terminar en el tiempo previsto. Por lo tanto el trabajo es elástico y debe ser conformado a una escala de tiempo inelástica

### **Control de Calidad de Obra.**

La competencia en el medio de construcción ha resaltado la importancia y el requerimiento cada vez más exigente de cumplimiento con normas y estándares de control de calidad en la construcción, sobre todo en proyectos mayores, donde el cliente especifica los requerimientos de calidad para su proyecto. Además de contribuir al mantenimiento de la buena reputación de las empresas constructoras con estos requerimientos, la incidencia de la calidad en la construcción relacionada a los aspectos legales que incluye, ha ido también en aumento.

Para el constructor no hay cierta causa de complacencia en el control de calidad, pues a través de la historia se había dejado de lado este aspecto tan importante, que ahora lo sujetan a estrechos parámetros de control y que le exigen la certificación de la calidad de su trabajo, desde la fase de diseño hasta la entrega y funcionamiento aceptable de la obra puesta en servicio.

Se controla la calidad desde el diseño de las bases del proyecto, del diseño e ingeniería, del equipo, de los materiales, del recurso humano, de las condiciones bióticas, abióticas y antrópicas de la construcción en campo, hasta de la inspección y aceptación



### **Control del Plan de Recursos Materiales y de Maquinaria y Equipo de Obra.**

En la ejecución de la obra se manejan de acuerdo a la magnitud de la misma, cantidades variables de equipo y maquinaria de construcción, además de volúmenes variables de materiales en cada concepto de obra, La logística necesaria para contar con tales recursos en el momento preciso de su utilización, representa una gran capacidad administrativa de recursos

El control de tales recursos se aplica de acuerdo a su género particular, tanto para Maquinaria Mayor, Maquinaria Menor, Vehículos e Instalaciones, como para Materiales de Construcción, Materiales de Consumo, Materiales de Instalación y Equipo de Instalación Permanente.

Como se puede deducir, esta área de control involucra y se encuentra estrechamente relacionada con el manejo de inventarios de obra, de compras y adquisiciones, de almacenes de obra, talleres de obra, fletes a la obra, optimización de recursos, etc.

### **Control del Plan de Recursos de Mano de Obra.**

El recurso humano que participa en la ejecución de la obra, de acuerdo a los convencionalismos establecidos para remunerar el trabajo que desempeña, presenta en nuestro ámbito, tres formas posibles de control, para medir la ejecución y corregir las desviaciones que presente durante el desempeño de la obra

Por la asignación y contratación de un trabajo determinado por día o por jornada, en el que se requiere de una adecuada vigilancia y de un estricto control de calidad, que bien llevados pueden proporcionar óptimos resultados a un bajo costo.

Por la asignación y contratación del trabajo a destajo, en el que se requiere una mejor y una mayor vigilancia sobre la realización de los mismos, pues a falta de éstos se tendrá un mayor rendimiento pero menor calidad

Por la asignación y contratación de un trabajo por tarea, que se emplea en menor proporción que los anteriores, pues está restringido a los trabajos en los que el riesgo y la calidad sean mínimos, en el que el trabajo asignado puede ser realizado en menos tiempo del que dura la jornada

La Mano de Obra que se maneja en la Industria de la Construcción, se organiza básicamente bajo los niveles jerárquicos de: Maestro, Oficial y Ayudante ó Peón, y se encuentran otras varias como Oficiales, Operadores, Especialistas y otros

La Mano de Obra interviene en los costos de construcción que se refieren a la ejecución directa de los trabajos, su estudio se hace necesario para determinar las retribuciones en salario del personal individual o por cuadrillas, prorrateando el costo de mano de obra entre las unidades de producción ejecutadas para el tiempo para el cual se ha calculado el costo también denominado rendimiento de la mano de obra, cabe mencionar que el costo de mano de obra de los operadores de maquinaria se puede involucrar dentro del costo horario de la maquinaria y equipo, pues su rendimiento depende directamente del que proporciona la máquina y equipo

### **Control del Plan Financiero y la Proyección del Flujo de Caja de Obra.**

Pronosticar y controlar el estado financiero de obra, así como el flujo de caja de la obra en ejecución es de gran importancia, lo que implica principalmente la intervención de profesionales en el área financiera, pero el administrador habilitado en el manejo financiero y de los flujos de caja de la obra, tiene presente la cantidad de dinero en el momento de presentarse las erogaciones

Además este concepto está siempre presente para el cliente, dueño o el inversionista, pues es vital conocer el manejo de sus finanzas Frecuentemente los proyectos de construcción mayores implican la inversión de fuertes sumas de capital, en cada caso estos representan grandes sumas de costo de interés, lo que se ha presentado a través del desarrollo de muchos proyectos y en diferentes formas, pero generalmente han seguido un patrón de fases de compromiso, revolvencia de capital y periodo de recuperación de la inversión

# **CAPITULO III**

## **Necesidad del Control de Obra de Construcción**

## Clasificación de las Obras de Construcción.

Una de las características especiales de la industria de la construcción, es la gran variedad y diversidad en que se divide y subdivide por familias genéricas, especialidades, partidas, grupos y categorías de la industria que van desde la instalación, la construcción, reconstrucción, ampliación, mantenimiento, y servicio hasta el desmantelamiento y demolición de obras dentro de esta rama industrial.

Dentro de cada categoría se pueden enlistar innumerables tipos de actividades de construcción, lo que da una idea de la complejidad de cada obra de construcción y su individualidad dentro de un grupo, aunque la tecnología de construcción tiende a volver menos complejas a estas

En forma resumida, las familias genéricas y grupos de partidas en que se puede dividir la industria de construcción de nuestro país es como sigue

### "PARA CONSTRUCCION PESADA EN INFRAESTRUCTURA MAYOR : VIAS TERRESTRES"

#### A.- CAMINOS

##### *TERRACERIAS*

Desmontes  
Excavaciones en cortes  
Excavaciones en prestamos  
Formación y compactación de terraplenes-Subrasante  
Reafinamiento de canales  
Excavaciones en canales  
Acarreos de terracerias

##### *PAVIMENTOS*

Sub-base  
Base  
Riego de impregnación  
Riego de liga  
Estabilizaciones de pavimento  
Recuperaciones de pavimento  
Carpeta de rodadura de concreto asfáltico  
Carpeta de rodadura de concreto hidráulico  
Riego de sello  
Acarreos de pavimentos

*OBRAS DE DRENAJE Y TRABAJOS DIVERSOS*

Excavaciones para estructuras  
Rellenos en estructuras  
Obras de contención y retención  
Mamposterías  
Zampeados  
Concretos en estructuras  
Acero de refuerzo en estructuras  
Alcantarillado  
Subdrenes  
Demoliciones  
Guarniciones y bordillos  
Cunetas y contracunetas  
Lavaderos  
Acarreos de obras de drenaje

**B - AEROPISTAS**

*TERRACERIAS*

Desmontes  
Excavaciones en cortes  
Excavaciones en prestamos  
Formación y compactación de terraplenes-Subrasante  
Reafinamiento de terraplenes  
Excavaciones en canales  
*Acarreos de terracerias*

*SEÑALIZACION*

Pintura  
Señales (letreros, postes indicadores, marcas en pavimento, etc )  
Limpiezas

*PAVIMENTOS*

Sub-base  
Base  
Riego de impregnación  
Riego de liga  
Estabilizaciones de pavimento  
  
Carpeta de rodadura de concreto asfáltico  
Carpeta de rodadura de concreto hidráulico  
Riego de sello  
Acarreos de pavimentos

*OBRAS DE DRENAJE Y TRABAJOS DIVERSOS*

Excavaciones para estructuras  
Rellenos en estructuras  
Obras de contención y retención  
Mamposterías  
Zampeados  
Concretos en estructuras  
Acero de refuerzo en estructuras  
Alcantarillado  
Subdrenes  
Demoliciones  
Guarniciones y bordillos  
Cunetas y contracunetas  
Lavaderos  
Acarreos de obras de drenaje

**C - FERROCARRILES**

*TERRACERIAS*

Desmontes  
Excavaciones en cortes  
Excavaciones en prestamos  
Formación y compactación de terraplenes-Subrasante  
Reafinamiento de terraplenes  
Reforzamientos  
Excavaciones en canales  
Acarreos de terracerías

*SEÑALIZACION*

Pintura  
Señales (letreros, postes indicadores, marcas en pavimento, etc.)  
Limpiezas

*BALASTO Y VIA*

Sub-balasto  
Balasto  
Durmientes de madera  
Durmientes de acero  
Durmientes de concreto  
Vía y accesorios  
Acarreos de balasto y vía

*OBRAS DE ARTE*

Excavaciones para estructuras  
Rellenos en estructuras  
Mamposterías  
Zampeados  
Concretos en estructuras  
Acero de refuerzo en estructuras  
Alcantarillado  
Subdrenes  
Demoliciones  
Cunetas y contracunetas  
Lavaderos  
Contenciones  
Acarreos de obras de arte

**D - TUNELES**

Desmante  
Despalme  
Excavaciones en portal  
Excavaciones en túnel (barrenación y voladura)  
Excavaciones en túnel (con escudo)  
Ademes  
Revestimientos  
Drenajes  
Acarreos de túneles (rezagas)  
Limpiezas

*SEÑALIZACIÓN*

Señales de Ferrocarril

Limpiezas

**E.- PUENTES**

Infraestructura en puentes  
Subestructura en puentes  
Superestructura en puentes  
Obras complementarias  
Limpiezas

**F - OBRA METRO**

Infraestructura en obra metro  
Subestructura en obra metro  
Superestructura en obra metro  
Obra electromecánica en obra metro  
Obras complementarias  
Instalaciones en obra metro  
Acarreos  
Limpiezas

**"PARA CONSTRUCCION PESADA EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA MAYOR EN GENERAL"**

**A - PRESAS**

Obras de desvío  
Obras de conducción  
Cortinas  
Obras de toma  
Vertedores  
Casa de máquinas  
Obra electromecánica  
Obras complementarias  
Acarreos  
Limpiezas

**B - LINEAS DE CONDUCCION Y PLATAFORMAS**

Obras preliminares  
Oleoductos  
Gasoductos  
Gasolinoductos  
Líneas mixtas  
Obras de protección  
Obra industrial  
Protección anticorrosiva  
Protección catódica  
Obras complementarias  
Plataformas Marinas  
Acarreos  
Señalamientos  
Limpiezas



**C - OBRAS DE RIEGO**

Pozos  
Canales  
Drenes  
Renivelacion  
Obras complementarias  
Acarreos  
Limpiezas

**D - OBRAS MARITIMAS Y FLUVIALES**

Muelles  
Escolleras  
Espigones  
Rompeolas  
Dragados  
Obras complementarias  
Acarreos  
Limpiezas

**E.- LINEAS DE TRANSMISION**

Obra civil  
Obra electromecánica  
Obras de protección  
Obras complementarias  
Acarreos  
Limpiezas

## "PARA EDIFICACION, URBANIZACION E INSTALACIONES EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA MENOR EN GENERAL"

### A.- EDIFICACION E INSTALACIONES

Obras preliminares  
Cimentaciones superficiales  
Cimentaciones profundas  
Estructura  
Albañilería  
Yesera  
Cancelería  
Vidriería  
Carpintería  
Cerrajería  
Pintura  
Acabados en pisos y muros  
Limpiezas  
Instalación hidráulica  
Instalación sanitaria  
Instalación de gas  
Instalación eléctrica  
Instalaciones especiales  
Estructura metálica  
Limpieza  
Varios

### B - OBRA INDUSTRIAL

Tanques, recipientes y torres  
Tuberías, conexiones y válvulas  
Limpieza y protección anticorrosiva  
Soldadura, montaje y anclaje  
Estructuras y techumbres metálicas  
Pruebas hidrostáticas  
Instalaciones en general  
Instalación de vía  
Acarreos  
Limpiezas

## "PARA URBANIZACION EN OBRAS DE INFRAESTRUCTURA MENOR EN GENERAL"

- A - **URBANIZACION**
  - Terracerias para urbanización
  - Pavimentos para urbanización
  - Banquetas para urbanización
  - Guarniciones para urbanización
  - Obras de drenaje para urbanización
  - Obras de agua potable
  - Obras de alumbrado
  - Jardineria
  - Obras complementarias
  - Acarreos
  - Limpiezas

Aunque se observa que existen partidas comunes a diferentes familias genéricas, es importante mencionar que al menos existen cuatro cualidades en común a todas ellas:

- 1 - Cada obra es única y la misma no se repite
- 2 - Los trabajos de la obra contra su calendario de ejecución y presupuesto, producen un resultado específico
- 3 - El equipo de construcción y administración de la obra, atraviesa muchas líneas organizacionales y funcionales que involucran virtualmente a cada departamento de la empresa constructora.
- 4 - Las obras se presentan en diferentes y variados escenarios en campo, en diferente y variada magnitud y tamaño, y en diferente y variada complejidad

Las empresas y organizaciones constructoras desempeñan el trabajo que involucra operaciones o proyectos, aunque ambas pueden conjuntarse. Las operaciones y los proyectos comparten muchas características como son:

Se desarrollan por personas.

Se constriñen por recursos limitados

Se planean, organizan, ejecutan y controlan

Operaciones y proyectos difieren primordialmente en que las operaciones son secuenciales y repetitivas, mientras que los proyectos son temporales y únicos. Un proyecto es un esfuerzo consciente temporal hacia un fin, decidido para crear un producto o servicio únicos. Temporal significa que el proyecto tiene un inicio definido y un fin definido.

Único significa que el producto o servicio es diferente en muchas formas distintivas de otros productos o servicios similares.

Raramente se encontrará en la construcción de obras, que dos estructuras sean construidas exactamente iguales. Todo proyecto de construcción tendrá su particular grado de dificultad y aquellas características que la hacen única.

Los proyectos se deciden y llevan en todos los niveles de la organización; pueden involucrar a una persona o a varios miles; pueden requerir de menos de 100 horas para ser ejecutados o más de 10,000,000, los proyectos pueden requerir la intervención de una simple unidad de la organización, o pueden envolver y cruzar varias líneas entre áreas y unidades organizacionales, constituyendo sociedades de riesgo y asociaciones internas y externas. Los proyectos frecuentemente se constituyen como componentes críticos del desarrollo de la estrategia de negocios de la organización.

El constructor administrador debe de enfrentar la intrincada red de líneas de la organización de la empresa constructora, y en cualquier momento que sea necesario. Debido a que no todas las unidades, ni todas las áreas y sus contactos tienen los mismos objetivos que el equipo de construcción, el constructor administrador debe manejar con sumo cuidado cada uno de estos y trabaja para lograr el objetivo para alcanzar el control eficaz de la obra, que es lo que compete bajo su responsabilidad, dirigiendo la componente de esos esfuerzos de cada parte involucrada de la organización.

### **Variables de la Obra de Construcción.**

Algunas variables únicas de la obra de construcción tales como el tamaño, la magnitud, la complejidad característica particular y el ciclo de vida, solo se presentan en el ambiente de esta industria. Usualmente las obras mayores se vuelven complejas solo por razones que acusan problemas de dimensionamiento y área de trabajo. Las obras menores también se vuelven complejas debido al empleo de nuevas tecnologías, ubicaciones remotas, calendarios estrechos, trabajos detallados y otros factores particulares de éstas. En ocasiones las obras menores son más complejas y se vuelven más difíciles que las mayores.

Así mismo las variables de cada obra de construcción dependen de la familia genérica, grupo y partida a la que corresponda, ya sea obra de construcción pesada en infraestructura mayor, para edificación, urbanización, instalaciones u otra en infraestructura menor.

## Fases del Proyecto de Obra y Ciclo de Vida del Proyecto de Obra.

Debido a que cada proyecto de obra es un planteamiento único, ello implica un cierto grado de incertidumbre. Las empresas constructoras, usualmente dividen, durante la organización del proyecto, en varias fases el desarrollo del mismo, lo que permite un mejor manejo y control, así como las ligas apropiadas de las operaciones secuenciales del desempeño de la organización. En conjunto las fases del proyecto de obra se conocen como el ciclo de vida del proyecto.

Cada fase de proyecto está marcada por la realización completa de una o varias entregas. Cada entrega debe ser tangible, producto verificable del trabajo, tal como un número de unidades de producción, de volumen de obra producido, un estudio lógico, un diseño detallado o un prototipo a trabajar. Las entregas y por tanto las fases son parte de una secuencia lógica diseñada generalmente para asegurar la definición propia del producto del proyecto.

La conclusión de una fase de proyecto está generalmente marcada por la revisión de ambas claves de entrega y desempeño del proyecto de acuerdo a:

- a) Si el proyecto debe continuar en su siguiente fase o
- b) Detectar y corregir errores costosos efectivamente

Estas revisiones de fin de fase son frecuentemente denominadas salidas de fase, puentes entre escenarios o puntos de corte de proyecto.

Cada fase de proyecto normalmente incluye un prototipo o modelo de productos definidos de trabajo, diseñados para establecer el nivel deseado de control del proyecto.

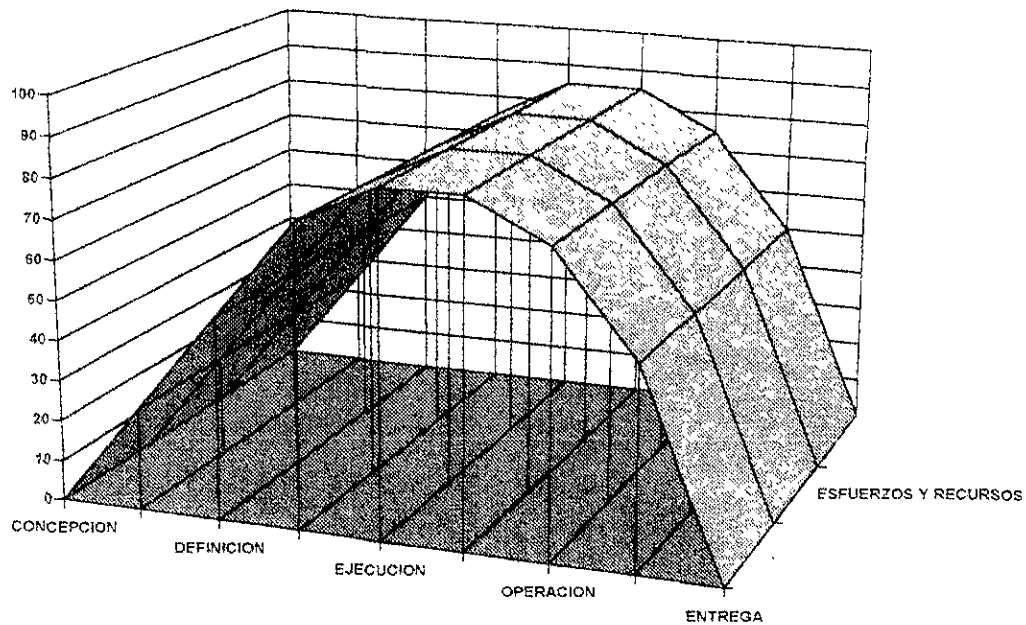
Todo proyecto de obra de construcción atraviesa por un ciclo de vida típico. Se inicia con la fase conceptual, después pasa a una fase de definición, para dar paso a la fase de ejecución. Finalmente se alcanzan las fases de puesta en marcha y luego de entrega donde el cliente o dueño acepta la obra terminada y puesta en operación.

La fase de ejecución de la obra es la que cuenta con el mayor consumo de recursos, lo que la hace punto focal del ciclo del proyecto de obra.

El ciclo de vida del proyecto define el inicio y el fin del mismo, la conceptualización correcta de este determinará si el estudio de factibilidad es tratado como la primer fase del proyecto o por separado, como proyecto aislado. También determinará las acciones transicionales se incluirán al final del proyecto, y cuales no, así, de esta forma se puede utilizar la definición del ciclo de vida del proyecto para vincular el proyecto en sus operaciones secuenciales del desarrollo de la organización.

La definición de secuencia de fases para muchos ciclos de vida de proyectos, generalmente involucra algunas variadas formas de intercambio de tecnología, o dependencias ligadas tales como requerimientos para diseño, del diseño a la construcción, o de la construcción a la operación.

Las entregas de la fase predecesora son usualmente aprobadas antes de iniciar el trabajo de la siguiente fase. La práctica de este traslape y dependencia de fases, se denomina ruta rápida.



**GRAFICA DEL CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DE OBRA DE CONSTRUCCION**

Debido al amplio margen de actividades y procesos constructivos que se desarrollan en esta industria, los cuales requieren la utilización de recursos, sistemas, métodos y procedimientos diferentes, sumado a que los sitios de construcción son temporales y frecuentemente muy remotos, a que las capacidades plenas de producción de la obra duran algunos meses o quizás algunos años, a que la gerencia de construcción de la obra ocasionalmente tiene un control de la política de construcción y de las finanzas de la obra y no logra la autosuficiencia, y además a que dentro de la obra se divide el personal en ejecutivos permanentes y en operativos transitorios, se manifiesta de forma muy clara, la necesidad de aplicar el sistema suficientemente eficiente de control de obra dentro de su administración, capaz de mantener la planeación y adecuar la organización de la misma, adaptándose a las diferentes condiciones que varían de una obra a otra, lo suficientemente flexible para llevar el control efectivo de las actividades que se ejecutan, bajo la multiplicidad de condiciones locales

*Ninguna planeación esbozada en papel trabajará en forma continua en la ejecución material de la obra, aunque teóricamente sea perfecta.* Los retrasos imprevistos, restricciones inesperadas y factores desconocidos atentarán contra la ejecución uniforme de los trabajos de la obra planeada y proformada. Esto hace evidente la necesidad de que se diseñe, establezca y aplique el sistema adecuado de control de obra, y que la responsabilidad del mismo principalmente recaiga en los constructores administradores, quienes se deben mantener informados en forma continua y precisa, de la magnitud y la forma en que se lleva el avance de los trabajos, así como de que se realicen predicciones lo más exactas posibles acerca del efecto de cada una de las variaciones en el sitio de los trabajos y como afecta a los recursos disponibles y las actividades posteriores

Como su objetivo es realizar la función de control de obra, revisando los sistemas, métodos y procedimientos de construcción utilizados y prever las necesidades futuras de la obra, para asegurar la terminación exitosa de la misma, y lograr ser eficaces en su afán de mantener bajo control la ejecución de la obra, debe de contarse con los medios para determinar en forma rápida las soluciones adecuadas a los problemas cotidianos, de tal forma que las correcciones requeridas dentro de un plan de acción puedan aplicarse con prontitud.

Comúnmente se acostumbra el método tradicional de acelerar todo el trabajo que se encuentre retrasado, como solución en campo al problema de sobrepasar el programa de ejecución, pero ello tiene un costo muy representativo, y generalmente en su momento pasa desapercibido para los directores y gerentes constructores administradores

En la misma medida en que el plan sea preciso y lógico, más fácil será realizar el trabajo correctivo, que vuelva al desarrollo controlado de la obra de acuerdo al programa.



Este procedimiento consiste en la revisión periódica de la ejecución de la obra, realizar los ajustes necesarios y en forma adecuada sobre las predicciones originales con los eventos reales, midiendo el costo que representa el tomar dichas medidas correctivas para remediar los problemas, el cual puede ser estimado con suficiente precisión

## **NECESIDAD DEL CONTROL DE COSTO Y PLANEACION FINANCIERA.**

Las oportunidades para mejorar la administración financiera y la contabilidad de costos en la industria de la construcción, existen y la empresa constructora debe buscar y aprovechar tales retos. Para mantener sano un negocio como la construcción, es indispensable la competencia, así como también lo son las utilidades que permiten a las empresas constructoras, financiar contratos, mantener una planta de personal suficiente y eficiente, y obtener rendimientos suficientemente razonables y atractivos sobre las inversiones de los accionistas.

Las empresas constructoras que se desempeñan obteniendo márgenes de utilidad reducidos, a causa de la intensa competencia, se enfrentan al serio problema de ir a quiebra, si no cuentan éstas, con la planeación financiera y realizan el presupuesto de costo de sus obras en forma paralela con una dirección técnica y administrativa de primer orden, que planea, organiza, dirige y controla éstos aspectos.

En la planeación financiera se realizan los cálculos precisos acerca del margen de utilidad necesario, para sufragar los gastos fijos de administración de las obras, los cambios en los recursos, los dividendos y el costo financiero de cada una de ellos. De acuerdo a una estructura financiera definida, se puede determinar el volumen máximo de trabajo que puede manejarse para brindar resultados satisfactorios, ello requiere de contar previamente con un sistema eficiente de presupuestación y análisis de costos, que encuentre el apoyo suficiente en su parte complementaria en campo, en un departamento confiable de estimaciones de obra durante la ejecución y hasta el finiquito de obra.

Si se basan los datos para formular el cobro de estimaciones en el desempeño del trabajo en campo, y en los costos correspondientes, la contabilidad de costos se simplifica y se vuelve cada vez más objetiva, con lo que las estimaciones se basan en datos más exactos y la función de control de costo se realiza en forma eficaz y de acción oportuna.

*El éxito de la construcción en campo, depende del entendimiento y el buen uso que se de al sistema de control de costo de la obra aplicado, ya que, como en cualquier negocio, el estado financiero de cada una de las empresas emprendidas, en este caso en cada obra,*

representa el catalizador mas representativo de la situación en que se desarrolla, pues en resumidas cuentas esta relacionado con todas y cada una de las áreas de la obra y con los recursos que en ellas intervienen, que para el constructor administrador, se refleja en dinero

Las estimaciones derivan del presupuesto de costo del volumen ejecutado de obra, y las variaciones que en ellas ocurran se deben determinar, tan pronto como se presenten, tomando las medidas correctivas pertinentes. De la misma manera y en forma paralela se detectan y corrigen en el sitio de los trabajos las variaciones de costo y de presupuesto acaecidas

# **CAPITULO IV**

## **Etapas, Tipos y Mecanismos del Control de Obra de Construcción**

## **ETAPAS DEL CONTROL DE OBRA.**

Las etapas en que se divide el Control de Obra y cualquier proceso para alcanzar sus objetivos en forma correcta, en la forma lógica y ordenada, son tres

### **I ESTABLECIMIENTO DE LOS PARAMETROS, NORMAS Y ESTANDARES.**

El establecer parámetros que lleven a la definición, publicación y establecimiento de normas y estándares en la obra de construcción consiste en partir de diseñar las medidas de comportamiento que determinen previamente que resultados se desea obtener, en que magnitud o medida de importancia, en que tiempo, con que recursos y con que calidad, esto es el fruto de la planeación realizada anteriormente al acaecimiento del fenómeno controlado

En la industria de la construcción existen publicadas diferentes y en gran cantidad, normas y especificaciones para la ejecución de la obra construcción, para una casi toda de actividades de cada género de construcción. En adelante, se denominará "Patrón" a estas especificaciones, normas y estándares para la construcción. En base a estos patrones establecidos y a las necesidades del cliente se estructura y generan las bases de evaluación, medición y comparación.

### **II EVALUACION , MEDICION Y COMPARACION CON LOS PARAMETROS, NORMAS Y ESTANDARES.**

El evaluar los resultados en la obra de construcción, consiste en medir y comparar con los patrones preestablecidos, la ejecución y desempeño de lo realizado con lo planeado. En esta etapa se realiza la detección de variaciones y desviaciones, y el riguroso registro y documentación de estos fenómenos

#### **Variaciones Comunes y Variaciones Especiales.**

Todo proceso productivo tiene variaciones, La capacidad de los procesos está marcada por estas dos variaciones, todo proceso que presenta variaciones comunes sigue siendo igual, esta variación es inherente en cualquier proceso.

En un proceso productivo como la construcción de obras, la variación común puede ser causada por factores como mala iluminación, falta de capacitación, diseño errado, etc. La variación especial puede ser causada por introducción de materiales nuevos en el proceso, de materiales deficientes y diferentes a los requeridos, al desempeño de una máquina o equipo en mal estado, la integración de un operario nuevo, etc.

Las variaciones, ya sean comunes o especiales en todo proceso productivo, provocan cambios en los resultados y en el desempeño de los mismos

### **III CORRECCIÓN, ADAPTACIÓN Y AJUSTE DE LAS VARIACIONES Y DESVIACIONES.**

En caso de que los resultados evaluados no coincidan con los patrones, se utiliza la información registrada de las variaciones detectadas, para proceder a definir y aplicar un plan de acciones y medidas correctivas que lleven a la realización de las metas, los objetivos y planes de la obra.

El control de obra proyectado sobre la previsión de las variaciones posibles en el futuro del proceso, se caracteriza por la flexibilidad, que permite adaptaciones y ajustes sobre las discrepancias, que originan las variaciones y desviaciones en los resultados de la ejecución y el desempeño, admite ajustes y está presente en cada actividad, esta es una característica dinámica de la función de control

### **TIPOS DE CONTROL**

De acuerdo al concepto general, el control se clasifica en tres tipos, de acuerdo al momento en que se apliquen los mecanismos de la función de control.

#### **CONTROL DIRECCIONAL.**

El mecanismo de control, actúa en el receptor, antes de que la actividad o el proceso completo concluya. La función de control tiene la finalidad de modificar la dirección, esto es, la ejecución actual, en que se encuentra el proceso, o el objetivo controlado antes de culminar su desempeño. Se enfoca al nivel anterior al último de actividad o proceso

En la construcción observamos por ejemplo, en etapas de producción de estructuras de concreto reforzado, cuando al revisarse las cimbras del moldaje y los aceros del refuerzo en las estructuras, las condiciones de humedad y limpieza del lugar de vaciado del concreto, se ha muestreado y evaluado la calidad de los agregados, del cemento y del agua en laboratorio, se han obtenido especímenes del material de la mezcla para someter a prueba, así como otras actividades, que llevan a permitir las condiciones bajo control antes del colado de la estructura de que se trate

### **CONTROL APROBADO - REPROBADO.**

El mecanismo de control actúa en el receptor, examinándolo en cada nivel de actividad o de proceso, y solo aprobando el antecesor se realiza el sucesor. La función de control es particularmente propia del control de calidad, la que abarca desde el diseño de las bases del proyecto, del diseño e ingeniería de construcción, de los recursos, de la construcción en campo, hasta la inspección y aceptación. El mecanismo de control actúa directamente sobre objetivos definidos, y requiere de ser perfectamente flexible y adaptable para aplicarlo sobre actividades y etapas de la construcción sujetas a la variabilidad de condiciones del sitio, en donde se desempeña el proceso

En la construcción observamos por ejemplo, en etapas de excavación de túneles, donde se mantienen condiciones de riesgo continuas y las mismas debe de reducirse al mínimo permisible, cada etapa del trabajo, la barrenación, carga de explosivos, la voladura, la ventilación y rezaga en el frente llevan el estricto y riguroso cumplimiento de revisiones y aprobación de las mismas como requisito para el seguimiento y realización de una antes de la otra

### **CONTROL POSTOPERACIONAL.**

El mecanismo de control, opera después de concluida las actividades, operaciones, etapas o todo el proceso, se enfoca después de que se realizan, al final de los mismos. La evaluación se lleva a cabo en el producto terminado, sobre los resultados. La función de control es particularmente propia del control de costo y de programa calendarizado de ejecución de los sistemas tradicionales de administración de la construcción, que sólo una vez terminado el proceso total de la obra, averiguan con que resultados se culminó el trabajo, y no en todo momento y en cada una de sus etapas

En la construcción observamos por ejemplo, en los procedimientos de finiquito de obras, que a falta de documentar el proceso, identificar el desarrollo en cada tiempo de ejecución, de carecer de control eficaz, y una vez que se termine la construcción, el constructor realiza su propia evaluación interna de erogaciones y de cobro de estimaciones realizadas, en la víspera del finiquito del trabajo, y se encuentra ante la situación de que ha sobrepasado su estimado de presupuesto, lo que propicia una situación que lleva al desacuerdo con la supervisión del cliente, o directamente con éste último, pues el constructor forzosamente querrá llegar a cubrir el estimado, llegando a realizar proposiciones deshonestas o amenazas al cliente para alcanzar su objetivo mal planteado desde su inicio

### **MECANISMOS DE CONTROL DE OBRA.**

Durante el monitoreo del proceso de construcción de la obra, al mantener y seguir la pista muy de cerca del trabajo en campo, es responsabilidad del equipo y del constructor administrador, llevar el seguimiento por medio de sistemas adecuados de la medida del desempeño de las fuerzas en campo, contra los estándares propios previamente establecidos

Cada constructor es responsable del desarrollo de sus propios valores de productividad, específicos del proyecto de que se trate. Los constructores administradores se responsabilizan de producir y mantener en el trabajo, rangos efectivos de productividad en cada proyecto de obra de construcción, acordes a las metas y objetivos que comprometen al mismo

Los sistemas de "Valor Ganado" y de "Estimado por Completar", se utilizan para cada actividad de trabajo en campo. Los proyectos de obra de construcción se descomponen en grandes grupos de actividades o partidas de trabajo, por áreas de proyecto; a la vez las actividades que componen cada partida o grupo, se descomponen en sus componentes mayores, que representan cada operación de trabajo y que se presentan como conceptos o ítems de trabajo

Durante el monitoreo de los trabajos en campo, llevarlo a niveles de descomposición para su seguimiento tan detallados, no resultaría conveniente, pues no sería factible económicamente, ya que su costo repercutiría dentro del presupuesto del costo indirecto en campo; En tal caso un monitoreo de las actividades agrupadas o globalizando a una unidad de trabajo varias componentes de partida ejecutadas, es más conveniente y ello no reduce la precisión del control más que en forma sutil, pero a un más bajo costo

Partiendo de la base de que, como se mencionó anteriormente, el control de costo es el mecanismo donde descansa el control de obra, para desde ahí llevar a la definición de los demás controles que giran en torno al mismo, se definen los mecanismos de control de la mano de obra, de maquinaria, equipo, vehículos e instalaciones, de materiales, refacciones y accesorios, de los desperdicios y desechos generados, de la calidad del proceso de la obra y del programa, entre los más importantes

Se ha comprobado en la práctica aplicada en construcción como en otras industrias, que el llevar un eficiente sistema de control de calidad del proceso de construcción, implica, brinda grandes beneficios y posibilita a los ingenieros constructores administradores, responsables de proyecto, para que involucrándose las partes que participan en la ejecución de la obra se mantenga el control de todas las áreas del proyecto, y que por su interrelación e interdependencia bajo este mecanismo principal de control se garantice el funcionamiento de los demás y se lleven a cumplimiento los objetivos y metas

El mecanismo de control evalúa mediante el sistema de aprobación por etapas (aprobado - reprobado) cada parte del proceso, desde el inicio hasta su culminación, entrega y aceptación satisfactoria

El éxito del control de obra, gira en torno a la correcta operación de los mecanismos diseñados y designados para tal fin, por lo que se considera importante para todo constructor administrador tener presentes las siguientes condiciones

### **1) Establecimiento de prioridades,**

Como primer requisito que condiciona la eficacia de todo proceso y de la administración de la construcción, se encuentra el establecimiento de prioridades para las actividades de trabajo. Las actividades clasificadas como rectoras, de carácter urgente por ejecutar, se encuentran encabezando el listado de revisión cotidiana de actividades. No se deben atender éstas en forma de como van presentándose, sin haberlo previsto, llegando en determinado momento a acumularse y ocasionar caos. Se debe recordar que la administración y su función de control del proyecto de obra de construcción funciona basado en la previsión de los fenómenos que pueden acaecer en cualquier proceso.

Las actividades del listado de revisión y por ejecutar, se ordenan completamente como mínimo en forma diaria, en adición al manejo de la obra día a día de las operaciones y actividades de proyecto. Se debe asegurar de asignar la prioridad más alta a aquellas actividades relacionadas directamente con el costo y calendario de ejecución, así como con la calidad del proyecto. También recibirán una alta prioridad aquellas que implican la relación directa entre el cliente y el constructor del proyecto de obra.

La solución de problemas debe delegarse al equipo y el personal de trabajo responsable, en forma jerárquica y grado descendente y en forma sutil, aquellas actividades y operaciones de construcción que comprometan y sean de competencia total de la administración de la construcción, deben ser tratadas también como de prioridad elevada.



Todas aquellas actividades ordenadas de mayor a menor prioridad, tienen que ser llevadas a cabo con la rutina calendarizada de actividades de proyecto, y seran programadas, revisadas y reporteadas periodicamente con el avance a la vez que también seran inspeccionadas, para lo que se debe disponer del tiempo necesario para realizar el control

Una herramienta de apoyo para administrar el tiempo requerido, consiste en mantener diariamente un listado escrito de los pendientes y actividades prioritarias por ejecutar, en forma sencilla para no pasar por alto u olvidar alguna prioridad

## **2) Control por excepción.**

El control por excepción como técnica para la administración de procesos, ha sido considerado como la forma de mantener en el mas alto nivel de ejecución el número de actividades diarias de obra, Esta tecnica, fundamentada en la delegación responsable del manejo de un proceso, logra sus mejores expectativas, si se delega propiamente tanto como sea posible, el mayor número de actividades, operaciones, responsabilidades y compromisos en otros miembros del equipo de ejecución y de control del proyecto de obra de construcción

Se han diseñado y desarrollado sistemas de control tales como la programación de obra por el método de ruta crítica (CPM), los presupuestos de control de obra, los reportes de control de materiales de construcción de obra y de calidad de la construcción de obra, entre otros, anteriormente utilizados solamente en condiciones excepcionales, que debian asegurar primero el cumplimiento de las actividades excepcionales, luego entonces atendían a las actividades normales siempre y cuando lo fuera permitiendo el tiempo disponible. Actualmente éstos sistemas han evolucionado y demostrado su eficacia en el control de la totalidad del proceso de obra de construcción y su amortización en costo los vuelve cada vez mas accesibles y rentables para un número mayor de compañías constructoras, lo que les da con el tiempo mayor arraigo en ésta industria.

## **3) Mantener la visión hacia adelante.**

Manejar y administrar un proyecto de obra de construcción, es como pilotear una nave, conocer y saber la profundidad, rumbo, dirección con que se navega, tener ello bajo control, pero no debe dejarse de tener en cuenta que peligros acontecerán inmediatamente hacia el frente, hay que permanecer alerta, tomar ventaja de los sistemas de control los cuales brindan la capacidad de contribuir a predecir acontecimientos futuros de proyecto, tales como las proyecciones del CPM y los estimados por completar.

Se debe mantener la vista en las gráficas de las curvas aplicables de desempeño del proyecto, para el diseño, aprovisionamiento, procuración y productividad, y tomar nota de todas aquellas tendencias alejadas de los patrones establecidos y los planes de proyecto.

Se deben revisar el trabajo y las actividades de aquellos grupos que se desempeñan en el trabajo, o el diseño, la provision, la procuracion y la construccion, lo que se grafica en las curvas esto contribuye a determinar los picos en la producción, y permite accesar esta información cuando se requiere averiguar y aplicar medidas correctivas, en situaciones en que el personal trabaje con la máxima producción, o cuando la productividad debe mantenerse con altos niveles. Las revisiones deben ser realizadas por medio de visita directa a los grupos de trabajo durante su desempeño, y observando físicamente el trabajo en progreso, así también hablar con los líderes de éstos grupos, pues es sorprendente lo que verbalmente se sabe, y que es inimaginable se encuentre alguna vez en sus reportes escritos. También se puede conocer mas a fondo y en forma real lo que sucede en el trabajo, integrándose con la gente durante los horarios de comida, platicar con los supervisores, con los jefes de oficiales, con los maestros de obra, con los sobrestantes, y otros. Hay que sintonizar la vía de los rumores para entonces llegar a sensibilizarse realmente de como van las cosas. Finalmente revisar todo lo que se ha recopilado y se ha intelegido, para con la suficiente capacidad de administrar la construcción, asegurar que es lo correcto y actuar de acuerdo a todo lo anterior.

#### 4) **Tiempo de reacción.**

Una de los objetivos para las cuales se diseña un sistema de control, es para brindar la suficiente capacidad de rápida reaccion sobre todas aquellas actividades y fenómenos fuera de metas y objetivos que se presentan. La acción correctiva debe ser iniciada inmediatamente a su detección. Mientras mas se retrase esta acción, mas se complica el empeoramiento y agravamiento de la situación, y mas se incrementa el tiempo necesario para volver al rumbo normal de acontecimientos. Una vez que se ha perdido el tiempo de programa y el dinero del presupuesto, es muy difícil recuperarlos nuevamente. A la vez, se habrá perdido una oportunidad de adelantar el programa o de minimizar el presupuesto y lo que ni siquiera se contempla por muchos en la actualidad, se ha dejado de obtener valor ganado. No se debe posponer la toma de acción necesaria para corregir una situación, solo por que esto pueda resultar implacentero a alguien mas o a uno mismo. Cuando uno debe de sensibilizarse con el sentimiento de que la necesidad de acción es real, se debe ir directo a ello.

#### 5) **Mentalidad sencilla y positiva.**

La mentalidad sencilla, es un adjetivo el cual significa "la habilidad y capacidad de un individuo de tener y/o de poder mostrar una simple intención, objetivo o propósito". En el caso del constructor administrador, la intención o propósito común es lograr la realizacion de proyectos eficazmente, alcanzar y lograr sus objetivos y metas de proyecto.

Mucha gente en esta búsqueda, trata de volver abrupta y compleja su mentalidad sencilla y desviarse de los objetivos. Algunas personas posiblemente no compartan los objetivos personales de uno, es mas quizas tengan un desagrado personal por uno debido a ello. Otros posiblemente puedan resultar incompatibles o solo indiferentes. Todos esos factores deben ser asimilados y mantenerse bien controlados, para no permitir que su influencia desvie la atención y la dirección para alcanzar los objetivos y metas propuestos.

Si se alcanza un punto de dificultad o atolladero a través del trayecto normal de desarrollo del trabajo, no se debe temer en tomar el mismo en contraposición, o con otros enfoques, desde diferentes perspectivas y buscando las opciones necesarias que lleven a la correcta toma de decisiones y elección acertada de soluciones para alcanzar las metas y objetivos de proyecto. Se debe recordar que la posición reconocida del constructor administrador otorga desde un principio la misión y compromiso de culminar eficazmente el proyecto de obra de construcción y que el compromiso así se ha aceptado.

Obviamente que el éxito de tal empresa depende en gran magnitud del apoyo que le brinde su equipo de trabajo, como son los demás ingenieros constructores, los técnicos constructores, los supervisores, los proveedores, los administradores y en si de toda la gente que logra involucrar en el proyecto, así como las diferentes áreas responsabilizadas, al enfrentar esos retos. El primer lugar por donde empezar en tal caso, es donde se hace directamente responsable al constructor administrador del proyecto de obra, y el se preguntará a sí mismo la forma de iniciar bajo control, desarrollar el proceso bajo control y culminarlo bajo control.

Finalmente la mentalidad sencilla es esencial y ante el camino que se presenta para satisfacer las necesidades y enfrentar los complejos e intrincados caminos y direcciones que llevan al constructor administrador se vuelve muy importante.

Es conveniente recordar y tener presente la experiencia de lo que a través del tiempo a pasado y que todavía comúnmente ocurre y lógicamente se debe evitar

- Falta del plan, organización y control de la obra.
- Falta en mantener las buenas relaciones cliente - constructor de la obra
- Subestimar el costo de construcción de obra y con ello hacer imposible el alcanzar los objetivos preestablecidos.
- Falta en establecer y mantener un bien organizado programa de aprovisionamiento y procuración

- Falla en documentar propiamente los compromisos y obligaciones, cambios de proyecto, intercambio de información y otros acontecimientos importantes del proyecto de obra. Si acaecen problemas posteriores a la entrega de la obra, se necesita esa documentación para defender la posición propia contra la variedad de posibles contraveniencias, a causa de un mal control
- Falla en tener una construcción calendarizada y de revisión de acuerdos con el dueño y la administración, de la apropiada revisión del progreso y coordinación del trabajo
- Falla en los acuerdos de control, los cuales se vuelven *improductivos o inaprovechables*
- Falla en el ejercicio del control con propiedad sobre las actividades de campo, se gasta mucho dinero y tiempo en ello mas que ningún otra parte del proyecto de obra de construcción

# **CAPITULO**

# **V**

## **Sistema de Control de Obra de Construcción**

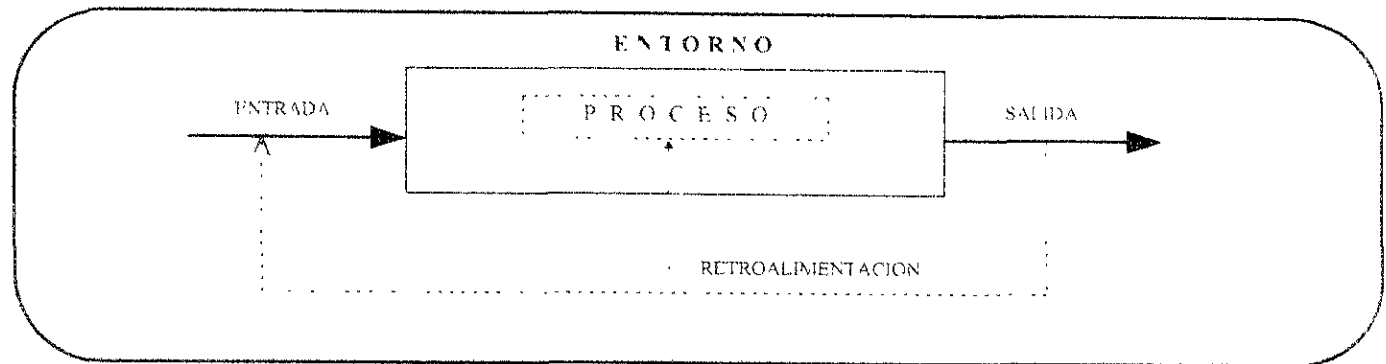
## DEFINICION DE SISTEMA.

Un sistema es un conjunto de elementos interdependientes e interactuantes, los cuales en combinacion forman un todo organizado de acuerdo a una serie de metas, propósitos u objetivos comun preestablecidos, en donde el resultado combinado de sus acciones es mayor que el resultado que los elementos podrian tener si actuaran independientemente.

Al desarrollarse dentro de la administracion el enfoque de sistemas, se establece la relacion reciproca de las partes o subsistemas de la organizacion, el enfoque define las metas y los objetivos de la misma y diseña el sistema totalmente, dedica su esfuerzo a lograr la accion simultánea y reciprocamente relacionada de las partes o subsistemas, lo que se denomina sinergia con un resultado eficaz mayor que el de la accion separada de cada una.

La teoria general de sistemas define como parámetros que caracterizan a un sistema, a los siguientes:

- Entrada o Insumo
- Proceso o Transformador
- Salida, Resultado o Producto
- Retención, Retroalimentación o Retromformación
- Ambiente o Entorno



Los sistemas en administración de la construcción, por su naturaleza, son sistemas abiertos, pues presentan relaciones de intercambio con el medio ambiente, a través de entradas y salidas, intercambian materia (insumos y productos) y energía (información) con el ambiente o entorno, son eminentemente adaptativos, pues su supervivencia en el medio o entorno en que se desenvuelven, depende del reajuste constante en función de las condiciones que en él se presenten y mantienen un encuentro recíproco con las fuerzas del medio o entorno. La calidad de su estructura es óptima, cuando el conjunto de elementos del sistema se organiza aproximadamente a una operación adaptativa, entra en un proceso de aprendizaje continuo y de auto-organización. El concepto de sistema abierto es aplicable tanto a nivel del individuo, a nivel de grupo, a nivel de empresa u organización, y a nivel de sociedad, es decir desde un microsistema, macrosistema, hasta un suprasistema.

### **SISTEMAS DE CONTROL.**

El proceso, la estructura organizacional, los métodos y procedimientos, los recursos que intervienen para llevar cabo el desarrollo y para controlar las variables del sistema, en la elaboración de un producto, ya sean bienes o servicios, se conoce como un sistema de control.

En la creación de sistemas de control de procesos, los que, compuestos de variables diferentes, individuos, objetos e información en movimiento, que cambian de estado y que constituyen el todo del proceso, desde un inicio y durante su desarrollo, es muy importante observar y documentar en cada etapa en que se introducen cada una de las variables o elementos en el sistema, todas aquellas modificaciones que en el comportamiento se producen, en cada una de las variables o elementos componentes, así como en el proceso.

Durante el desarrollo de la teoría general de sistemas, se alcanzó la administración por objetivos o por resultados, que se caracteriza porque en todos los niveles de la organización, se evalúa el desempeño y se eliminan las evaluaciones subjetivas, que antes inferían sobre la finalidad de la organización para alcanzar eficazmente los resultados deseados.

Los principios fundamentales que le dan lugar son: los resultados son la única medida de evaluación y la participación de los involucrados en todos los niveles, quienes enriquecen con su talento el logro de los objetivos, con lo que se cubre la necesidad básica de motivación, al propiciar la oportunidad de participación en la gestión directiva, al negociar el individuo subordinado sus propios objetivos. La administración por objetivos representa el inicio a la administración por controles, transforma al supervisor del proceso en un asesor, convirtiendo la línea de autoridad que inspecciona para detectar errores, en una que asegura que los procesos resulten eficientes, y mide en forma permanente los avances logrados.

Con fundamento en el enfoque de sistemas y en el desarrollo organizacional y conociendo la importancia de que el control de los procesos de una empresa, industria u organización, se debe mantener como una meta intrínseca, se da lugar al nacimiento de la administración de procesos por controles

### **Etapas de la evolución de los Sistemas de Control.**

Durante los últimos cuarenta años, se han realizado muchas investigaciones orientadas al conocimiento de las ventajas operativas que presentan diversos procedimientos administrativos, relacionados con el control de los procesos, el incremento de la producción y la disminución de costos, de estos estudios se puede deducir que en la evolución de los métodos se distinguen cuatro etapas fundamentales

- 1 En la primera, se realiza el control del proceso, atendiendo a la calidad del producto mediante un trabajo de inspección.
- 2 En la segunda, se reconoce que además del control de las variables, la atención a la calidad exige la observación del proceso a fin de mejorarlo
- 3 En la tercera, se percibe que además de realizar el control, para mejorar un proceso se requiere garantizar o asegurar que la mejora introducida se realiza
- 4 En la cuarta, la administración redefine su papel con el propósito de que con el control de la calidad del producto se implante la estrategia operativa para lograr el éxito frente a los competidores

Las dos primeras etapas, se refieren a procedimientos en los que la administración determinaba las tareas por realizar y un grupo de expertos se encargaba de aplicar el control (post - operativo), verificando que se cumpliera con lo establecido

Esta manera de operar una empresa, lleva implícito que se acepta un número de errores o fallas de proceso, así como de inconformidades y reclamaciones de los clientes, que se absorben en los costos de producción.

Los estudios demostraron que las empresas gastan entre el 10 % y 25 % de sus ventas en arreglar, desechar y repetir un producto, pues el sistema administrativo basado en procedimientos de control por verificación y corrección de errores solo contempla la producción de bienes o prestación de servicios dentro de límites que muchas veces se alejan de las expectativas del cliente

La realización de los estudios y el análisis de costos, permitió a los investigadores llegar a concebir un sistema administrativo que funcionara como coordinador de la empresa e impulsor del movimiento denominado "cero defectos", el cual corresponde a una tercera etapa conocida como aseguramiento de calidad, caracterizada por la toma de conciencia de la alta gerencia de su papel en la producción y por el nuevo concepto de control de calidad



El planteamiento fundamental de esta tercera etapa es el siguiente: si se mejora la calidad del producto, los costos disminuyen substancialmente con lo que se incrementa la productividad y posibilita la captura de un mercado más amplio, garantizando la permanencia de la empresa en el mismo y la conservación de la fuente de trabajo para sus empleados.

El tema de los costos y de los ahorros que los administradores de las empresas pueden lograr, si atienden el problema de la calidad, se comparan con el oro de una mina que es necesario saber explotar. Algunos costos de producción son inevitables pero otros se pueden minimizar o suprimir, como los relacionados con las horas invertidas en repetir un trabajo, atender reclamaciones de los clientes o retrasos de programa por falta de planeación.

El sistema administrativo conocido como aseguramiento de calidad, permite obtener mejores resultados en la producción y comercialización de los productos de una organización, así como mejorar las relaciones en la organización entre directivos y subordinados y lograr un mejor equilibrio entre costos y utilidades.

Estos mismos estudios han demostrado la factibilidad de abatir el intervalo de variación de costos al 15 % de sus ventas y de permanecer en esta cifra mediante la implantación de un sistema, adecuado a la magnitud, intereses y necesidades particulares de la empresa, diseñado para reducir de manera sistemática los sobrecostos e incumplimientos que los propician.

Finalmente, la cuarta etapa se caracteriza por el cambio de actitud de la alta gerencia respecto a la calidad y su impacto sobre la productividad, costos, competitividad y confiabilidad del producto. En esta se valora a la calidad como estrategia para lograr el mejoramiento sistemático de la empresa y como punto de partida para la planeación de actividades encaminadas a responder a las expectativas del cliente.

La administración por control de calidad, proporciona la oportunidad de abatir los costos de operación en la empresa, es un proceso sistemático que garantiza la realización de las actividades organizadas precisamente de la manera en que se planearon. Esto significa un cambio de actitud cultural y de estilo gerencial, de manera permanente y a largo plazo.

Una herramienta poderosa con la que se cuenta para llevar a cabo el control del proceso, es el control estadístico, que se fundamenta en el control numérico de las fallas más comunes de un proceso, para concentrar los esfuerzos iniciales en ellas, antes de siquiera pretender reformar o cambiar un producto o servicio, la aplicación de esta técnica en forma permanente tiene como consecuencia el perfeccionamiento del producto a partir de sí mismos, basado en la observación.

## **SISTEMA INTEGRAL DE PLANEACION, ORGANIZACION, DIRECCION Y CONTROL.**

Para alcanzar eficazmente los objetivos y las metas que, cada ingeniero administrador y aun los que en la búsqueda de llegar a serlo y desarrollarse en su desempeño como tales, en las actividades que involucra la construcción de obras cualesquiera que sea la especialidad en ésta área, se debe iniciar desde la concepción de un sistema concreto, correcto, objetivo, tangible, operable y diseñado dentro de las posibilidades de cada organización y para cada tipo de obra en el terreno de la construcción. Se debe procurar, el proyectar tal sistema para que su aplicación contemple la totalidad del ciclo básico de la administración de proyectos, esto es la planeación, la organización, la dirección y el control, y volver a la planeación para continuar este ciclo tendiendo a seguir la espiral ascendente de mejoramiento, y que la interacción de las organizaciones, componentes, elementos o cualesquiera que sean los implicados en el proceso participen activamente en el enriquecimiento y la dinámica del proceso de ese sistema.

Para llevar a cabo la materialización de proyectos de obra de construcción, el sistema integral debe mantener en contacto y comunicación en forma continua a todos y cada uno de los departamentos responsables de cada una de las etapas del proyecto de la obra. Los encargados desde el diseño de acuerdo a las características especificadas y a las necesidades compatibles, en su caso los encargados de la gestoría de los documentos de proyecto que proporcione un cliente, en su caso; los encargados del estudio de ingeniería de planeación y organización de proyecto, en su caso, los encargados de el análisis de costo y presupuestación del proyecto, en su caso, los encargados de la ingeniería financiera del proyecto, en su caso, los asesores y especialistas involucrados necesarios, en su caso, los encargados de la construcción de la obra, la realización del proyecto, desde las obras preliminares hasta su culminación, entrega y puesta en servicio, en su caso, deben de integrar un equipo sólido de trabajo, con un fin común, asumiendo la responsabilidad comprometida y aceptada, de su área y especialidad profesional de trabajo.

Una vez definido el o los objetivos a controlar, se definen los objetivos y metas por alcanzar en el proceso, se establece y dimensiona la estructura para desarrollar e implantar el sistema de control de obra para el proyecto específico en cuestión, se definen las funciones a desarrollar, se asigna autoridad y delega responsabilidad, se establecen las líneas de comunicación y se revisa y define la estructura organizacional para ejecutar el proyecto, así como la forma en que se mantendrá en contacto con la oficina central, se designa dentro de el organigrama de esa estructura la cabeza de la organización al Ingeniero Administrador, e inmediatamente las funciones asesoras con las que contará y los equipos de trabajo de soporte con los que llevará a cabo el trabajo de construcción de la obra, los que realizarán las funciones sustantivas.

## SISTEMA DE CONTROL DE OBRA ASISTIDO POR COMPUTADORA.

La herramienta mas poderosa con la que el Ingeniero Administrador puede contar, aunada a sus capacidades inherentes, aptitud y actitud con que enfrenta el reto de realizar la construcción de una obra y mantenerla bajo el control deseado, es un sistema operado por medios computarizados (hardware y software), que le brinden la posibilidad de poner en práctica sus habilidades y los procedimientos adecuados y salir victorioso en su misión, tal sistema de control de obra, reunira las características de capacidad, facilidad, comunicabilidad y mejoramiento del proceso de control de la obra

El desarrollo de programas diseñados para estos fines, ha arrojado al mercado un gran número de paquetes los cuales encuentran similitudes y diferencias en las posibilidades de sus aplicaciones, entre éstos se pueden mencionar los paquetes TIME LINE FOR MS-DOS, TIME LINE FOR WINDOWS, MILESTONES. ETC. FOR WINDOWS, LOTUS SMART SUITE, LOTUS NOTES, PROJECT GATEWAY (LOTUS DOMINO) MICRO FUSION FOR WINDOWS, MICRO FUSION MILLENNIUM, COST / SCHEDULE INTEGRATION TOOL, COSTPOINT (DELTEK), ELECTRONIC TIMESHEET (DELTEK), ICARUS 2000 NT, PROSPERO (OBERON), WINEST PRO FOR WINDOWS (WINESTIMATOR), WINEST PRO PLUS FOR WINDOWS (WINESTIMATOR), TAKEOFF PRO FOR WINDOWS (WINESTIMATOR), PRIMAPLAN, TIMBERLINE, MICRO FRAME PROGRAM MANAGER (MICRO-FRAME TECHNOLOGIES INC ). IPD TOOL KIT - WINSIGHT FOR WINDOWS (PROJECT GEAR INC.), WELCOME SOFTWARE TECHNOLOGY, PROJECT MANAGEMENT MENTORS, PROJECT SCHEDULER FOR WINDOWS, MANAGING PROJECTS (SYSTEMCORP PMI), BUSINESS ENGINE FOR WINDOWS (MICROFRAME TECHNOLOGIES INC ), ROBBINS (GIOIA INC ), PERT CHART EXPERT (MICROSOFT), WBS CHART FOR PROJECT (MICROSOFT), PLANVIEW INC , AXIOM (MONENCO AGRA), ALLEGRO (DELTEK), INTEGRATED PROJECT SYSTEMS, ICS GROUP, PROFIT-DRIVEN PROJECT MANAGEMENT (WESTNEY), ARTEMIS VIEWS (COMPUTER SCIENCES CORPORATION), PROJECT FOR WINDOWS, SUPER PROJECT FOR WINDOWS, PRIMAVERA PROJECT PLANNER

El Ingeniero Administrador junto con su equipo de trabajo, que se abocará a la tarea de llevar el control del proyecto de obra de construcción, y que comúnmente está representado por el Superintendente Técnico o algún Ingeniero de suficiente capacidad y experiencia en el manejo de proyectos, estudiarán, analizarán y decidiran en conjunto cual es el sistema computarizado tanto en hardware y software, que reúna las características que satisfagan las necesidades de control de obra planeadas y previstas, así como el que al mismo tiempo esté dentro de su capacidad económica para soportarlo, evitando caer en la complejidad, obsolescencia y sobrecosto

En general cualquiera de los paquetes anteriormente mencionados reúnen las características necesarias para aplicarlos en control y manejo de cualquier proyecto, algunos trabajando e interactuando en combinación con otro u otros, de tal forma que el uso y acoplamiento dentro de la estructura del sistema de control de proyecto de obras de construcción, corresponderá a la decisión final para implantarlo y ponerlo en operación

Las características aplicables y deseables a encontrar durante el proceso de aplicación de cualquiera de estos sistemas y que satisfacen las necesidades de control para la construcción se enumeran a continuación

- Disponibilidad en el mercado para su adquisición y servicio y asesoría post - venta, aún en el sitio de la obra
- Capacitación suficiente y eficiente considerada en los servicios post - venta
- Amigabilidad del software para su fácil aprendizaje, asimilación y aplicación
- Contenido suficiente de herramientas y aplicaciones acordes a las necesidades de control de la construcción
- Posibilidad de ampliar la gama de aplicaciones para mejorar el control de la construcción
- Simbología en menús y submenús de acceso, así como de iconos entendible y relacionado a la aplicación deseada.
- Capacidad suficiente en área de trabajo para actividades, ítems, conceptos, partidas, frentes, etc. (renglones)
- Capacidad suficiente en área de trabajo para identificadores, claves, tiempos, duraciones, rendimientos, etc (columnas)
- Capacidad de graficación para Diagramas de Gantt.
- Capacidad de graficación para Histogramas
- Capacidad de graficación para Red de Actividades
- Capacidad de graficación de líneas de proforma o base, de avance de obra, de proyecciones y otros modificados
- Capacidad de cálculo de ruta crítica (CPM)
- Capacidad de compresión de red de proyecto
- Capacidad de cálculo de costos de proyecto en sus diferentes niveles y proyecciones
- Capacidad de cálculo de holgura libre y holgura total
- Capacidad de manejo de recursos y balanceo de los mismos
- Capacidad de manejo de PERT.
- Reporte de control por periodos establecidos y a fecha específica:
  - Técnicos - Rendimientos de Mano de Obra
  - Rendimientos de Maquinaria y Equipo
  - Consumos
  - Rentas y/o/ Alquileres de Maquinaria, Equipo, Instalaciones

Técnicos ( <i>com</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Status de Recursos en Frentes, en Almacenes, en Talleres</li> <li>Avance de obra gráfico y en cantidades en nivel general y particular</li> <li>Calidad del procedimiento constructivo por patrones</li> </ul>
Contables -	<ul style="list-style-type: none"> <li>Costo de Mano de Obra</li> <li>Costo de Maquinaria y Equipo</li> <li>Costo de Consumos</li> <li>Costo de Rentas v/o/ Alquileres de Maquinaria, Equipo, Instalaciones</li> <li>Costo de Recursos en Frentes, costo de Almacenes, costo de Talleres</li> <li>Avance de obra gráfico y en montos en nivel general y particular</li> <li>Erogaciones e Ingresos</li> <li>Status de estimaciones</li> <li>Status de escalatorias</li> </ul>

Estos son algunos de los mas importantes aspectos que se desea contemple el sistema de control por medios computarizados a implantar para su operacion, antes, durante y después de la realización de la construcción de la obra

A la vez, también se recomienda y debe considerat la capacidad y potencial del sistema via software, para ligar, ya sea exportando o importando datos e información generada con otros softwares o paquetes, que también formarán parte integral de la totalidad del sistema, independientes del utilizado para el control y manejo del proyecto, tales como hojas de cálculo, bases de datos, procesadores de palabras, graficadores, sistemas de precios unitarios y presupuestación, sistemas CAD, etc. Esta capacidad de comunicación con otros softwares permite la rapidez y fluidez para establecer vínculos entre la información que se maneje en todo el sistema. para alimentación y retroalimentación del mismo, además permite obtener mejor calidad de la presentación de la información resultante

# **CAPITULO VI**

## **Aplicación del Sistema de Control de Obra de Construcción**

## **OBRA DE CONSTRUCCION PESADA.**

Como se mencionó en capítulos anteriores, la construcción es una industria que abarca una gran diversidad de grupos de actividades y familias de trabajos diferentes, dentro de los que identificamos tres grandes grupos principales

- Obras de construcción pesada
- Obras de construcción industrial
- Obras de construcción de edificación y urbanización

Las obras de construcción pesada son aquellas que se caracterizan por los grandes volúmenes de materiales que involucra su realización, los movimientos de tierras de gran envergadura, el empleo de maquinaria y equipo de construcción pesado de gran capacidad y en cantidad representativa (alrededor del 30-40 % de la explotación de insumos) también el empleo de una considerable cantidad de mano de obra, el empleo de técnicas, métodos y procedimientos especializados para la ejecución de los trabajos, el costo de inversión para su realización de importes mayores, así mismo se caracterizan por que generalmente son obras de desarrollo para dar infraestructura mayor a la sociedad, y por otros tantos aspectos

Enunciando los tipos de obra de construcción pesada que encontramos en nuestro país tenemos

### **- VIAS TERRESTRES**

CAMINOS, CARRETERAS Y AUTOPISTAS  
AEROPISTAS Y AEROPUERTOS  
FERROCARRILES  
TUNELES  
PUENTES  
OBRA METRO

- PROYECTOS HIDROELECTRICOS - PRESAS Y OTRAS OBRAS
- LINEAS DE CONDUCCION EN TIERRA
- LINEAS DE CONDUCCION SUBMARINAS Y PLATAFORMAS
- OBRAS DE RIEGO
- OBRAS MARITIMAS Y FLUVIALES
- LINEAS DE TRANSMISION

### CONSTRUCCION DE TUNELES.

Dentro de las obras de construcción pesada a las que el ingeniero se ha visto enfrentado, a través del desarrollo y avance de las técnicas de ingeniería de construcción, y que le han llevado a sobreponerse ante el reto de una gran empresa y al mismo tiempo a desarrollar un arte constructivo, es la construcción de túneles

Hablando un poco en términos de la ingeniería civil, los túneles y su construcción están íntimamente ligados a la Mecánica de Rocas y a la Geología Aplicada. son escasos los túneles que tengan un trazo totalmente a través de suelos, en los cuales se pueden presentar varios de los problemas más difíciles de resolver dentro de este arte de la ingeniería tunelera. Debido a que la naturaleza de la estratigrafía de un macizo que se pretenda atravesar, donde las rocas fracturadas o las más moderadamente rotas, se encuentran en sus juntas y fracturas rellenas de suelo, presentan comportamientos que resultan imposibles de separar claramente de los que son objeto de estudio de la Mecánica de Suelos, los túneles representan la estructura en la que más complicado puede resultar intentar separar las tres disciplinas de la Geotecnia, la Mecánica de Suelos, la Mecánica de Rocas y la Geología Aplicada

Haciendo un recorrido por todo lo largo y ancho del planeta, encontramos que la ingeniería tunelera y la aplicación de su tecnología en las vías terrestres no es uniformemente aceptada y por tanto utilizada. Se ha observado que los túneles son estructuras que resultan muy familiares a los proyectistas y constructores de ferrocarriles en todo el mundo, pero en el caso de carreteras y autopistas, hasta hace apenas unos cuantos años, la ingeniería y tecnología tunelera han sido aceptados como estructuras altamente eficientes y costeables, cuando antes parecía hasta cierto grado, materia de preferencia personal de los proyectistas o de costumbres o tradiciones imperantes en cada país, en unos países el túnel es una estructura que se presenta frecuentemente en las redes carreteras, como en el Continente Europeo, por otro lado existen países en donde los túneles o no existen, son escasos o se inicia la utilización de los mismos



El hecho de llevar a cabo la construcción de un túnel en un determinado punto de una carretera, es ante todo una cuestión de topografía, de que exista una formación en el terreno, que represente un obstáculo que al ser atravesado permita ahorrar longitud en el trazo, guardando los requerimientos adecuados de curvatura y pendiente. Al tratarse de vías férreas, los costos de operación ligados al desarrollo del trazo y las exigencias de curvatura y pendiente son sumamente importantes, por lo que los proyectistas del ferrocarril acostumbran tomar en cuenta la construcción de túneles al analizar alternativas de construcción, y adoptan por ello finalmente con frecuencia, al resultar más consistente y favorable que las demás soluciones tentativas competidoras.

En carreteras y autopistas, las exigencias de pendiente y curvatura son más flexibles que en ferrocarriles, además de que en muchos países, las intensidades de tránsito permiten, por ser relativamente bajas, mayores desarrollos longitudinales, con el fin de también reducir evitando costos de construcción, iluminación, ventilación, señalización, etc. que implica la ejecución de túneles. Sin embargo en la actualidad no se debe olvidar que realizando un balance bien estudiado de todos los criterios, que en una red de transporte bien concebida, una mayor incidencia de túneles en carreteras y autopistas resulte como se ha venido comprobando, con mayor frecuencia más económica, conveniente y consistente.

El túnel es una estructura cuya construcción representa ser peligrosa e incierta, a pesar de los avances que sus técnicas han experimentado en los últimos años, tal es la opinión de muchos de los hombres con experiencia en la construcción de vías de transporte. Es en la obra de construcción de túnel, pero mucho más que en otras estructuras de vías terrestres, donde ocurren situaciones no previstas a pesar de la exploración y los estudios previos, lo cual provoca incremento de los costos y del presupuesto proformados, de representatividad para la obra, dinero y tiempo que producen modificaciones a los programas de construcción y provocan dificultades sociales y políticas; naturalmente que estos riesgos serán menores en tanto mayor sea el presupuesto de los trabajos de exploración, más exhaustivos que garanticen con mayor aproximación las condiciones a esperar se encuentren en la ejecución del túnel. Todo esto influye definitivamente en la preferencia de muchos proyectistas y constructores de muchos países, para evitar sistemáticamente el implemento de éstas estructuras; aunado a ello los constructores de vías férreas en éstos países, opinan que los túneles se pueden realizar con seguridad y dentro de patrones de programación muy razonables, existe de hecho entre los proyectistas de carreteras y de ferrocarriles un planteamiento amistoso y de muy viva polémica, sobre las virtudes del túnel, los azares de su construcción y los alcances de su campo de aplicación.

Las técnicas actuales permiten afrontar la construcción de túneles con el mismo ambiente general de seguridad y expectativas de éxito, que se contemplan para cualquier otra obra de ingeniería. La decisión de la construcción de un túnel, debe ser cuestión del análisis económico y de disponibilidad del equipo apropiado para las condiciones del proyecto, en donde la decisión final definitiva resulta de la comparativa de los costos de construcción, operación y mantenimiento. El túnel debe ser considerado sistemáticamente dentro del

conjunto de soluciones y opciones constructivas, y ser llevado a ejecución cuando resulte ser más económico, seguro, conveniente y consistente

El arte de la construcción de túneles debe figurar en las vías terrestres con una nueva perspectiva y concepción, diferente de la tradicionalmente percibida por ingenieros, proyectistas y constructores, en muchas ocasiones, el túnel es una solución apropiada para la solución de alcantarillas, obras de drenaje y de desvío, por lo que en éstos conceptos debe ser tomado en consideración, al mismo tiempo los túneles constituyen excelentes obras de subdrenaje

Complementando el entorno técnico anterior, se debe tener en cuenta las características de este tipo de obra, las que ofrecen ventajas y desventajas para su construcción, operación y mantenimiento, entendiéndose los términos ventaja y desventaja como relativos, para el caso se considera el análisis de unas y otras, comparando en forma implícita o explícita con las que corresponden a la alternativa en superficie, habiendo sido tomados en cuenta factores tangibles, cuantificables y relevantes como son la inversión inicial, los costos de construcción, los de operación y mantenimiento, así como factores intangibles como son el riesgo y la incertidumbre, los costos sociales, los costos de oportunidad y otros aspectos con relación directa a las características particulares y específicas locales. Simplemente se han comentado en forma breve sobre éstos factores, sin entrar en el detalle, con el propósito de orientar las ideas que se tienen al respecto.

Las características propias del túnel que deben de marcar las diferencias que lo hacen ventajoso o desventajoso ante la solución sobre superficie, que se han de considerar y tener siempre presentes son:

- El túnel es una obra lineal con un número de accesos limitado
- El túnel es una obra de espacio más bien reducido, en el que transita y trabaja el personal y el equipo, donde se cuenta con recursos, que se transportan a través del mismo túnel, en toda la longitud del avance hasta su terminación, por tuberías, ductos, cables y unidades diversas de acarreo.
- El túnel es una obra que presenta un lugar de trabajo encerrado en el que hay que ofrecer un mínimo de condiciones ambientales y de seguridad que garanticen la salud y bienestar del personal que en él labora
- El túnel no puede ser utilizado en secciones para los fines con que se construye, para el tránsito vehicular, hasta no haber concluido por completo la construcción de la obra civil y electromecánica, la instalación de servicios y señalización

Por estas características que, en comparación con las obras a cielo abierto, se podrían considerar como desventajas, cabe añadir que en virtud de estas, el trabajo en túnel tiene también ventajas sobre el trabajo en obras en el exterior. El túnel representa una obra guarecida de las inclemencias del tiempo, protegida naturalmente contra meteoros como lluvia, nevada, sol, etc. Se encuentra en posibilidad de trabajar en cualquier horario, habilitando las actividades y el trabajo durante el procedimiento constructivo, de manera dispuesta, que obliga a guardar un orden y una sucesión de actividades que, por repetitivas, se planean, organizan y ejecutan en ciclos y trenes de trabajo con cierta semejanza a los de la industria de la transformación. De esta forma de trabajo seriada y cíclica se facilita y favorece el aprendizaje y se promueve la eficiencia. Estas propiedades ventajosas se aprecian más, cuando el terreno excavado no presenta grandes variaciones, ni complicaciones y cuando la longitud del túnel es lo suficientemente grande para que se sobrepase el periodo de aprendizaje y se establezca un nivel de producción, de alto rendimiento, durante un lapso tal que compense los bajos niveles de avance, propios de dicho periodo, que coincide en general con las fases de inicio de la ejecución y primeros progresos de la obra.

He aquí dos grandes ventajas del túnel, es una obra guarecida y es una obra cuya ejecución en gran medida puede y conviene industrializarse, donde en éste término debe incluirse un grado relativamente alto de mecanización y un interés por reducir los tiempos muertos y demoras.

### **EL PROYECTO DE CONSTRUCCION DE LA OBRA "TUNEL ACAPULCO".**

El desarrollo que ha tenido el país lo ha ubicado en una posición estratégica importante para los enlaces comerciales y ello se ha traducido en un incremento importante en el sector de comunicaciones y transportes, con un aumento marcado en el movimiento de bienes y personas que ha motivado una mayor motorización y un señalado aumento del tránsito en la red carretera.

A través del análisis de los aforos de tránsito, se ha determinado que una tercera parte de la red carretera y de autopistas, soporta volúmenes de más de 15.000 vehículos diarios, mismos que generan bajos niveles de servicio y operación deficiente en más de 30,000 km de la propia red.

Para mejorar los niveles de servicio y por consiguiente la operación en esos kilómetros de la red, se estableció y ha venido implementando hasta el sexenio anterior, el programa de modernización de carreteras, en el que el análisis de los proyectos, al igual que en el programa de carreteras y autopistas nuevas, federales y concesionadas, se ha considerado el estudio de diferentes alternativas, entre las que se ha contemplado la solución a base de túneles en diferentes tramos, cuando las condiciones del terreno sugieren esa factibilidad. Dentro de un enfoque metodológico de proyecto, el túnel, como un puente o un viaducto constituye como obra especial.

producto del ingenio del hombre, una solución para salvar un obstáculo y debe considerarse parte de un todo, más importante como lo es en sí la carretera, que debe cumplir con su objetivo de permitir el transporte por medio de vehículos autopropulsados, en las mejores condiciones de seguridad, economía y comodidad compatibles con sus funciones

Dentro del plan de carreteras y autopistas concesionadas, se llevó a cabo la construcción de la Autopista del Sol, vía de comunicación de primer nivel, realizada bajo las más altas especificaciones y patrones de construcción en vías terrestres. El proyecto se concibió debido a la necesidad de establecer un enlace terrestre entre la Ciudad de México y el Puerto de Acapulco por el volumen y demanda de usuarios, en una distancia más corta, alargando los trazos longitudinales y levantando estructuras como puentes monumentales y túneles, para salvar la topografía abrupta que presentaba el ambicioso desarrollo del proyecto de la nueva autopista, con ello el tiempo de recorrido de cruce se reduciría a casi la mitad, del que se consumía por la carretera federal existente

El proyecto se llevó a cabo y entró en operación aproximadamente en septiembre de 1994, sin embargo quedaba por llevar a cabo la construcción de una de las estructuras más importantes el "Túnel Interurbano Acapulco", éste túnel conseguiría el objetivo de salvar uno de los obstáculos topográficos de mayor dificultad, tanto técnica, social y políticamente. Hasta la terminación de la obra de la autopista, al llegar a Acapulco, el usuario de la vía de altas exigencias y por cuyo uso había pagado un costo considerable, para acceder hasta el puerto por la Costera Miguel Alemán, tenía que ascender y descender por un tramo de camino sobre el Cerro de las Cruces, atravesando zonas urbanas, que presentaban condiciones inseguras tanto para el conductor y los habitantes, por el alto nivel de tránsito que llegaba a presentar esta vía, lo cual ocasionaba graves congestionamientos en la circulación local; además las malas condiciones de mantenimiento de dicha vía y las características de trazo del camino en curvas horizontales y verticales, resquebrajaban el esquema y concepto de la moderna autopista, con el que había sido concebida para cubrir la ruta completa desde la Ciudad de México hasta el Puerto de Acapulco

Así pues se puso en marcha el proyecto, en las cercanías de la ciudad de Acapulco habría de ser construido e instalado el túnel. El proyecto completo consta de dos tubos, cada uno de ellos a ser circulado en una sola dirección; se prevén para cada tubo tres carriles a manera de poder abarcar un gran volumen de tránsito

Actualmente el volumen de tránsito no alcanza el nivel que se espera en un plazo establecido de proyecto, de tal forma que no se ha necesitado realizar los dos túneles gemelos, además de obedecer también a algunas cuestiones económicas y políticas. Es por lo que se construyó en una primera solo uno de los túneles, el que será circulado por tránsito en ambas direcciones

El volumen de tránsito es fluctuante a lo largo de un día , especialmente el sentido preponderante de circulación de tránsito cambia sensiblemente , mientras que durante las horas de la mañana una gran parte del volumen de tránsito vehicular se dirige hacia la ciudad por la Costera Miguel Alemán, quedando el carril de salida hacia la autopista prácticamente vacío, por la noche presenta la situación opuesta, la mayoría de los vehículos entonces abandona el puerto de Acapulco y solo unos pocos utilizan el carril de acceso. Un cambio tan marcado en el sentido de la circulación de vehículos puede ser manejado mas fácilmente por un túnel con tres carriles, que con un túnel de solo dos carriles. A través de un sistema de regulación de tránsito fuera del túnel, se posibilita el poner a disposición en forma alternativa dos carriles para cada una de las direcciones y un carril para el restante

**NOMBRE DEL PROYECTO :** TUNEL INTERURBANO ACAPULCO  
**LOCALIZACION :** PUERTO DE ACAPULCO, ESTADO DE GUERRERO, MEXICO  
**FECHA DE INICIO :** AGOSTO DE 1994  
**FECHA DE TERMINACION :** SEPTIEMBRE DE 1996  
**PLAZO DE EJECUCION :** VEINTICINCO (25) MESES

### **DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS.**

El proyecto general consiste en la construcción de dos túneles gemelos, de tres carriles cada uno, con longitud de 2,974 metros, mas 3,400 metros adicionales de accesos y entronques. Se realizó la construcción de uno de los túneles, por lo que el carril central intercambia el sentido conforme al flujo vehicular , el segundo túnel se construirá cuando el aforo vehicular lo justifique, aunque los portales de acceso, Portal México y de salida, Portal Acapulco, de éste segundo túnel ya se han construido

### **Estructuras principales.**

#### **TUNEL.**

El túnel construido es de sección tipo herradura, tiene 12.3 m de base y 8.45 m de altura

La elevación de la rasante en el portal México se ubica a 49 m S.N.M.M., y en el portal Acapulco a 97 m S.N.M.M., lo que implica que su pendiente es del orden del 1.7 % en sentido ascendente hacia Acapulco.

En la zona de los portales y donde se ha requerido, la sección de excavación a línea "B" es de 110 m<sup>2</sup> para permitir la colocación de marcos metálicos, como parte del sistema de sostenimiento provisional, en el resto del túnel la sección de excavación a línea "B" es de 100 m<sup>2</sup> y el sistema de sostenimiento primario se constituyó a base de anclas de fricción y concreto lanzado.

El túnel se excavo en roca ignea y metamorfica, y su revestimiento definitivo se realizo en la totalidad de la longitud a base de concreto hidráulico y acero de refuerzo, para garantizar su estabilidad , el pavimento en la superficie de rodado del interior del tunel, es de tipo rígido, de concreto hidráulico y acero de refuerzo

El túnel es ventilado mediante un sistema lineal con pares de ventiladores independientes, de flujo reversible que penden de la media sección superior y están repartidos a lo largo del túnel. La iluminación se proporciona por medios artificiales a través de fuentes luminosas de vapor de sodio en alta presión

Para garantizar la seguridad del tránsito en el interior del túnel, se han instalado señales de tránsito eléctricas luminosas, sensores del movimiento vehicular, cámaras de T V de circuito cerrado, teléfonos de S.O.S., sistema de extinguidores y alarma contra incendio, monitores del nivel de contaminantes, monitores de los equipos de iluminación y ventilación, y servicios de grúas para emergencias

#### VIALIDADES LADO MEXICO.

A fin de que la incorporación vial se efectue en forma expedita, los túneles están conectados a un entronque tipo trébol, de tres gasas, en la zona del lado México ; esto permite agilizar la llegada de vehiculos de la autopista procedente de la Ciudad de México y de la carretera federal sin obstaculizar la circulación local. Antes del túnel existe un paso elevado para dar continuidad hacia el mismo y hacia la Autopista del Sol

#### VIALIDADES LADO ACAPULCO

A la salida del túnel se construyó un paso bajo la Avenida Farallón, para que los vehiculos se incorporen a ésta y puedan llegar a la Costera Miguel Aleman, cuyo acceso lleva directamente a la Avenida Cuauthémoc para arribar hasta el centro de la ciudad

#### CASETA DE COBRO.

El cobro y control de peaje se efectúa mediante dos núcleos con sistemas electrónicos, que detectan y registran el número de ejes de los vehículos y determinan el pago correspondiente conforme a su clasificación. Los módulos se localizan a 300 m de los portales del lado México para evitar que se formen filas dentro del túnel

#### CENTRAL DE CONTROL

La central de control para la operación del túnel está situada en el área de peaje. Desde la misma se efectúa el monitoreo y control manual de la operación de todos y cada uno de los sistemas del túnel y su equipamiento relacionado con el mismo, tal como supervisión

v control del tráfico, iluminación, sistema de ventilación, sistema contra incendio, sistema de señalización y cualquier otro servicio de emergencia que requiere control centralizado.

### **Volúmenes de obra principales aproximados.**

#### **EN PORTALES**

Excavación a cielo abierto	150,910	m3
Concreto lanzado de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	780	m3
Malla electrosoldada 66-66 en talud	8,129	m2
Ancas de fricción con varilla de $1 \frac{1}{2}'' \text{ } \emptyset$	3,775	m
Drenes con tubo de PVC de $3'' \text{ } \emptyset$	2,105	m

#### **EN TUNEL**

Excavación por método de barrenación y voladura	303,920	m3
Concreto lanzado de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	6,110	m3
Fibras metálicas en concreto lanzado	305	ton
Ancas de fricción con varilla de $1'' \text{ } \emptyset$	119,375	m
Drenes con tubo de PVC de $3'' \text{ } \emptyset$	3,265	m
Concreto hidráulico de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en revestimiento definitivo	24,475	m3
Acero de refuerzo de $F_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$ en revestimiento definitivo	1,469	ton
Concreto hidráulico de $f'c = 30 \text{ kg/cm}^2$ en losa de pavimento rígido	6,465	m3
Marcos metálicos	802	pza

#### **TERRACERIAS EN VIALIDADES.**

Excavación a cielo abierto	251,250	m3
Formación y compactación de terraplenes	229,400	m3

#### **PUENTES EN VIALIDADES**

Concreto hidráulico de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en infra, sub y superestructura	5,660	m3
Acero de refuerzo de $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ en infra, sub y superestructura	205	ton

*(SEIS (6) PUENTES)*

## **EL PROCESO DE ADMINISTRACION DE LA CONSTRUCCION DE LA OBRA.**

En un proceso productivo en el que se instalará una obra de infraestructura vial complementaria, de la envergadura que representa la construcción del "Túnel Interurbano Acapulco", se ha de tener estricto y minucioso cuidado desde el inicio, durante la ejecución y hasta la puesta en operación de la estructura del túnel, estableciendo y definiendo estratégicamente el proceso técnico - administrativo que permita llevar a los constructores responsables encargados de ésta empresa, cumplir los patrones constructivos, las metas de costo, de tiempo y de calidad de la obra

La naturaleza de la negociación que llevó a materializar el proyecto del túnel, obedece al tipo de concesión otorgada por el Gobierno del Estado de Guerrero, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, la que designó a la empresa constructora Ingenieros Civiles Asociados S A de C V. como la encargada de realizar desde el diseño del proyecto, los estudios preliminares y finales de tránsito, de factibilidad, de financiamiento, de construcción, de operación, de los sistemas y equipamiento, los suministros, la provisión, el procuramiento, la construcción, la instalación de los sistemas y equipos, y finalmente la operación del túnel

El éxito en la misión dependería entonces de la aplicación y la praxis de los sistemas, métodos y procedimientos en los procesos implicados, para la definición y toma de acciones en cuanto al proyecto de construcción del túnel y todo el ciclo del proceso administrativo a seguir e implantar, desde la oficina central en la etapa de concepción y adecuamiento a las necesidades y especificaciones exigidas por la S C T., hasta la etapa de construcción en el nivel de frentes de trabajo en obra y la puesta en operación y servicio de la estructura terminada

## **LA PLANEACION DE LA OBRA.**

En la etapa de planeación del proyecto, de la que podemos afirmar se da continuidad a la espiral ascendente del macroproceso de construcción de la Autopista del Sol, se involucran las Direcciones más importantes y que han de enfrentar el análisis, el estudio y que finalmente toman las decisiones que dan curso a las acciones que dictaminen el trabajo a realizar. A la vez, funcionarios y técnicos proyectistas y constructores de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se ven involucrados en la etapa de planeación, ya que la consecución de los objetivos y metas se hace comun, tanto para el constructor como para el cliente, en este caso el Gobierno del Estado de Guerrero, representado por la S.C.T



Las Direcciones de la empresa Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V., que han de tomar parte y formar el núcleo de la constructora a cargo de la obra son la Dirección de Construcción de Obras Tradicionales, La Dirección de Construcción Pesada, la Dirección de Construcción Solum (antes Dirección de Construcción Geotécnica) y la Dirección de Construcción Urbana

Por parte de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, se hace participe la Subsecretaría de Infraestructura y la Residencia de la Dirección General de Carreteras Federales

Habiendo participado en la construcción de la Autopista del Sol, la empresa ICA S.A. de C.V. tiene y reúne la experiencia necesaria para enfrentar la ejecución de la totalidad del proyecto de construcción del túnel, se solicita y recopila toda la información necesaria a la S.C.T., como lo es la base del anteproyecto del túnel; se realizan las reuniones necesarias entre constructora, secretaria y gobierno del estado; se contemplan las ventajas de que la constructora haya llevado a buen término la ejecución de los tramos de autopista asignados en tiempo, costo y calidad; se establecen los criterios para asignar las funciones y responsabilidades a las partes participantes, se avizoran y evalúan nuevas necesidades y se jerarquizan las prioridades, considerando restricciones y limitantes, se definen las partes de la obra que podrían estar sujetas a subcontratación por parte de la constructora; se realizan propuestas tentativas para el trazo de la estructura, se discute y proponen los probables frentes de ataque del túnel; se contempla la problemática técnica - administrativa de la construcción del túnel por el tipo de obra, su dificultad y los riesgos que implicará, la problemática social que representará por los asentamientos humanos que habrán de ser conmocionados con la implantación de la estructura, y también se observa y considera los posibles problemas políticos que surgirán a raíz de la realización de la obra de construcción del túnel, se seleccionan y definen por ambas partes, constructor y cliente, los equipos de trabajo y las cabezas, mejor calificados y mas capacitados, los cuales se encargarán de llevar a ejecución todos los procesos tanto técnicos como administrativos del proyecto.

Como el aspecto de mayor relevancia de entre los que se manejan en la etapa de planeación, entre constructora y cliente, se discute y trata de definir con precisión la forma en que se habrá de financiar la construcción de una obra de tal envergadura, y la cual se tiene evaluada y valorizada en un inicio con un monto aproximado de 59' 000, 000 USD. De acuerdo a la naturaleza de la obra concesionada y que debe ser financiada en su totalidad por la empresa constructora, se establece un sistema de recuperación de la inversión por el ingreso resultado del cobro de cuotas de peaje durante la etapa de operación del túnel, en un plazo establecido que permita de acuerdo a los análisis y estudios de ingeniería económica, la amortización de los capitales que se requieren para llevar a cabo la empresa, permitiéndole la obtención de la utilidad con la que resulte ser un negocio atractivo y garantice su permanencia en el medio y la industria de la construcción del país

## LA ORGANIZACION DE LA OBRA.

Competente a la constructora y en la trayectoria que la hace líder en el país en la realización de este tipo de obras, en ICA S A de C V se da paso entonces ligado a la planeación de la obra, a la etapa de organización de la obra, la cual llevará desde un inicio como catalizador inevitable, el costo y finalmente el presupuesto de todos y cada uno de los trabajos y actividades que implicará el proyecto tan ambicioso planteado y planeado en conjunto con el cliente

En su participación durante la planeación y ahora en la organización de la obra, son determinantes la aptitud y la actitud con que la empresa constructora y sus representantes afrontan la difícil misión que cubrirá por completo el alcance del proyecto.

La Vicepresidencia de la ICA, responsable de las Direcciones de Construcción en la especialidad, es la cabeza y el ente controlador en el nivel ejecutivo que tiene la última palabra para aprobar y dictar las decisiones en la estructura organizacional de la constructora ; cada una de las cuatro Direcciones de construcción, en el nivel y en su momento de participación, reportarán y llevarán a cabo la ejecución de su correspondiente, informando e intercambiando diferentes opiniones en las juntas de consejo de la empresa, o cuando sean requeridas

Como uno de los puntos mas importantes, que llevan de la mano la etapa de planeación con la de organización del proyecto de construcción del túnel, se tiene el plan y organización de los frentes de ataque del túnel : se requiere la construcción de los portales de acceso y salida, y se define en función de las necesidades de tiempo, si se realizará la excavación por ambos portales, considerando dos frentes iniciales, con el tren de trabajo y actividades que le siguen a la excavación ; también se contempla la posibilidad de excavar y revestir ventanas de construcción del túnel para acelerar la excavación.

Durante la etapa de Organización de la obra, en las reuniones con base a los requerimientos del proyecto y a la experiencia adquirida en otros proyectos de la misma naturaleza, se designan y asignan los recursos materiales a utilizarse, los materiales para la construcción, los materiales de consumo, los de instalación permanente, los equipos a instalar, los accesorios, las herramientas, etc. , se designan y asignan los recursos humanos, la mano de obra correspondiente a profesionales, especialistas, técnicos y obreros, se les designa autoridad y responsabilidad y propone su distribución táctica y estratégica en la obra, a través del uso de organigramas que serán adecuados y enriquecidos de acuerdo a las necesidades en la ejecución, así también se definen las cuadrillas de trabajo de los obreros que se desempeñarán en las actividades y trabajos del proyecto , se designan y asignan los recursos de maquinaria y equipo de construcción, conformando las células de trabajo con la maquinaria y equipo mas adecuado, para la realización de los trabajos por ejecutar, se considera la propiedad de equipo y la necesidad de renta del mismo , a la vez se contempla y definen las instalaciones provisionales y definitivas que se tendrán en los diferentes frentes del túnel, en el interior y el exterior del mismo.

La forma paralela se distribuye en el tiempo la utilización de todos esos recursos, programando completamente la ejecución de la obra, en el nivel particular específico y en el general global, se llevan a la programación táctica y estratégica, por medio de sistemas avanzados que emplean información recopilada de rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipo, así como consumo de materiales, para las condiciones en que se desarrollarán los trabajos de construcción del túnel

Se aplica entonces el sistema, método o procedimiento de ingeniería de costos, que emplea la empresa constructora para realizar los primeros presupuestos de la obra, valorizando todos y cada uno de los renglones de trabajo considerados, dándose forma a los primeros proformas de obra del proyecto, que relacionan las cantidades totales necesarias de recursos y el costo de los mismos, obteniendo los importes del costo directo, se adiciona el costo indirecto analizado resultado de la valorización de la estructura organizacional definida para la obra, instalaciones, accesos, obras complementarias, fletes, campamentos y otros que dan forma al mismo, mas la adición de la utilidad razonada por las direcciones ejecutivas y negociadas y decidida por la vicepresidencia de la empresa constructora, la cual implícitamente incluye el cargo por el riesgo de ejecución en ésta obra, el grado de dificultad técnico de la obra, la localización de la misma, el periodo de ejecución, la magnitud de tal y otros factores..

Se considera en forma simultanea, y sin olvidar el costo operativo, de fianzas y seguros, de los aspectos legales y laborales, los costos fiscales y hacendarios

De manera interna, en la empresa constructora, se realizan los estudios de ingeniería económica y financieros que permitan conocer la factibilidad del proyecto, aún tratándose de una obra concesionada de la que de antemano se sabe, al monto que se llegue para presentar al cliente, deberá ser aceptado para llegar a la firma del contrato respectivo

Con ello se replantea y reorganiza, sentándose finalmente a la mesa de negociación el constructor antes de iniciar el trabajo, con lo que ha proformado y ha presupuestado al cliente, proporcionándole el alcance y valor de su proyecto terminado y con el que se firma el contrato definitivo de ejecución de los trabajos de construcción de la obra del "Túnel Interurbano Acapulco".

## LA EJECUCION DE LA OBRA.

Una vez acordados y aceptados los parámetros bajo los cuales se ha firmado el contrato para la construcción del túnel, y habiendo quedado de conformidad tanto constructora como cliente, se procede a llevar a ejecución la obra ; se hace participar a la Gerencia de Aseguramiento de Calidad de la constructora, quien se encargará de elaborar los Manuales de Procedimientos Constructivos definitivos del proyecto de construcción del túnel, basados en las exigencias y especificaciones de los patrones que establece la S.C T. para la obra, los que se adecuarán de conformidad con los acontecimientos que se presenten durante el desarrollo de todo el proyecto, elaborará también los Manuales de Procedimientos de Seguridad e Higiene Industrial y los Manuales de Control de Calidad de los Procesos de la obra

Se procede a realizar la movilización de los equipos designados, la maquinaria propiedad de la empresa y las instalaciones como plantas, almacenes, bodegas, talleres, etc , los que se encuentran en terrenos propiedad de la misma, aunque existen algunos en el lugar, de los que se utilizaron para la construcción de la autopista ; se realizan los arreglos para renta de maquinaria y equipo con arrendadoras locales ; se formaliza la subcontratación con otras direcciones de la empresa para los trabajos de instalación y equipamiento de los sistemas del túnel o con particulares especialistas en cada ramo industrial de la especialidad , se formaliza y compromete a los proveedores de materiales para la construcción, los materiales de consumo, los de instalación permanente, los de los equipos a instalar, los accesorios, las herramientas, etc. , se contratan los recursos humanos, la mano de obra como administrativos, técnicos y obreros locales.

Se realizan los trabajos de instalación de campamento para el personal que no tiene residencia local, o para el que no cuenta con renta de casa habitación . se ha transportado al personal de la empresa que tomará parte en la obra y se dispone su alojamiento ; se instalan las oficinas de la residencia de obra de la constructora y de la supervisión, se equipan e instalan los servicios y realizan los trabajos en instalaciones provisionales que se requerirán hasta la terminación de la obra, se realiza el cercado del área de trabajo y se guarece para dar seguridad al desarrollo de la obra, y evitar molestias y posibles daños a la comunidad ; para ese entonces ya se han tramitado los permisos y licencias necesarias y suficientes, y se han publicado en forma exhaustiva los avisos por diferentes medios de los trabajos que tendrán lugar en la zona, se avisa y alerta de los horarios de las voladuras de acuerdo al programa y se hacen las recomendaciones y advertencias pertinentes , se ha conseguido liberar los terrenos sujetos de afectación y se trabaja en las zonas indicadas , se preparan e inician los trabajos previos para la excavación de los portales, se proveen las instalaciones y equipos que entrarán en acción y que permanecerán unos en el interior del túnel y otros en el exterior.

Llegado el momento de empezar a materializar lo que se ha planeado y se ha organizado, se inicia a dar forma a lo que sera en un tiempo la estructura del tunel , se construye por dos frentes, un frente de construcción se denomina "Las Cruces" en el Portal Mexico, y otro se denomina "Farallon" en el Portal Acapulco De acuerdo a esta disposicion de frentes de ataque, el túnel se llevará a cabo, y se subdividira en los subfrentes de acuerdo a cada una de las actividades que conforman el procedimiento constructivo de la obra

En forma de catálogo de conceptos se menciona a continuación los trabajos y cantidades de obra que constituyen la construccion de la obra del túnel

**CATALOGO DE CONCEPTOS DE LOS TRABAJOS A REALIZAR.**

Nº	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD
1	<b>EXCAVACIONES</b>		
1 1	Excavación a cielo abierto en portales mediante equipo mecanizado, sin usar explosivos	M3	67,014
1 1a	Excavación a cielo abierto en portales empleando explosivos.	M3	83,896
1 2	Sobrecarreo de material producto de excavación y /o extracción de derrumbes ; incluye únicamente el pago mas allá del acarreo libre	M3-KM	4'832.725
1 3	Remoción de derrumbes que se presenten por causas no imputables al contratista en el exterior , incluye : carga y descarga	M3	924
1 4	Excavación subterránea en túnel empleando explosivos	M3	303,920
1 5	Excavación en drenes dentro del túnel empleando explosivos según proyecto	M3	627
1 6	Remoción de derrumbes que se presenten por causas no imputables al contratista en el interior del túnel , incluye : carga y descarga	M3	6,429
1 7	Formación y compactación de relleno en túnel falso : incluye material al 90 %	M3	58,392
2	<b>SOPORTE Y ALIVIO</b>		
2 1	Barrenación de 2"Ø para anclas de fricción, tensión y/o alivio, hasta 4 5 m en túnel	M	119,375

2.2	Barrenación de 1 ½"Ø para anclas de fricción o tensión de 9.0 m en taludes de excavación	M	1,261
2.3	Barrenación de 1 ½"Ø para anclas de fricción o tensión de 12.0 m en taludes de excavación	M	2,375
2.4	Barrenación de 1 ½"Ø para anclas de fricción o tensión de 13.5 m en taludes de excavación	M	139
2.5	Anclas de fricción de 1"Ø hasta 4.5 m de longitud dentro del túnel, incluye habilitado y colocación	M	119,375
2.6	Anclas de fricción de 1 ½"Ø hasta 9.0 m de longitud en taludes, incluye habilitado y colocación	M	1,261
2.7	Anclas de fricción de 1 ½"Ø hasta 12.0 m de longitud en taludes, incluye habilitado, colocación e inyección	M	2,375
2.8	Anclas de fricción de 1 ½"Ø hasta 13.5 m de longitud en taludes, incluye habilitado, colocación e inyección	M	139
3	<b>CONCRETOS</b>		
3.1	Concreto lanzado de f'c=250 kg/cm <sup>2</sup> en los taludes exteriores	M3	780
3.2	Concreto lanzado de f'c=250 kg/cm <sup>2</sup> en revestimiento de túnel, en clave y paredes	M3	6,110
3.3	Concreto hidráulico de f'c=250 kg/cm <sup>2</sup> en los portales y en túnel falso	M3	8,924
3.4	Concreto hidráulico de f'c=250 kg/cm <sup>2</sup> en banquetas	M3	2,414
3.5	Concreto hidráulico de f'c=300 kg/cm <sup>2</sup> en losa de pavimento	M3	6,465
3.6	Concreto hidráulico de f'c=250 kg/cm <sup>2</sup> en revestimiento de túnel	M3	13,138
4	<b>ACERO DE REFUERZO Y ACERO ESTRUCTURAL</b>		
4.1	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo con Fy=4,000 kg/cm <sup>2</sup> , en el portal y túnel falso	KG	165,234
4.2	Suministro, habilitado, armado y colocación de acero de refuerzo con Fy=4,000 kg/cm <sup>2</sup> , en el túnel	KG	1,303,738
4.3	Suministro, habilitado, y colocación de malla de alambre electrosoldada de 6 x 6/6 - 6 en taludes	M2	8,129

4 3a	Suministro de fibras de acero DRAMIX ZP 30/50 o similar para adicionar al concreto lanzado en túnel	KG	305,000
4 4	Suministro, habilitado, y colocación de marcos metálicos de perfil IPR de 8" x 5 1/4" (31 kg/m) con rastras de perfil IPR de 12" x 8" (67 kg/m) en el reforzamiento de túnel	KG	76,410
5	<b>DRENES Y VARIOS</b>		
5.1	Suministro y colocación de drenes de tubo de P.V.C. de 3"Ø en los barrenos de alivio para canalizarlos al dren de piso en taludes y túnel	M	5,370
5.2	Sub-dren en túnel con tubo de concreto de 6"Ø ranurado con filtro de grava y arena según proyecto	M3	3,487
5 3	Inyección de contacto entre el revestimiento de concreto hidráulico y las paredes de roca en el tramo de túnel revestido, con lechada de cemento de acuerdo a proyecto, incluye: barrenación, inyección y materiales necesarios para su ejecución.	M3	164
6	<b>TERRACERIAS</b>		
6	<b>DESPALMES</b>		
6 1	Despalle en cortes	M3	6,872
6 2	Despalle para despalte de terraplenes	M3	10,436
7	<b>EXCAVACIONES</b>		
7 1	Excavaciones en cortes y adicionales abajo de la sub-rasante	M3	99,291
7 2	Excavaciones en escalones	M3	8,208
7 3	Excavaciones de préstamo de banco		
	a) Del banco La Antena	M3	58,106
	b) Del banco Papagayo	M3	7,488
8	<b>TERRAPLENES</b>		
8 1	Formación y compactación de terraplenes, adicionados con sus cuñas de sobreancho		
	a) Al 90 %.	M3	53,216
	b) Al 95 %	M3	20,771

8.2	Formación de los terraplenes y de cuñas construidas con materiales no compactables bandendo	M3	103,368
8.3	Sobrecarreo de materiales para terracería		
	a) M3 estación	M3	731
	b) Primer hectometro	M3	74,813
	c) Hectometros subsecuentes	M3-HM	209,483
	d) Primer kilómetro	M3	73,593
	e) Kilómetros subsecuentes.	M3-KM	628,815
9	<b>VARIOS</b>		
9.1	Demoliciones en edificaciones y acarreos	M2	50,000
9.2	Demoliciones en carpeta asfáltica y acarreos	M3	150
9.3	Demoliciones en banquetas, guarniciones, parapetos y acarreos	M3	1,000
10	<b>OBRAS DE DRENAJE</b>		
10.1	Obras de drenaje	LOTE	1
11	<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>		
11.1	Bordillos de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$	M	378
11.2	Pozo de visita según proyecto	PZA	41
11.3	Bocas de tormenta.	PZA	15
11.4	Lavaderos de concreto $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ con agregado de tamaño máximo de $\frac{3}{4}$ " de 8 cm de espesor	M	144
11.5	Cunetas de concreto $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$ de 8 cm de espesor.	M	297
11.6	Muros de contención de concreto de $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$	M3	1,508
11.7	Guarniciones de concreto	M	7,620
11.8	Banquetas de concreto	M3	405
12	<b>PAVIMENTO</b>		
12.1	Asfalto FM-1 en riego de impregnación	LT	44,700
12.2	Asfalto FR-3 en riego de liga	LT	8,936
12.3	Asfalto FR-3 en riego de sello	LT	35,745
12.4	Carpeta de concreto asfáltico compactado al 95 % con espesor de 7 cm	M3	2,378



12.5	Riego de sello con material petreo 3-E	M3	290
12.6	Sub-base y base compactada al 100 % de su P.V.M.S	M3	9,900
12.7	Relleno en banquetas	M3	3,837
13	<b>ACARREOS</b>		
13.1	Acarreos de materiales para sub-base y base en el primer kilómetro	M3	9,795
13.2	Acarreos de materiales para carpeta asfáltica	M3	2,375
13.3	Acarreos de materiales para sello	M3	300
14	<b>OBRAS ESPECIALES</b>		
14.1	Drenaje rancho Acapulco.	LOTE	1
14.2	Iluminación.	LOTE	1
14.3	Suministro e instalación de equipo de ventilación	LOTE	1
14.4	Suministro e instalación de equipo contra incendio.	LOTE	1
14.5	Suministro e instalación de sistema de señalización eléctrico	LOTE	1
14.6	Caseta de cobro	LOTE	1
	<b>PUENTES</b>		
15	<b>ESTRUCTURAS</b>		
15.1	Excavación para desplante de zapatas en cualquier tipo de material	M3	12,866
15.2	Relleno compactado con material producto de la excavación	M3	145,049
15.3	Filtro de grava triturada de tamaño máximo 1" Ø, incluye acarreo de materiales.	M3	458
15.4	Acarreo de materiales producto de la excavación		
	a) Primer kilómetro	M3	7,274
	b) Kilómetros subsecuentes	M3-KM	14,400
15.5	Concreto en plantilla f'c=100 kg/cm <sup>2</sup>	M3	168
15.6	Concreto hidráulico f'c=250 kg/cm <sup>2</sup>		
	a) En zapatas	M3	1,409
	b) En caballetes	M3	975
	c) En diafragmas	M3	87
	d) En muros y aleros	M3	705

15 7	Acero de refuerzo $F_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$		
	a) En cimentaciones	KG	103,050
	b) En cuerpo de caballete	KG	291,000
15 8	Concreto hidráulico $f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$ :		
	a) En traves presforzadas	M3	255
	b) En losas precoladas	M3	60
	c) En losas y diafragmas	M3	272
15 9	Concreto hidráulico de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en banquetas	M3	77
15 10	Acero de refuerzo en superestructura $F_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$	KG	56,145
15 11	Acero de presfuerzo en superestructura $F_y = 17,000 \text{ kg/cm}^2$		
	a) 28 alambres de 7 mm. $\emptyset$ cada uno	KG	16,455
	b) 6 alambres de 7 mm $\emptyset$ cada uno	KG	239
	c) En torones de $\frac{1}{2} \emptyset$	KG	300
15 12	Montaje de traves presforzadas de 26 m	PZA	17
15 13	Tubo de cartón comprimido de 21 cm $\emptyset$ en banquetas	M	578
15 14	Apoyos móviles de 35 x 35 x 41 cm	PZA	17
15 15	Apoyos fijos de 35 x 35 x 41 cm	PZA	17
15 16	Juntas de dilatación de		
	a) SIKAFLEX 1-A o similar	DM2	354
	b) De cartón asfáltico de 4 cm. De espesor	M2	60
	c) De cartón asfáltico de 2 cm. De espesor	M2	180
15 17	Acero estructural - 36	KG	1,875
15 18	Drenes de tubo de A.C. de 10 cm $\emptyset$	M	90
15 19	Parapeto de acero estructural A-36.	KG	5,460
15 20	Anclas de acero $F_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$ en parapeto	KG	180
16	<b>SEÑALAMIENTO</b>		
16 1	Pintura en rayas continuas y discontinuas	M	38,091
16 2	Señal tipo cuadrada 0.61 x 0.61 clave R-6.	PZA	14

16.3	Señal tipo cuadrada 0.61 x 0.61 clave R-15	PZA	4
16.4	Señal tipo cuadrada 0.61 x 0.61 clave P-23	PZA	3
16.5	Señal tipo octagonal 0.61 x 0.61 clave SR-6	PZA	3
16.6	Señal tipo octagonal 0.61 x 0.61 clave SR-7	PZA	3
16.7	Señal tipo octagonal 0.61 x 0.61 clave SR-9	PZA	12
16.8	Señal tipo cuadrada 0.61 x 0.61 clave SR-15.	PZA	3
16.9	Señal tipo cuadrada 0.61 x 0.61 clave SR-22.	PZA	40
16.10	Señal tipo cuadrada 0.61 x 0.61 clave SR-30	PZA	3
16.11	Señal tipo cuadrada 0.71 x 0.71 clave SP-17	PZA	2
16.12	Señal tipo cuadrada 0.71 x 0.71 clave SP-18.	PZA	3
16.13	Señal tipo cuadrada 0.71 x 0.71 clave SP-19.	PZA	2
16.14	Señal tipo cuadrada 0.71 x 0.71 clave SP-20.	PZA	1
16.15	Señal tipo cuadrada 0.71 x 0.71 clave SP-21	PZA	6
16.16	Señal tipo cuadrada 0.71 x 0.71 clave SP-38-A.	PZA	1
16.17	Señal tipo rectangular 0.61 x 1.22 clave OD-5	PZA	14
16.18	Señal tipo rectangular 0.40 x 2.39 clave SID-10.	PZA	2
16.19	Señal tipo rectangular 0.40 x 2.39 clave SID-13	PZA	16
16.19	Señal tipo rectangular dimensiones varias clave SID-14	PZA	6
16.20	Señal tipo rectangular 1.52 x 4.88 clave SID-15	PZA	2
16.21	Señal tipo rectangular 0.71 x 1.78 clave SIG-10	PZA	11
16.22	Señal tipo rectangular dimensiones varias clave SIR	PZA	5
16.23	Señal tipo rectangular 0.20 x 0.90 clave SII-6	PZA	7
17	LUMBRERAS		
17.1	Excavación	M3	14,700
17.2	Revestimiento de concreto	M3	4,350
17.3	Acero de refuerzo	KG	300,000
17.4	Barrenación para anclas	LOTE	1
17.5	Inyección de contacto	LOTE	1
17.6	Anclas de acero	LOTE	1

### *Excavación y tratamiento de los Portales.*

Los trabajos comienzan realizándose la excavación a cielo abierto, para formar los accesos, que permitirán la llegada a los portales, e inmediatamente a continuación, se excavan los tajos que darán lugar a cada uno de los portales, y se continúa con los tratamientos de estabilización de los taludes de la excavación, mediante el empleo de anclaje y aplicación de concreto lanzado en la superficie con refuerzo de malla de alambre electrosoldada, así como barrenos para instalar drenes de alivio

Las células básicas de trabajo empleadas son

#### **Barrenación para voladura.**

Perforadora neumática de piso sobre orugas (Track-drill) Ingersoll Rand, operador y ayudante  
Perforadoras de pierna Gardner Denver, perforista y ayudante  
Compresor portátil alta presión 750 PCM Ingersoll Rand, compresorista  
Compresor portátil 375 PCM Gardner Denver, compresorista

#### **Excavación, remoción, carga y acarreo.**

Tractor sobre orugas D8N Caterpillar, operador  
Escarificador 8N Caterpillar  
Cargador sobre orugas 966-F Caterpillar, operador y ayudante  
Camión volteo con caja para roca de 14 m<sup>3</sup> Dina, chofer de camión y ayudante

#### **Disposición y formación de plataformas en botadero.**

Tractor D6H Caterpillar, operador y ayudante

#### **Barrenación para anclaje y colocación de anclas.**

Perforadora neumática BBAS Stenuick, perforista y ayudante  
Compresor portátil alta presión 750 PCM Ingersoll Rand, compresorista

#### **Concreto lanzado.**

Olla autohormigonera 5 5 m<sup>3</sup> Mariner 55 Italmachine, operador y ayudantes  
Lanzadora de concreto Aliva 260, operador y lanzador  
Bomba de agua 2"Ø 40 MD Barnes, operador  
Compresor portátil 375 PCM Gardner Denver, compresorista

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

Una vez dado el trazo y niveles, se ejecuta la excavación, la cual se realiza tanto en material "B" y material "C", de acuerdo a la disposición y características del suelo, y de acuerdo a la localización marcada en proyecto, se realiza la barrenación con track-drill, la carga de barrenos y la voladura, se rezaga con tractor sobre orugas y se carga con cargador sobre orugas a camiones de volteo el material de roca, para ser llevado a botaderos autorizados; por otro lado se excava con tractor sobre orugas equipado con escarificador y con el mismo equipo se realiza la remoción, para luego cargar el material con cargador sobre orugas a los camiones de volteo, los mismos llevan también el material a su disposición en botadero.

En las zonas donde se requiere y de acuerdo a proyecto se disponen las plantillas de barrenación para anclaje de los indicados en proyecto, utilizando perforadoras neumáticas, a la vez se ubican las perforaciones para los drenes de alivio, ejecutándose la barrenación e instalación de anclas de fricción y de tensión, y los drenes. Inmediatamente después las cuadrillas de fierros se encargan de colocar y anclar la malla electrosoldada de alambre, que servirá de refuerzo al concreto lanzado, se emboquillan los drenes para no se tapados con la capa de concreto. se realiza el tensado de anclas, y una vez logrado el avance en el tramo, necesario que permita trabajar al subfrente de concreto lanzado, se ejecuta la aplicación del mismo en el espesor de proyecto que garantice la estabilidad del talud en conjunto con los demás elementos del sistema de estabilización.

Mientras estos trabajos se ejecutan directamente en los frentes en portal, en los talleres adyacentes a los portales y antes de iniciarse la excavación en el túnel, trabajan cuadrillas de fierros en el armado de los marcos de acero, los que deberán existir en cantidad suficiente para el momento de ser requeridos en el sostenimiento de la excavación del túnel durante el avance.

Al mismo tiempo y desde antes de haber iniciado la excavación de los tajos en portales, se han dispuesto en la zona de bancos de préstamo autorizados, de material para obtención y producción de agregados pétreos (gravas y arenas), en los cuales se trabaja con trenes de trituración que producen esos materiales en los tamaños requeridos, desde donde se acarrearán los agregados del producto almacenado hasta los frentes, en donde se forman otros almacenes para que se alimenten las autohormigoneras y posteriormente se carguen la plantas de fabricación de concreto; además en cumplimiento a las necesidades de volúmenes de concreto, que se requerirán en la construcción de la obra del túnel, se han dispuesto también las plantas de fabricación de concreto, en cada uno de los frentes, así mismo se inicia a instalar las plantas de fabricación de concreto asfáltico, para que en el momento en que se requiera este material se tenga en producción el mismo

### *Excavación y tratamiento del Túnel.*

La ejecución de los trabajos de construcción de la estructura del túnel, tiene como base las especificaciones de construcción que en conjunto generaron la empresa Ingenieros Civiles Asociados S A de C V y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para el proyecto en cuestión, se partió del proyecto inicial y los documentos que los integran (estudios, especificaciones, planos, etc.), el cual fue sujeto de las modificaciones pertinentes y necesarias de acuerdo a los nuevos estudios y las condiciones que se encontraron durante el avance en los diferentes cadenamientos por cada uno de los frentes, teniendo como resultado los informes y los procedimientos de construcción definitivos que han quedado como registro valioso de la experiencia en la ejecución de esta obra

Una vez terminado el avance en los portales para atacar el túnel, se revisa y comprueba la estabilidad del terreno, y ya logrado el amacise, se procede a realizar los estudios geológicos con perforaciones exploratorias del frente y muestreo del material para analizar en laboratorio y una vez que el geólogo de la obra ha clasificado la calidad de la roca como de *mala calidad*, solo hasta entonces entran en acción las cuadrillas topográficas equipadas con sistemas de tecnología de láser y de alta precisión, las que realizan el trazo de las plantillas de barrenación de acuerdo a proyecto.

En la zona de arranque de la excavación, en el túnel falso, que abarca los primeros 40 m. a cada lado del túnel, así como en los cadenamientos en donde sea requerido, por zona inestable de roca de *mala calidad*, el ancho de la sección de proyecto es de 13.60 m. debido a que se requiere instalar marcos metálicos como soporte provisional y se hace necesario una sección de excavación mayor que permita una vez alojado el sistema de marcos metálicos, una sección interior del túnel terminado de proyecto igual que en la zona donde no se utiliza el sistema de sostenimiento con marcos metálicos, por lo que de manera general el procedimiento consiste en dividir la sección transversal del túnel en dos partes, una superior, la cual corresponde a un medio círculo de diámetro igual a 13.60 m y otra inferior representada como un rectángulo de 13.60 m de base y 2.65 m. de altura

Se marca la media sección superior la cual se ataca subdivida en tres partes, dos laterales de 5 m (tercios izquierdo y derecho) y un núcleo de 3.6 m, debido a la mala calidad de la roca, y teniendo en consideración las condiciones físicas del frente Se inicia la excavación mediante la barrenación, carga de explosivos y detonación en las secciones laterales, de tal forma que se logre un avance de 1.50 m para lograr una geometría similar a un cuerpo de sección lateral (ambos tercios laterales) semicircular con radio de 7.80 m y de 1.50 m de profundidad, se amaciza el terreno y se rezaga el material producto de la voladura, luego se lanza una primera capa de concreto lanzado, al cual se incorporan fibras de acero a manera de refuerzo, en una dosificación de 50-60 kg/m<sup>3</sup>, hasta alcanzar un

espesor de 4 cm, con lo que se protege la roca expuesta contra los efectos del intemperismo, así como para prevenir los desprendimientos de la misma, luego según lo permita el espacio de maniobra para el jumbo, se procede a barrenar y colocar las anclas laterales (inferiores, bajo los 45° de inclinación) de la aureola correspondiente utilizando anclas de 1"Ø y 4.50 m de longitud y anclas centrales (superiores, sobre los 45° de inclinación) laterales de la aureola correspondiente utilizando anclas de 1"Ø y 6.0 m de longitud. Al terminar el anclaje de los laterales se realiza la continuación de la excavación de la sección superior en ambos tercios, mediante la barrenación, carga de explosivos y detonación en la sección, hasta alcanzar un avance total de 3.0 m. Se rezaga el material producto de la voladura y se coloca una capa de concreto lanzado reforzado con fibras de acero, hasta alcanzar un espesor de 4 cm, posteriormente se coloca el anclaje sistemático restante hasta la profundidad total de la excavación en la zona de los dos tercios laterales, la segunda capa de concreto lanzado con refuerzo de fibra proporciona los 8 cm. de espesor de proyecto.

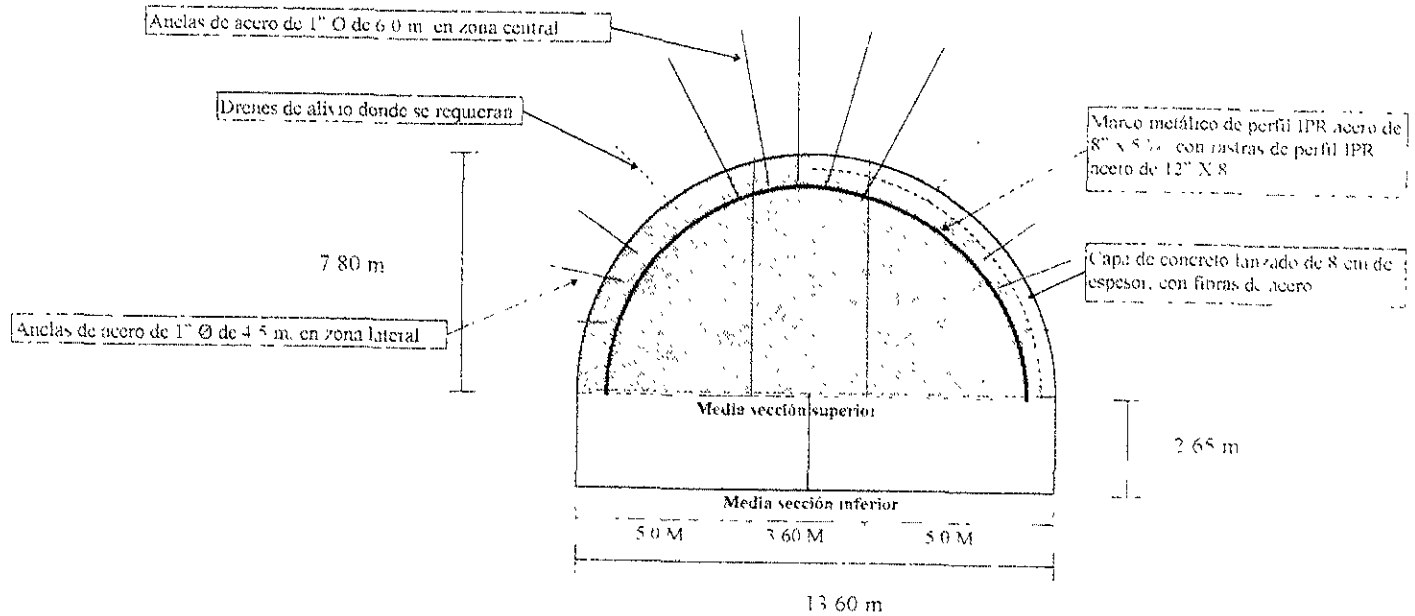
Durante el retiro y rezaga del material posterior a la voladura, ventilación y amacise en el tercio derecho, se procede a colocar la rastra del lado izquierdo, de 1.0 m. de longitud, se corta y se presenta en el sitio, una vez verificados la alineación y nivel se una a la rastra inicial o de arranque (marcos n - 2, n - 1 y n), se une a la rastra anterior soldándolas en los patines superiores con placa de acero estructural y en la unión de las almas, colocando dos placas de acero estructural, unidas mediante tornillos y tuerca. Al término del anclaje se procede a excavar una ranura de 2.0 m de altura y 1.50 m de penetración referida al marco anterior (marco n) en el núcleo, demoliendo la roca con martillo hidráulico si el material lo permite, o por medio de barrenación, carga de explosivo y detonación, controlando la voladura a fin de no dañar el techo de la excavación. Cuando se termina la excavación se procede inmediatamente a colocar concreto lanzado reforzado con fibras de acero, hasta alcanzar un espesor de 8 cm. para proteger la clave.

Una vez protegida la clave del frente de excavación en el tercio medio, se procede a colocar el marco n + 1, habilitado y listo previamente de acuerdo a los planos y especificaciones del proyecto. Se mide la longitud de las dos medias lunas del marco, la curvatura y se verifica esté en buen estado sobre una plantilla de concreto, para ser aprobado; se transporta el marco al interior del túnel sobre el cargador sobre orugas, para su colocación en la zona de la ranura, se coloca media sección de marco, se sujeta con tensores y se colocan separadores de madera y se suelda a la rastra, de la misma manera se coloca la otra media sección de marco y se unen en la zona de la clave con tornillos, se verifica el alineamiento y se completa la soldadura y adomado. Una vez colocado y adecuado el marco se puede entonces proceder a realizar la excavación del núcleo (tercio medio), mediante la barrenación, carga de explosivos y detonación en la sección, hasta alcanzar una nueva penetración o avance igual a 1.5 m. Se rezaga el material producto de la voladura del núcleo y se procede a terminar el anclaje de la clave utilizando anclas de 1"Ø y 6.0 m. de longitud, para posteriormente continuar con el ciclo, con un nuevo avance de 1.5 m. finalmente se coloca una capa de concreto lanzado reforzado con fibras de acero, hasta alcanzar un espesor de 4 cm., posteriormente se coloca el anclaje sistemático restante hasta la profundidad total de la excavación en la zona del tercio central, la segunda capa de concreto lanzado con refuerzo de fibra proporciona los 8 cm. de espesor de proyecto.

El sistema constructivo no considera defasamiento entre la fase de excavación y de terminación de tratamientos debido a la mala calidad de la roca y a la necesidad de proporcionar el revestimiento que garantice la estabilidad en los trabajos de excavación; así se permite la colocación de las anclas restante en las zonas laterales del túnel, para completar las aureolas en las zonas que presentan aportación de agua se realiza la barrenación de drenes.

De esta forma se continúa el avance en el frente a media sección semicircular, en tercios, con ciclos de 3.0 m en un tiempo aproximado de 12.3 horas

### SECCION DE EXCAVACION Y TRATAMIENTO I





Las células básicas de trabajo empleadas son

**Barrenación para voladura, para anclaje, colocación de anclas y drenes.**

Jumbo autopropulsado electrohidráulico de tres brazos DHA 550 S Tamrock, operador  
Subestación para alimentar Jumbo, operador

**Ventilación.**

Ventilador de 1 20 m Ø Jetair, ayudante

**Rezaga, carga y acarreo.**

Cargador sobre orugas de descarga lateral 966-F Caterpillar, operador  
Tractocamion con caja de 14 m<sup>3</sup> para roca Dina, chofer de camión y ayudante  
Volquete autopropulsado 0 30 m<sup>3</sup> Bobcat, operador

**Amacise y recorte.**

Retroexcavadora 220 Caterpillar, operador y ayudantes  
Martillo hidráulico TABE 1200 Botruck  
Martillo hidráulico TX 11 Botruck  
Martillo hidráulico TX 41 Botruck

**Concreto lanzado.**

Olla autohormigonera 5 5 m<sup>3</sup> Mariner 55 Italmachine, operador y ayudantes  
Brazo lanzador para concreto lanzado robojet, operador  
Bomba de concreto 8 m<sup>3</sup> Powercrete Allentown, operador  
Pipa para agua 8 m<sup>3</sup> sobre camión Mercedes Benz, chofer de camión

**Habilitado y colocación de marcos metálicos.**

Equipo de corte oxiacetileno, hechizo  
Soldadora rectificadora 300 amp SAE 300 Lincoln, soldador  
Sierra de banco, hechiza, ayudante  
Taladro eléctrico de ½ H.P. Black & Decker, ayudante

### Otros trabajos y maniobras.

Planta de luz 300 kw Caterpillar, operador  
Compresor estacionario alta presion 750 PCM Ingersoll Rand, compresorista  
Grúa hidráulica Pato AP 410 Grove, operador  
Grúa 3 5 ton 140 AW Hiab, sobre camión, operador de vehículo con grúa  
Soldadora rectificadora 300 amp SAE 300 Lincoln, soldador  
Camión con plataforma aerea de 19' Famsa, chofer de camión y ayudante  
Bomba de achique 2' Ocelco, operador

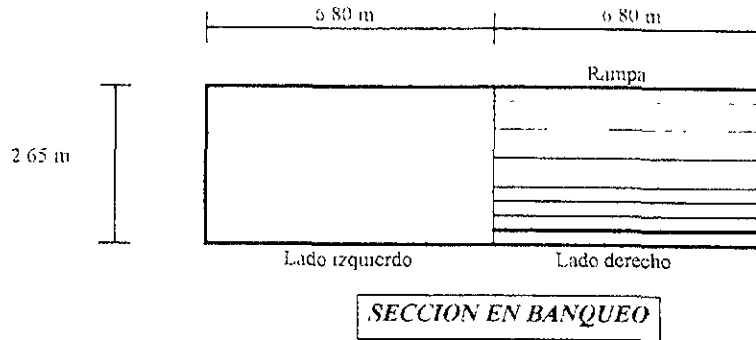
El ciclo consecuente del procedimiento constructivo así llevado, contempla las siguientes actividades .

Topografía - Barrenación en tercio izquierdo y tercio derecho - Movilización de equipo - Carga de explosivos en tercio izquierdo y tercio derecho - Retiro del equipo - Voladura - Ventilación y amacise - Concreto lanzado con fibras de acero en tercio izquierdo y tercio derecho - Rezaga del material lado izquierdo - Rezaga del material lado derecho - Anclaje zona derecha - Anclaje zona izquierda - Amacise y rastra tercio izquierdo - Excavación ranura superior - Rezaga y rastra tercio derecho - Concreto lanzado con fibras de acero en ranura - Colocación de marcos en medias secciones y ademe - Barrenación del núcleo (tercio central) - Carga de explosivos en tercio central - Retiro del equipo - Voladura - Ventilacion y amacise - Rezaga material del núcleo - Anclaje sistemático y colocación de drenes

### BANQUEO

En la zona inferior de la excavación, en el túnel falso, así como en los cadenamientos en donde sea requerido, por zona inestable de roca de *mala calidad*, el ancho de la sección de proyecto es de 13.60 m., debido a que se requiere instalar las patas de los marcos metálicos como soporte provisional y se hace necesario ampliar la sección de excavación que permita una vez alojado el sistema de marcos metálicos, la instalación de las patas en el interior del túnel, al igual que en la zona donde no se utiliza el sistema de sostenimiento con marcos metálicos, por lo que de manera general el procedimiento consiste en dividir la sección transversal del túnel en dos partes, una superior, la cual corresponde a un medio círculo de diámetro igual a 13.60 m y otra inferior representada como un rectángulo de 13.60 m de base y 2.65 m. de altura

La media sección inferior se subdivide en dos secciones, derecha e izquierda, y cuando se realiza la excavación por barrenación y voladura o por medios mecánicos en cualquiera de ellas, la otra servirá como rampa de acceso ala media sección superior.



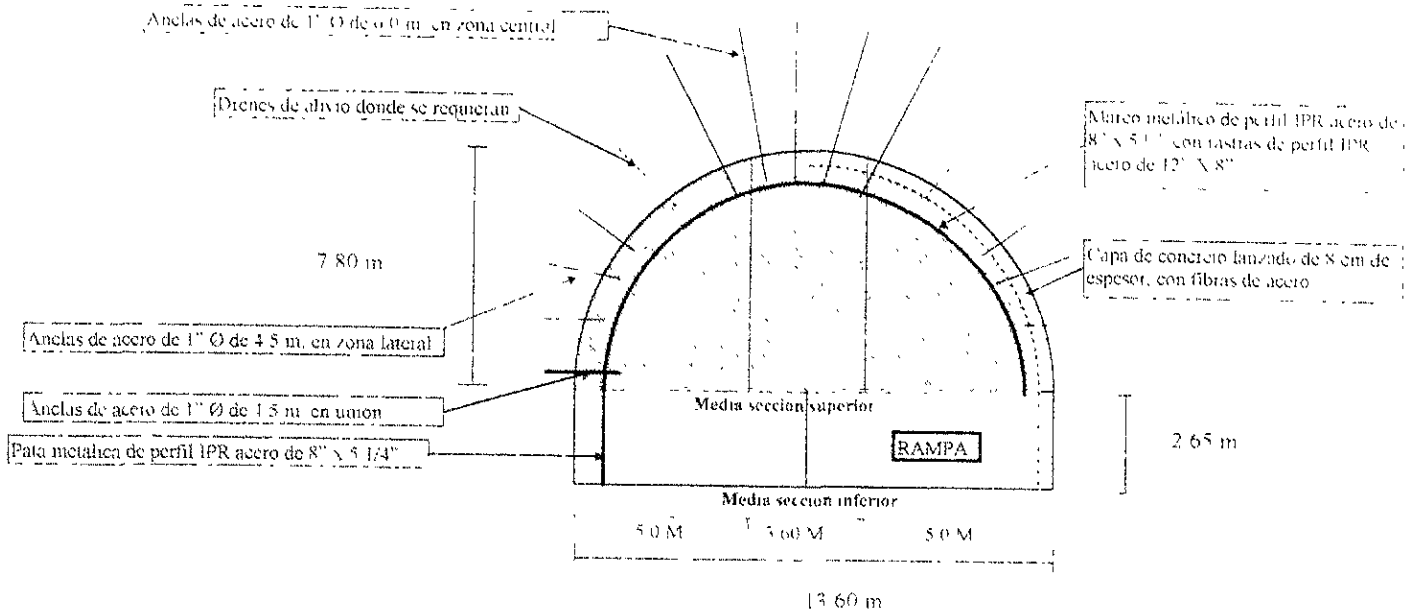
Antes de iniciar la barrenación en la sección a excavar, se tienen perfectamente ancladas las bases de los marcos, en forma salteada a cada 2 m., es decir un marco si y otro no, realizándose el anclaje con elementos de 1" Ø y 3,0 m de longitud, las cuales se inyectan con lechada de mortero de cemento - arena - aditivo, las cuales forman un candado al que se sueldan los marcos para asegurar la estabilidad del perímetro del túnel al retirar el apoyo de las rastras. Una vez asegurada la media sección superior, se procede a efectuar la barrenación horizontal con jumbo, de la sección derecha o de la izquierda, según sea el caso de la que no se ocupe como rampa, con un avance de 1,50 m en cada ciclo de barrenación y voladura, una vez que ha sido habilitada, revisada y aprobada, se presenta la pata en el sitio donde se instalará, se verifica su alineación y nivelación, se colocan separadores de madera y tensores, posteriormente se sujeta la pata metálica soldándola a la rastra y en la siguiente voladura se colocan dos patas, si a ésta le corresponde candado, se procede a barrenar, colocar e inyectar las anclas de sujeción y su fijación a la pata por medio de soldadura, en el momento en que se han colocado cuatro patas, se procede a anacizar el terreno y se rezaga el material producto de la voladura, luego se lanza una primera capa de concreto lanzado, al cual se incorporan fibras de acero a manera de refuerzo, en una dosificación de 50-60 kg/m<sup>3</sup>, hasta alcanzar un espesor de 4 cm, con lo que se protege la roca expuesta contra los efectos del intemperismo, así como para prevenir los desprendimientos de la misma, luego se procede a colocar un candado igual al que se coloca en las bases de los marcos, el cual se instala a tresbolillo con respecto a los mismos. Ya una vez alcanzado un avance del frente en excavación de 50,0 m de la sección, ya sea la izquierda o derecha, se cambia de lugar la rampa de acceso y se procede a efectuar la barrenación de la otra sección, para este proceso se diseñan dos diferentes plantillas de barrenación, una cuando se tienen dos caras libres y otra cuando se tienen tres.

Se rezaga el material producto de la siguiente voladura y se coloca una capa de concreto lanzado reforzado con fibras de acero, hasta alcanzar un espesor de 4 cm, la cual proporciona los 8 cm de espesor de proyecto

El sistema constructivo no considera defasamiento entre la fase de excavación y de terminación de tratamientos, debido a la mala calidad de la roca y a la necesidad de proporcionar el revestimiento que garantice la estabilidad en los trabajos de excavación, así se permite la colocación de las patas y candados restante en las zonas laterales del túnel, para completar el tratamiento, en las zonas que presentan aportación de agua se realiza la barrenación de drenes

De esta forma se continúa el avance en el frente a media sección rectangular, en banqueo, con ciclos de 30 m en un tiempo aproximado de 8 horas

## SECCION DE EJECUCION Y TRATAMIENTO II



Las células básicas de trabajo empleadas para realizar el banqueo son

### Barrenación para voladura, para anclaje, colocación de anclas y drenes.

Jumbo autopropulsado electrohidráulico de tres brazos DHA 550 S Tamrock, operador  
Subestación para alimentar Jumbo operador

**Ventilación.**

Ventilador de 1.20 m Ø Jetair, ayudante

**Rezaga, carga y acarreo.**

Cargador sobre orugas de descarga lateral 966-F Caterpillar, operador

Tractocamión con caja de 14 m<sup>3</sup> para roca Dina, chofer de camión y ayudante

Volquete autopropulsado 0 30 m<sup>3</sup> Bobcat, operador

**Amacise y recorte.**

Retroexcavadora 220 Caterpillar, operador y ayudantes

Martillo hidráulico TX 11 Botruck

Martillo hidráulico TX 41 Botruck

**Concreto lanzado.**

Olla autohormigonera 5.5 m<sup>3</sup> Mariner 55 Italmachine, operador y ayudantes

Brazo lanzador para concreto lanzado robojet, operador

Bomba de concreto 8 m<sup>3</sup> Powercrete Ailentown, operador

Pipa para agua 8 m<sup>3</sup> sobre camión Mercedes Benz, chofer de camión

**Habilitado y colocación de patas metálicas.**

Equipo de corte oxiacetileno, hechizo

Soldadora rectificadora 300 amp SAE 300 Lincoln, soldador

Sierra de banco, hechiza, ayudante

Taladro eléctrico de ½ H.P Black & Decker, ayudante

**Inyección de anclas.**

Agitador de lechada 1 0 m<sup>3</sup> Fabrexim, operador y ayudantes

Bomba de inyección 3L 10, Moyno, inyectista

Bomba de 2" 40 MD, Barnes, operador

**Otros trabajos y maniobras.**

Planta de luz 300 kw Caterpillar, operador

Compresor estacionario alta presión 750 PCM Ingersoll Rand, compresorista

Grúa 3 5 ton. 140 AW Hiab, sobre camión, operador de vehículo con grúa

Soldadora rectificadora 300 amp SAE 300 Lincoln, soldador

Camión con plataforma aérea de 19' Famsa, chofer de camión y ayudante

El ciclo consecuente del procedimiento constructivo así llevado, contempla las siguientes actividades

Topografía - Barrenación en sección izquierda o derecha - Movilización de equipo - Carga de explosivos en sección izquierda o derecha - Retiro del equipo - Colocación de protección - Voladura - Ventilación y amacise - Retiro de la protección - Rezaga del material lado izquierdo o lado derecho - Colocación de pata - Anclaje e inyección sistemático y colocación de drenes - Colocación de concreto lanzado con refuerzo de fibras de acero

De nueva cuenta, una vez terminado el avance en el frente de excavación de túnel, para continuar el ataque del mismo, se revisa y comprueba la estabilidad del terreno, y ya logrado el amacise, se procede a realizar los estudios geológicos con perforaciones exploratorias del frente y muestreo del material para analizar en laboratorio y una vez que el geólogo de la obra ha clasificado la calidad de la roca como de *regular a buena*, solo entonces entran en acción las cuadrillas topográficas equipadas con sistemas de tecnología de láser y de alta precisión, las que realizan el trazo de las nuevas plantillas de barrenación de acuerdo a proyecto

En ésta zona de la excavación, característica del frente "Las Cruces", el ancho de la sección de proyecto es de 12.86 m, debido a que tampoco se requiere instalar marcos metálicos como soporte provisional, por lo que de manera general el procedimiento consiste en dividir la sección transversal del túnel en dos partes, una superior, la cual corresponde a un medio círculo de diámetro igual a 12.86 m y otra inferior representada como un rectángulo de 12.86 m de base y 2.65 m de altura

Ahora debido a el ensanchamiento de la zona de la media sección superior, ésta se divide en dos partes, una de 8.57 m y la otra de 4.29 m con lo que se tiene un defasamiento de 16 m., por lo que se procederá a atacar ambos frentes de excavación en forma simultánea, para acercarlos, de tal manera que la separación entre ambos sea entre 7 y 10 m para reducir las interferencias entre los dos jumbos que se dedicarán a la barrenación, durante la operación simultánea

Se marca la media sección superior la cual se ataca de forma completa por los frentes, debido a la calidad de la roca de regular a buena, y teniendo en consideración las condiciones físicas del frente. Se inicia la excavación mediante la barrenación de la sección izquierda y sección derecha alcanzando avances de barrenación de 3.5 a 3.6 m, así mismo se realiza barrenación adicional necesaria y suficiente para garantizar la salida de la pata en el momento de la voladura, se cargan los barrenos de explosivos y se lleva a cabo la detonación en la sección superior completa, de tal forma que se logre un avance de 3.50 m para lograr la geometría similar a un cuerpo de sección semicircular defasada con radio de 6.43 m y de 3.50 m de profundidad, se amaciza el terreno y se rezaga el material producto de la voladura en la sección izquierda de 8.57 m, luego se lanza una primera capa de concreto lanzado, al cual se incorporan fibras de acero

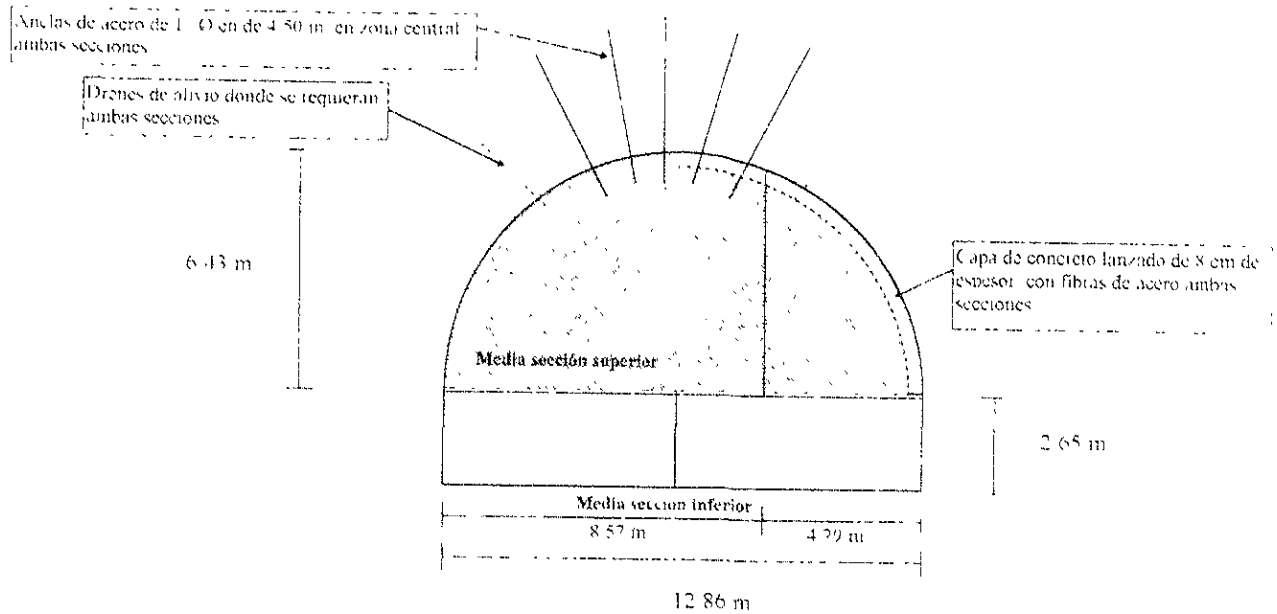
a manera de refuerzo, en una dosificación de 50-60 kg/m<sup>3</sup>, hasta alcanzar un espesor de 4 cm , con lo que se protege la roca expuesta contra los efectos del intemperismo. así como para prevenir los desprendimientos de la misma , se procede a barrenar y colocar las anclas de la sección correspondiente. Por las características de la roca, el proyecto especifica un soporte definitivo a base de anclas de acero a cada 1.50 m de 1"Ø y 4.50 m de longitud, ubicadas en aureolas perpendiculares al eje del túnel y a tres bolillo a 1.50 m

Debido a que el jumbo de barrenación tiene limitaciones de espacio en la sección, solo se colocan las anclas de la clave y las laterales que permita el espacio al equipo , se puede avanzar según se indique teniendo colocadas las anclas de la clave y al terminar la excavación de la sección derecha, concluyendo al 100% el anclaje de la aureola correspondiente. Simultáneamente con la actividad del anclaje en la sección izquierda, se aplica en la sección derecha, una capa de concreto lanzado reforzado con fibras de acero, hasta alcanzar un espesor de 4 cm , posteriormente se coloca el anclaje sistemático en la zona central de la excavación efectuada en la sección derecha; entonces se aplica la segunda capa de concreto lanzado con refuerzo de fibra en ambas secciones la que proporciona los 8 cm de espesor de proyecto, al sistema constructivo no considera defasamiento entre la fase de excavación y de terminación de tratamientos por la calidad de la roca, así se permite la colocación de las anclas restante en las zonas laterales del túnel. para completar las aureolas , en las zonas que presentan aportación de agua se realiza la barrenación de drenes

De esta forma se continúa el avance en el frente a media sección semicircular, con ciclos de 3.50 m en un tiempo de 10.5 horas aproximadamente



### SECCION DE EXCAVACION Y TRATAMIENTO III



Las células básicas de trabajo empleadas para las dos secciones son

#### **Barrenación para voladura, para anclaje y drenes.**

Jumbo autopropulsado electrohidráulico de tres brazos DHA 550 S Tamrock, operador  
Subestación para alimentar Jumbo, operador

**Ventilación.**

Ventilador de 1 20 m. O Jetair, ayudante

**Rezaga, carga y acarreo.**

Cargador sobre orugas de descarga lateral 966-F Caterpillar, operador

Tractocamión con caja de 14 m<sup>3</sup> para roca Dina, chofer de camión y ayudante

**Amacise y recorte.**

Retroexcavadora 220 Caterpillar, operador y ayudantes

Martillo hidráulico TABE 1200 Botruck

Martillo hidráulico TX 11 Botruck

Martillo hidráulico TX 41 Botruck

**Concreto lanzado.**

Planta de concreto 30 m<sup>3</sup> 1040 Rex, operador y ayudantes

Cargador sobre orugas 928 Caterpillar, operador

Olla revolvedora 7 m<sup>3</sup> sobre camión Forsa, operador

Brazo lanzador para concreto lanzado robojet, operador

Bomba de concreto 8 m<sup>3</sup> Powercrete Allentown, operador

Pipa para agua 8 m<sup>3</sup> sobre camión Mercedes Benz, chofer de camión

**Otros trabajos y maniobras.**

Planta de luz 300 kw Caterpillar, operador

Compresor estacionario alta presión 750 PCM Ingersoll Rand, compresorista

Grúa hidráulica Pato AP 410 Grove, operador

Grúa 3.5 ton 140 AW Hiab, sobre camión, operador de vehículo con grúa

Soldadora rectificadora 300 amp SAE 300 Lincoln, soldador

Camión con plataforma aérea de 19' Famsa, chofer de camión y ayudante

Bomba de achique 2" Ocelco, operador

En este frente de ataque que va del portal México hacia el portal Acapulco, se tiene pendiente contrata, por lo que se construyen una serie de cárcamos separados a una distancia aproximada de 300 m para el bombeo del agua utilizada en la barrenación y la que se infiltra, para ser bombeada hacia el exterior a la salida del túnel

El ciclo consecuente del procedimiento constructivo así llevado, contempla las siguientes actividades en ambas secciones

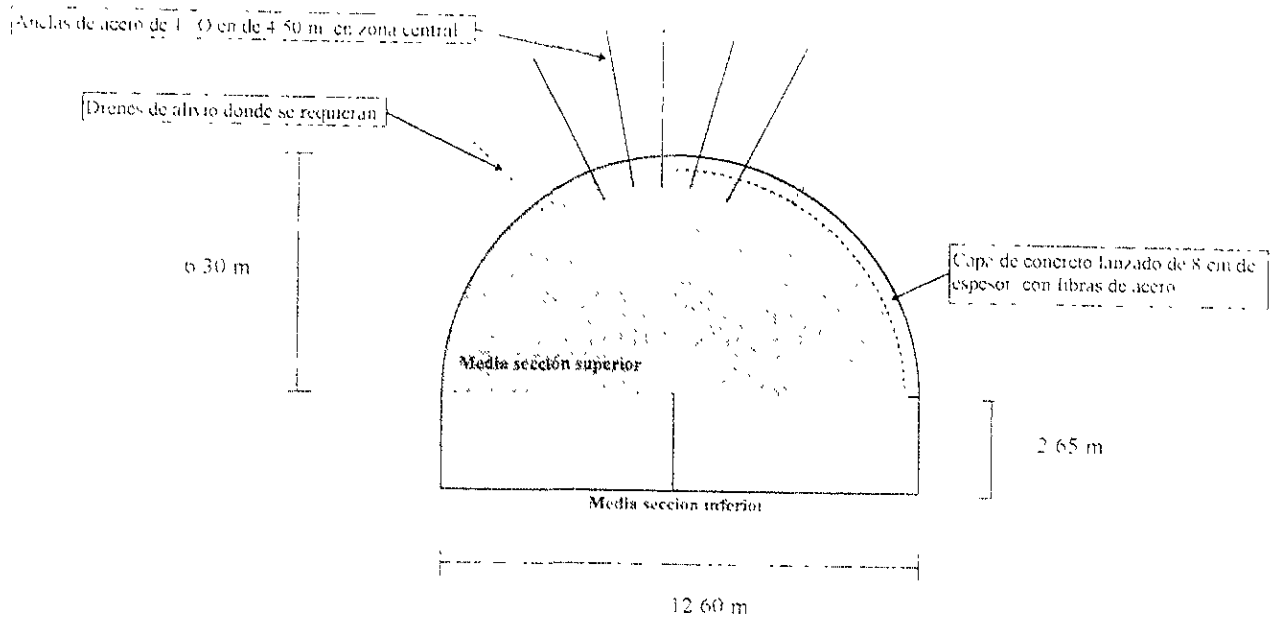
Topografía - Barrenación a sección completa defasada - Carga de explosivos a sección completa - Voladura - Ventilación y amacise - Rezaga del material - Concreto lanzado con fibras de acero a sección completa - Anclaje zona central - Barrenación y colocación de drenes

Durante el desarrollo de los trabajos, se encuentra roca de *buena calidad a muy buena*, por lo tanto en ésta zona de la excavación, el ancho de la sección de proyecto se reduce a 12.60 m, debido a que no se requiere instalar marcos metálicos como soporte provisional, por lo que de manera general el procedimiento consiste en dividir la sección transversal del túnel en dos partes, una superior, la cual corresponde a un medio círculo de diámetro igual a 12.60 m y otra inferior representada como un rectángulo de 12.60 m de base y 2.65 m de altura

Se marca la media sección superior la cual se ataca de forma completa, debido a la calidad de la roca de buena a muy buena, y teniendo en consideración las condiciones físicas del frente. Se inicia la excavación mediante la barrenación, carga de explosivos y detonación en la sección superior completa, de tal forma que se logre un avance de 3.50 m para lograr una geometría similar a un cuerpo de sección semicircular con radio de 6.30 m y de 3.50 m de profundidad, se amaciza el terreno y se rezaga el material producto de la voladura, luego se lanza una primera capa de concreto lanzado, al cual se incorporan fibras de acero a manera de refuerzo, en una dosificación de 50-60 kg/m<sup>3</sup>, hasta alcanzar un espesor de 4 cm, con lo que se protege la roca expuesta contra los efectos del intemperismo, así como para prevenir los desprendimientos de la misma, se procede a barrenar y colocar las anclas centrales de la aureola correspondiente utilizando anclas de 1"Ø y 4.50 m de longitud. Al terminar el anclaje se realiza la excavación de la sección superior completa, mediante la barrenación, carga de explosivos y detonación en la sección, hasta alcanzar un avance de 3.50 m. Se rezaga el material producto de la voladura y se coloca una capa de concreto lanzado reforzado con fibras de acero, hasta alcanzar un espesor de 4 cm, posteriormente se coloca el anclaje sistemático en la zona central de la excavación efectuada, la segunda capa de concreto lanzado con refuerzo de fibra proporciona los 8 cm de espesor de proyecto, al sistema constructivo se ha considerado un defasamiento entre la fase de excavación y de terminación de tratamientos de aproximadamente dos semanas, así se permite la colocación de las anclas restante en las zonas laterales del túnel, para completar las aureolas; en las zonas que presentan aportación de agua se realiza la barrenación de drenes

De esta forma se continúa el avance en el frente a media sección semicircular, con ciclos de 3.50 m en un tiempo de 8 horas aproximadamente

### SECCION DE FUNDACION Y TRATAMIENTO B



Las células básicas de trabajo empleadas son

**Barrenación para voladura, para anclaje, colocación de anclas y drenes.**

Jumbo autopropulsado electrohidráulico de tres brazos DHA 550 S Tamrock, operador

Subestación para alimentar Jumbo, operador

**Ventilación.**

Ventilador de 1 20 m Ø Jetair, ayudante

**Rezaga, carga y acarreo.**

Cargador sobre orugas de descarga lateral 966-F Caterpillar, operador  
Tractocamión con caja de 14 m<sup>3</sup> para roca Dina, chofer de camión y ayudante

**Amacise y recorte.**

Retroexcavadora 220 Caterpillar, operador y ayudantes

Martillo hidráulico TABE 1200 Botruck

Martillo hidráulico TX 11 Botruck

Martillo hidráulico TX 41 Botruck

**Concreto lanzado.**

Planta de concreto 30 m<sup>3</sup> 1040 Rex, operador y ayudantes

Cargador sobre orugas 928 Caterpillar, operador

Olla revolvedora 7 m<sup>3</sup> sobre camión Forsa, operador

Brazo lanzador para concreto lanzado robojet, operador

Bomba de concreto 8 m<sup>3</sup> Powercrete Allentown, operador

Pipa para agua 8 m<sup>3</sup> sobre camión Mercedes Benz, chofer de camión

**Otros trabajos y maniobras.**

Planta de luz 300 kw Caterpillar, operador

Compresor estacionario alta presión 1500 PCM Ingersoll Rand, compresorista

Grúa hidráulica Pato AP 410 Grove, operador

Grúa 3 5 ton 140 AW Hlab, sobre camión, operador de vehículo con grúa

Soldadora rectificadora 300 amp SAE 300 Lincoln, soldador

El ciclo consecuente del procedimiento constructivo así llevado, contempla las siguientes actividades

Topografía - Barrenación a sección completa - Carga de explosivos a sección completa - Voladura - Ventilación y amacise - Rezaga del material - Concreto lanzado con fibras de acero a sección completa - Anclaje zona central - Barrenación y colocación de drenes

### *Excavación y tratamiento de Lumbreras.*

La ejecución de los trabajos de construcción de la estructura del túnel, involucra la instalación de los sistemas de ventilación, para los cuales se ha proyectado la construcción de dos lumbreras, ubicadas aproximadamente en los cadenamientos que dividen los dos tercios de longitud de la estructura del túnel, de acuerdo a las condiciones y necesidades de trabajo para instalar dicho sistema.

Al igual que en la realización de los trabajos de excavación y tratamiento para la construcción del túnel, se tiene como base las especificaciones de construcción que en conjunto generaron la empresa Ingenieros Civiles Asociados S A de C V y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para el proyecto en cuestión, se partió del proyecto inicial y los documentos que los integran (estudios, especificaciones, planos, etc.), el cual fue sujeto de las modificaciones pertinentes y necesarias de acuerdo a los nuevos estudios y las condiciones que se encontraron durante el avance en los trabajos de construcción de ambas lumbreras y sus respectivos frentes, teniendo como resultado los informes y los procedimientos de construcción definitivos que han quedado como registro valioso de la experiencia en la ejecución de esta obra.

Una vez terminado el avance en el ataque del túnel, en los cadenamientos en donde se intersectan perpendicularmente, el trazo de la línea del túnel con el trazo de las lumbreras, y una vez concluidos los tratamientos respectivos, se revisa y comprueba la estabilidad del terreno y una vez logrado el espacio necesario de maniobras en el frente de avance de túnel, se ejecutan las actividades de construcción de lumbreras.

Se excava una plataforma a cielo abierto en la superficie del "Cerro de las Cruces" en los sitios proyectados para cada una de las lumbreras, de dimensiones aproximadamente de 60 0 x 30 0 m., proporcionando un área suficiente para maniobras e instalaciones.

Se realiza el trazo de la línea de barrenación en dirección hacia el túnel con equipos de tecnología láser de alta precisión, para marcar la trayectoria del barreno guía. Con equipo de perforación de largo alcance, se perfora el barreno guía en forma descendente hacia el túnel en un diámetro de aproximadamente 10", para posteriormente realizar la perforación de un pozo de mayor diámetro que la del barreno guía. Con una máquina contrapocera, ubicada desde el techo del túnel ya excavado y donde se instalan sus aditamentos, se realiza la perforación del pozo en forma ascendente hacia la superficie, en un diámetro de aproximadamente 2.40 m.

Una vez terminado el pozo, se disponen los equipos, cuadrillas de personal y las instalaciones necesarias para realizar la excavación y tratamiento de la lumbreira por el sistema de banqueos, la cual tendrá un diámetro de 8 0 m aproximadamente. Desde el interior del túnel se inicia el ascenso en canastilla con perforistas y sus equipos de perforación, la canastilla es izada por medio de cable de acero y

sistema de poleas con un malacate localizado e instalado en la superficie, el cual realiza las operaciones de subido y bajado de la canastilla. Se inicia la excavación mediante la barrenación, carga de explosivos y detonación, una vez que se ha retirado y asegurado el sistema habilitado de canastilla y cableado así como de las instalaciones, para ejecutar la voladura en la sección completa, de tal forma que se logre un avance de 3 00 m . para lograr una geometría similar a un semicírculo con radio de 4 00 m . se amaciza el terreno y se rezaga el material producto de la voladura, que cae por gravedad al túnel, utilizando cargador que rezaga y carga a camión para acarrearlo fuera del túnel ., se lanza una capa de concreto lanzado, al cual se incorporan fibras de acero a manera de refuerzo, en una dosificación de 50-60 kg/m<sup>3</sup>, hasta alcanzar un espesor de 8 cm , con lo que se protege la roca expuesta contra los efectos del intemperismo, así como para prevenir los desprendimientos de la misma , se colocan anclas de acero de 1"Ø y 3 m de longitud de acuerdo a proyecto, y en las zonas que presentan infiltraciones se perforan y colocan drenes.

Posteriormente a la excavación y tratamiento de la lumbrera, se realiza el revestimiento de la misma, el que se ejecuta colocando refuerzo de malla electrosoldada, anclada a las paredes de la excavación para posteriormente colocar concreto hidráulico en la parte superior de la lumbrera, en un tramo de aproximadamente 15 0 a 20 0 m y a continuación se cuelan los muros que dividen la lumbrera en cuadrantes. El concreto se coloca por gravedad, utilizando una cimbra trepadora en módulos de 2 0 m de altura, en ocho etapas de construcción para cada lumbrera

Finalmente se construyen las casetas de operación en la parte superior de cada lumbrera, para instalar los equipos de ventilación permanente con que contará el túnel.

### *Revestimiento definitivo del túnel.*

La ejecución de los trabajos de construcción de la estructura del túnel, implica la instalación del revestimiento definitivo de la estructura en toda la longitud del túnel, de acuerdo a las condiciones y necesidades de trabajo para instalar dicho revestimiento. Al igual que en la realización de los trabajos de excavación y tratamiento para la construcción del túnel, así como de excavación, tratamiento y revestimiento de lumbreras, se tomó como base las especificaciones de construcción que en conjunto generaron la empresa Ingenieros Civiles Asociados S A de C V y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para el proyecto en cuestión , se partió del proyecto inicial y los documentos que los integran (estudios, especificaciones, planos, etc ), el cual fue sujeto de las modificaciones pertinentes y necesarias de acuerdo a los nuevos estudios y las condiciones que se encontraron durante el avance en los trabajos de construcción del revestimiento en sus respectivos frentes, teniendo como resultado los informes y los procedimientos de construcción definitivos que han quedado como registro valioso de la experiencia en la ejecución de esta obra

Una vez que la excavación del túnel cumple con los requerimientos establecidos de proyecto, y teniendo en consideración que la excavación por frentes se proseguirá en paralelo al revestimiento, se han de realizar los trabajos para instalar el mismo

Para la ejecución del trabajo de colocación del acero de refuerzo en el revestimiento definitivo, se utiliza un jumbo transportador fabricado en la obra de acuerdo a las necesidades de proyecto hecho a base de estructura de acero soldado, esta estructura armada, permite el paso por la parte central y a los extremos, la cual cuenta con dos plataformas escalonadas, que sirven tanto para acceso, como para almacén de acero ya habilitado, con capacidad de 1.0 ton. El acero de refuerzo se sujeta con guías de varilla de 43" Ø, soldadas a las anclas existentes en los muros y clave del túnel, y siempre se lleva a delante del colado cuando menos en 18 0 m armados a sección completa

La cimbra que se utiliza es la que se ha usado anteriormente en los sistemas de construcción de los túneles de la Autopista del Sol, pero con un radio de acuerdo a la sección terminada de proyecto del Túnel Acapulco, la cual permite ser fijada a través de puntales colocados en la parte inferior de la coraza y apoyados en una banqueta de concreto precolada, que garantiza la capacidad de carga de la estructura durante el colado

Se estudia la adecuación del radio de cimbra para 6 15 m. para el proyecto del túnel, y se modifica la altura del transportador, el ancho del mismo y por consiguiente se adaptan los mecanismos para apoyar la coraza y garantizar la estabilidad de la cimbra durante el periodo de colado, razón por la cual se hace necesario cambiar la altura de la junta de construcción

Considerando la ejecución paralela de los trabajos de excavación y tratamientos, siguiendo el frente de colado de revestimiento se toman las consideraciones necesarias, se ha de dejar paso continuo a través de la cimbra, en un claro libre de 5 0 m de ancho por 5 0 m de altura, se ha de dar continuidad en los ductos de ventilación, colocando la tubería de ventilación del sistema de excavación de forma que libre el transportador, alojándola en la parte inferior del marco superior del sistema transportador dando continuidad al tubo de lona y al sistema de ventilación, revisando que al ir colocando el tubo se respete el gálibo de 5.0 m desde el nivel de piso terminado, se considera que el drenaje vaya por delante del frente de colado para poder trabajar en seco en la zona a colar, lo que permite además llevar el piso a nivel de subrasante con el objeto de facilitar y respetar el gálibo del transportador.

Teniendo en consideración las condiciones de la cimbra para la clave del túnel, se cuelan primero los muros en una altura de 2 65 m, ubicando ahí la junta longitudinal de colado; en la parte superior del muro, a 0 60 m debajo de la junta se dejan anclas para sostener el mecanismo de apoyo para la coraza de la cimbra del túnel, en el colado de muros se utiliza cimbra especial Brasform, en seis paneles metálicos de 3.0 x 2 80 m para dar la longitud de 9 0 m por lado, con un peso aproximado de 840 kg por panel, los cuales se fijan



mediante el mecanismo de soporte con el que cuenta la cimbra y únicamente se anclaran al terreno firme. Se utiliza desmoldante para la cimbra de acero antes de cada colado para una mejor conservación del panel, el concreto se fabrica en planta localizada en la zona de portal, y se transporta hacia el interior del túnel en olla revoladora sobre camión, y el colado se realiza con motobomba a la que vacian los camiones con revoladora, con lo que se evita colar columna con codos y tubería horizontal en cada ciclo de colado de 9.0 m de longitud.

Una vez que se retira la cimbra, ésta se mueve hacia el siguiente tramo con una grúa sobre camión, previamente se cuenta con los barrenos y las anclas en el piso para volver a fijar los marcos y soportes de la cimbra, con lo que se evita mover el panel durante el periodo de ejecución de colado. En el momento en que se tenga un avance en el frente de colado, que alcance tres longitudes de muro, es decir. 27.0 m a cada lado del túnel, se procede a armar la cimbra de la clave

Antes de iniciar el armado de la cimbra para colar la clave del túnel, se requiere llevar nivelado el piso a nivel de subrasante cuando menos 3.0 m. de ancho desde el muro hacia el eje del túnel en ambos extremos y en el sentido longitudinal a la distancia que se lleven colados los muros; se coloca el riel fijado al piso con anclas en tresbolillo a cada 1.50 m y a una profundidad de 0.80 m.

Estando una vez alineado, revisado y aprobado el riel y el escantillón del truck del transportador, éste se arma completo para posteriormente colocar las corazas sobre el pórtico, procediendo a ubicar los andamios y los accesos a las ventanas de inspección y sitios donde se alojan los vibradores de pared. En la parte superior del transportador se coloca también la plataforma para fijar la tubería del cañón.

La longitud de la cimbra No. 1 será de 9.0 m y se troquea la coraza en los extremos inferiores, apoyada sobre el dispositivo designado con ese fin, auxiliado por gatos hidráulicos ubicados en las columnas del transportador y otros que van en cada uno de los extremos de la coraza; estando la cimbra en posición, se fijan los troqueles y se colocan los tirantes que salen del mecanismo de apoyo a 1.0 m hacia arriba de la junta de colado.

La frontera o tapón transversal se fabrica de malla y se sujeta a la costilla de la cimbra con tornillos y ángulo rolado al mismo diámetro del molde, para que en cuanto se inicie el fraguado del concreto se retire y lave, dejando con ello lista la junta fría para el siguiente colado.

Ya armada completamente la cimbra, se coloca la motobomba pegada al muro y la tubería con inclinación de pendiente suave hasta la parte superior de la cimbra, a 6.30 m. arriba del eje del medio punto, en la frontera o tapón transversal se copia a un tubo niple de largo de 0.50 m. y mismo diámetro de la tubería de la motobomba, ligado a su vez a tres tubos de 1.50 m dentro de la zona por colar y en el mismo alineamiento, éstos a su vez se conectan a una manguera del mismo diámetro con lo que se facilita contar con dos

longitudes de frente, a 30 y 60 m, para intercambiar dichas longitudes conforme se avance en el colado del concreto, que siempre inicia en la junta de colado hacia la parte delantera del molde; de forma obligada se van balanceando las capas de concreto, vaciando a partes iguales a cada lado del eje longitudinal de la cimbra. Durante la colocación se compacta el concreto vibrando tanto en el interior con vibradores de inmersión, y simultáneamente con vibradores de pared, accionando los que cuentan con concreto en la parte interior del molde.

Cuando el colado alcanza el llenado de la clave, los vibradores se cañonean para garantizar el compactado del concreto, haciendo la operación con el dispositivo para caños instalado y accionado por aire a presión.

Considerando que el espacio existente entre la cimbra y el terreno natural, así como la separación de parrillas de acero es reducido, se obliga a buscar combinaciones posibles para utilizar tres líneas de colado con dos motobombas, o tres líneas con una motobomba.

Se colocan las tres líneas de tubería, una al centro y las otras dos a 45°, el procedimiento de vaciado de concreto por condición de estabilidad de la cimbra, tiene que ejecutarse en forma alterna en cuatro etapas, que para cada caso en particular de las alternativas, marcan los tiempos que inciden durante el colado de un módulo de 9.0 m. de longitud.

La primera alternativa, cuenta con dos motobombas acopladas a las líneas de colado 1 y 2, y una cuadrilla de colado con dos operadores de motobomba. Se realiza el colado de la etapa I, terminado el vaciado, se continúa con la motobomba 2 para colocar la etapa II, y posteriormente con la motobomba 1 se termina el colado de la etapa III, luego se procede a cambiar la línea 2 y se maniobra para acoplar a la línea 3, en forma simultánea al colado de la etapa IV con la motobomba 2, misma que concluye su operación en el colado al término de esa fase, con ello se logra continuidad en el ciclo de colado por no presentar interrupciones para realizar las maniobras de cambio de líneas de tubería.

El ciclo de colado considera

Volumen de concreto =	120	m <sup>3</sup> /tmo. de 9.0 m.
Volumen línea 1 =	30	m <sup>3</sup>
Volumen línea 2 =	30	m <sup>3</sup>
Volumen línea 3 =	60	m <sup>3</sup>
Rendimiento =	15	m <sup>3</sup> /hr

Tiempo motobomba 1	$30/15 = 60/15$	6	hr
Tiempo motobomba 2	$30/15 = 60/15$	2	hr
Tiempo total ciclo		8	hr

A diferencia de la primera alternativa, en que se utilizan dos motobombas, ahora se presenta el caso de utilizar solo una motobomba, y consiste en acoplarla en un inicio a la línea 1, realizando la etapa I de colado, al terminar se desacopla y se vuelve a acoplar ahora a la línea 2, realizando la etapa II de colado, al terminar se desacopla y se vuelve a acoplar ahora a la línea 3, para realizar el vaciado del concreto en el colado de la etapa III, la alternativa implica tres operaciones de acople y dos de desacople además de las maniobras involucradas, por lo que se analiza el ciclo correspondiente

El ciclo de colado considera

Volumen de concreto	=	120	m <sup>3</sup> /tmo de 9 0 m
Volumen línea 1	=	30	m <sup>3</sup>
Volumen línea 2	=	30	m <sup>3</sup>
Volumen línea 3	=	60	m <sup>3</sup>
Rendimiento	=	15	m <sup>3</sup> /hr

Maniobras	1 a 2	10	min
	2 a 1	10	min
	1 a 2	10	min
	2 a 3	10	min
Total maniobras	=	4	operaciones
Tiempo motobomba	=	$(30/15)+0.3+(30/15)+0.3+(60/15)$	
Tiempo total ciclo	=	8 6	hr

La segunda alternativa se incrementa en tiempo solo 0 60 hr, y resulta más económica por eliminar la necesidad de utilizar dos motobombas

Para realizar el descimbrado se eleva el transportador hasta la soportera estructural del molde, mediante los gatos hidráulicos verticales ubicados en las columnas del mismo, y una vez posicionado se bloquean los gatos por seguridad. Después de haber transcurrido 8 horas posteriores al colado del último concreto, se accionan simultáneamente los cuatro gatos laterales para jalar la coraza hacia el centro del

túnel, previamente habiendo retirado las calzas laterales del molde. A continuación se desbloquean los gatos verticales procediendo a retirar la presión por disminución controlada, con lo que se despeja el molde de la clave al retraerse el vástago de los gatos.

Para el nuevo posicionamiento de la cimbra, durante el período de colado, aunado al período del fraguado, se coloca la vía, tomando en cuenta la elevación de la subrasante definitiva, ya que ésta obliga a respetar el galbo del transportador así como el alineamiento horizontal. Posteriormente con el auxilio de motorreductores se inicia el corrimiento del transportador a la nueva posición, colocando el molde para el inicio de un nuevo ciclo.

Tanto en los muros como en la clave del túnel, en cuanto se retira el molde de la cimbra se aplica la membrana de curado para interiores, mediante el empleo de una bomba de aspersión, aprovechando la misma cimbra semicircular en momento de traslado de la misma durante los movimientos de cada ciclo.

Las células básicas de trabajo empleadas son:

**Habilitado, armado y transporte a los frentes de acero de refuerzo.**

Camión plataforma 19' Famsa, operador y ayudantes

Cortadora de varilla CRM 55 Alba, fierro y ayudante

Dobladora de varilla DAR 55 Alba, fierro y ayudante

Grúa 3.5 ton. 140 AW Hiab, sobre camión, operador de vehículo con grúa

Grúa hidráulica Pato 20 ton Grove, operador

Jumbo hechizo, ayudantes

**Fabricación de concreto hidráulico.**

Planta de concreto 30 m<sup>3</sup> 1040 Rex, operador y ayudantes

Cargador sobre orugas 928 Caterpillar, operador

Olla revolvedora 7 m<sup>3</sup> sobre camión Forsa, operador

Brazo lanzador para concreto lanzado robojet, operador

Bomba de concreto 8 m<sup>3</sup> Powercrete Allentown, operador

Pipa para agua 8 m<sup>3</sup> sobre camión Mercedes Benz, chofer de camión

### **Colocación de concreto hidráulico.**

Motobomba sobre camión BPI.900 Schwing, operador

Compresor portátil de 600 PCM Ingersoll Rand, compresorista

Olla revoladora 7 m3 sobre camión Forsa, operador

Cimbra modular Brasform, carpintero, albañil y ayudantes

Transportador de acero estructural hechizo y coraza de cimbra, carpintero, albañil y ayudantes

Vibrador de inmersión 2" Ø MVK8 Dynapac, vibradorista

Vibrador de pared Bosch

Convertidor de frecuencia Bosch

Aspersor de membrana de curado, ayudante

### *Inyección de contacto.*

La ejecución de los trabajos de construcción de la estructura del túnel, requiere posterior a la instalación del revestimiento definitivo de la estructura, la realización de los trabajos de inyección de contacto entre el revestimiento y el terreno excavado y tratado con concreto lanzado en toda la longitud del túnel, de acuerdo a las condiciones y necesidades de trabajo para realizar dicha actividad

Al igual que en la realización de los trabajos de excavación y tratamiento para la construcción del túnel, así como de excavación, tratamiento y revestimiento de lumbreras, y del revestimiento definitivo con concreto hidráulico reforzado, se ha tomado como base las especificaciones de construcción que en conjunto generaron le empresa Ingenieros Civiles Asociados S.A. de C.V y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para el proyecto en cuestión , se partió del proyecto inicial y los documentos que los integran (estudios de especificaciones, planos, etc.), el cual fue sujeto de las modificaciones pertinentes y necesarias de acuerdo a los nuevos estudios y las condiciones que se encontraron durante el avance en los trabajos de inyección de contacto en sus respectivos frentes, teniendo como resultado los informes y los procedimientos de construcción definitivos que han quedado como registro valioso de la experiencia en la ejecución de esta obra

Una vez que se ha realizado el colado del concreto de los módulos en los muros y la clave del revestimiento definitivo, y una vez aplicada la membrana de curado en la superficie de los mismos, se procederá a preparar las instalaciones para la realización de la inyección de contacto. Se debe dejar pasar un tiempo de 15 días aproximadamente para iniciar la barrenación e inyectado.

La inyección de contacto entre el revestimiento definitivo y el revestimiento a base de concreto lanzado, se realizará a través de preparaciones que se han dejado previamente ahogadas en el concreto hidráulico del revestimiento durante su construcción

La inyección se ejecuta en aureolas a tresbolillo, con separación a cada 5.0 m, con 4 y 3 barrenos por aureola. Se procede a perforar a través de cada una de las preparaciones que se encuentran ahogadas en el concreto, con 0.20 m de penetración en el concreto lanzado y el terreno, para garantizar la penetración de la lechada en el contacto. Posteriormente se soplean los barrenos y después se instalan las boquillas para la inyección a base de tubo galvanizado de 1 1/2"Ø y 0.70 m de longitud, las cuales se proveen de válvula de cierre rápido. A cada barreno se le asigna un número ascendente para su identificación, se instala en el barreno No. 1 la araña de inyección y se le coloca la manguera que proviene de la bomba de inyección; se inicia la inyección de barrenos a partir de los barrenos más bajo hacia los superiores.

Se prepara la mezcla de inyección iniciando con un bulto de cemento y 50 lt de agua en un agitador vertical de lechada, donde se mezcla por un tiempo de 3 minutos, en función del consumo de la mezcla así preparada de inicio, se preparan lechadas de hasta 10 bultos de cemento respetando la relación agua - cemento de 1 : 1 en relación al peso del cemento.

La presión de inyección máxima aplicada es de 2.0 kg/cm<sup>2</sup>, y una vez que se observa que en el agitador de lechada no hay disminución en el volumen de consumo, se mantiene la presión indicada por un tiempo de 3 minutos para considerar rechazo y dar por sellado el barreno. En el caso en que la lechada de inyección de un barreno se comunique a otro barreno, y sale de manera franca, se procede a cerrar la válvula de paso correspondiente considerándose sellado dicho barreno por comunicación de la inyección. En el caso en que existe comunicación con algún otro barreno que no está preparado con boquilla de inyección, se coloca un tapón de madera para posteriormente reperfilarlo e inyectarlo. Transcurridas 8 horas posteriores a la inyección de barrenos, tiempo que se deja al fraguado de la lechada, se procede a retirar las boquillas de inyección y resane de barrenos con mortero de cemento - arena.

Independientemente del patrón establecido para la inyección de barrenos por aureolas, en forma sistemática, se localizan los lugares donde se efectuó sobreexcavación en toda la trayectoria del túnel, para proceder a realizar el trabajo de barrenación y aplicación de inyección de contacto.

Las células básicas de trabajo empleadas son:

**Fabricación de lechada de inyección**

Agitador de lechada 1.0 m<sup>3</sup> Fabrexim, operador, ayudantes

Bomba de agua 22.40 MD Barnes, operador

Subestación eléctrica, operador

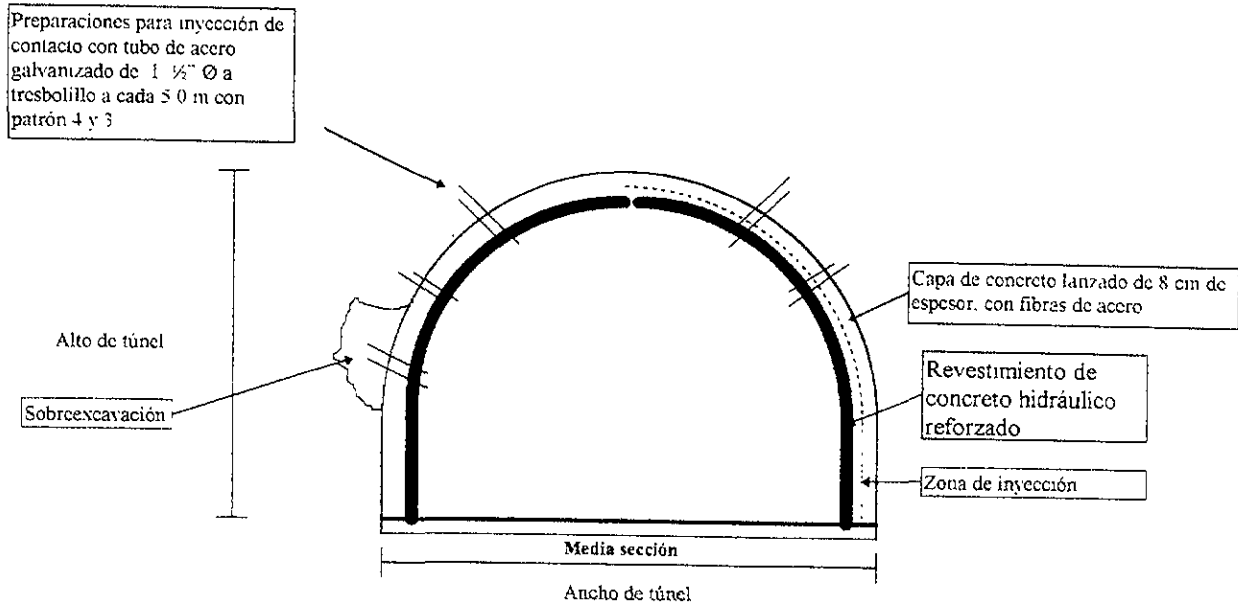
**Perforación de barrenos.**

Perforadora de pierna Gardner Denver, perforista y ayudante  
Compresor portátil 375 PCM Gardner Denver, compresorista

**Inyección de lechada.**

Bomba neumática Pompe Peroni, inyectorista y ayudante

**SECCION DE EXCAVACION REVESTIDA Y TRATAMIENTO V**



El ciclo consecuente del procedimiento constructivo así llevado, contempla las siguientes actividades

Terminación del revestimiento dejando preparaciones ahogadas en el concreto - Perforación en preparaciones - Sopleteado y limpieza de barreno - Instalación de boquillas - Instalación de equipo de inyección - Preparación de lechada - Inyección de lechada - Tiempo de fraguado y retiro de boquillas - Resanado de barrenos.

### *Construcción del pavimento del túnel.*

Una vez que ha sido completamente excavado el túnel, tanto en los portales como en la longitud de su desarrollo subterráneo, que ha sido perfectamente y a satisfacción llevado a los tratamientos de estabilización, que ha sido totalmente revestido y se ha completado el tratamiento por medio de la inyección de contacto, se inician entonces actividades de instalación y equipamiento en el exterior y se procede a construir el pavimento que servirá al tránsito vehicular que por el mismo circulará, el cual ha sido diseñada para la capacidad de carga de acuerdo al tráfico de diseño y con las mas altas especificaciones de construcción, similares a las que guarda el pavimento de la Autopista del Sol, pero para las velocidades de circulación que se permitirán en el túnel

Se ha tomado como base las especificaciones de construcción que en conjunto generaron le empresa Ingenieros Civiles Asociados S.A de C V y la Secretaría de Comunicaciones y Transportes para el proyecto en cuestión ; se partió del proyecto inicial y los documentos que los integran (estudios, especificaciones, planos, etc.), el cual fue sujeto de las modificaciones pertinentes y necesarias de acuerdo a los nuevos estudios y las condiciones que se encontraron durante el avance en los trabajos de construcción del pavimento en el respectivo frente, teniendo como resultado los informes y los procedimientos de construcción definitivos que han quedado como registro valioso de la experiencia en la ejecución de esta obra

Al avance del revestimiento se fue dejando en forma simultánea y desde la excavación, preparada y en nivel, la subrasante del proyecto de la vialidad en el interior del túnel, con las propiedades de comportamiento necesarias de acuerdo al proyecto, como el valor relativo de soporte saturado y de expansión Se procede entonces a construir la capa de sub-base hidráulica, que se basa en las especificaciones de construcción de carreteras de la S.C T sección pavimentos ; el material para la construcción de la sub-base se obtiene de bancos de préstamo ubicados en las cercanías de la ciudad de Acapulco., uno es banco de roca y el otro es playón de río, por lo que los materiales de obtención en greña de cada banco, se tienen que someter a tratamiento de trituración para producción de los agregados pétreos con las características físicas y tamaño requeridos, los cuales se trabajan con trenes de trituración ubicados en el banco, que producen esos materiales en los tamaños especificados, desde donde se acarrear los agregados del producto almacenado hasta los frentes, en donde se forman otros almaceas para que se alimenten los equipos de estabilización y colocación de la capa de pavimento de que se trate



El material de la primera capa de pavimento, que es la sub-base, se estabiliza con cemento portland, con lo que se incrementará el valor cementante, además se le agrega agua para darle el contenido óptimo de humedad requerida para su compactación. El espesor de la sub-base en las áreas de pavimento rígido tiene un espesor de 25 cm.

El acarreo de los materiales se realiza en camiones de volteo hacia el túnel, al frente de avance, y se vacía por volteo directo en la estabilizadora de pavimentos, donde se mezcla con el cemento. La colocación se realiza utilizando pavimentadora autopropulsada a la que se vacía el material directamente de la estabilizadora hacia las tolvas de carga; la colocadora de pavimento está equipada con sensores electrónicos, para garantizar los niveles de proyecto de la capa, con lo que se evita el uso de equipos adicionales para dar los niveles de la capa, los cuales previamente ha colocado y marcado la brigada de topografía, en el perfil que sirve de guía a los sensores electrónicos y que queda a la altura del material colocado abundantado (suelto).

Posteriormente a la colocación del material dentro de cotas de nivel de proyecto, se procede a compactar el mismo con compactador mixto y tándem liso, dando el número de pasadas hasta alcanzar el grado de compactación especificado de proyecto que es del 100 % P.V.M.S., determinado por la prueba Porter modificada. Una vez liberada la construcción de la capa de sub-base hasta la compactación de la misma, se revisa y verifica la topografía de la capa terminada, por si se requiere ajustar, empleando una motoconformadora en el tramo de que se tratase, para su liberación y proceder a la construcción de la siguiente capa.

El material de la segunda capa de pavimento, que es la base, se conforma también con agregados pétreos (grava y arena) que se obtienen de los mismos bancos, los cuales también se procesan y estabilizan con cemento portland, con lo que se incrementará el valor cementante, además se le agrega agua para darle el contenido óptimo de humedad requerida para su compactación. El espesor de la base en las áreas de pavimento rígido tiene un espesor de 18 cm.

El acarreo de los materiales se realiza de igual forma, en camiones de volteo hacia el túnel, al frente de avance, y se vacía por volteo directo en la estabilizadora de pavimentos, donde se mezcla con el cemento. La colocación se realiza utilizando pavimentadora autopropulsada a la que se vacía el material directamente de la estabilizadora hacia las tolvas de carga, la colocadora de pavimento está equipada con sensores electrónicos, para garantizar los niveles de proyecto de la capa, con lo que se evita el uso de equipos adicionales para dar los niveles de la capa, los cuales previamente ha colocado y marcado la brigada de topografía, en el perfil que sirve de guía a los sensores electrónicos y que queda a la altura del material colocado abundantado (suelto).

Posteriormente a la colocación del material dentro de cotas de nivel de proyecto, se procede a compactar el mismo con compactador mixto y tandem liso, dando el número de pasadas hasta alcanzar el grado de compactación especificado de proyecto que es del 100 % P V M.S . determinado por la prueba Porter modificada. Una vez liberada la construcción de la capa de base hasta la compactación de la misma, se revisa y verifica la topografía de la capa terminada, por si se requiere ajustar, empleando también una motoconformadora en el tramo de que se tratase, para su liberación y proceder a la construcción de la siguiente capa.

### *Losa de Concreto Hidráulico en Pavimento Rígido*

Para tener los datos precisos se realiza el levantamiento topográfico de la capa de base, obteniendo el perfil para posteriormente colocar datos de línea y nivel en los extremos del cuerpo de construcción, con la finalidad de alojarlos fuera de la zona de tránsito y evitar el riesgo de que los datos sean movidos o alterados por personal en tránsito o equipo en operación.

Colocados los datos por la topografía se procede a la instalación de varillas las cuales sujetan el hilo que se nivela y da la línea a la colocadora, las varillas se colocan en ambos lados del cuerpo, en el lado derecho se colocan varillas de soporte a cada 5.0 m, pues de ese lado se localiza el sensor de alineamiento, además de los sensores de nivel; del lado izquierdo la separación entre varillas llega a ser de 10.0 m. ya que únicamente se localiza del mismo lado los sensores de nivel. La línea se fija en estas varillas con plomada y nivel mediante la medida de la estacada hasta el hilo, de acuerdo con las indicaciones de la topografía. Se señalan todas las juntas de contracción, utilizando pintura roja para las marcas, en donde se colocarán las canastas pasajuntas.

Al centro de la losa de concreto a cada 5.0 m. se colocaron canastas pasajuntas de varilla de  $1\frac{1}{2}$ "  $\varnothing$  de 0.46 m de longitud y separadas 0.30 m entre ellas, armadas con alambrión de  $\frac{1}{4}$ "  $\varnothing$ , formando una canasta de apoyo cuyo propósito es el de sujetar y servir como sileta al acero liso. La función de las pasajuntas es la de mantener un alineamiento horizontal y vertical de las losas de concreto, disminuyendo la flexión y los esfuerzos de la misma, conservando la vida del pavimento, las canastas se colocan en los extremos del cuerpo en forma manual y se fijan clavos de 4" de longitud con fijador de lámina de calibre N° 18 de 10 cm de longitud por 3 cm de ancho. De la rapidez de la colocación de las anteriores depende la velocidad de la colocación del concreto.

El concreto hidráulico empleado en la construcción, tendrá un módulo de ruptura  $M_R$  de 40 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días, esto es el concreto tendrá una resistencia a la compresión  $f'_c$  de 300 kg/cm<sup>2</sup>.

El concreto se fabrica en planta localizada en la zona de portal, y se transporta hacia el interior del túnel en camión de volteo con caja de 7.0 m<sup>3</sup>, y el colado se lleva a cabo con máquina colocadora de concreto CMI Mod SF450, con motor de 300 HP, que acciona la bomba hidráulica que alimenta todos los sistemas de la máquina y a través de impulsos eléctricos en la zona de insertadores. El

movimiento del equipo se realiza por medio de cuatro tracks que trabajan en forma independiente, los cuales permiten que el avance del equipo sea uniforme

El equipo de colocación cuenta con los siguientes aditamentos

Sensores de nivel y de alineamiento , Gusanos repartidores distribuidores de concreto , Caja de mezclado con 25 vibradores separados entre ellos 0.50 m para compactar el concreto , Regla vibratoria (tamper) que golpea en forma uniforme el concreto incrustando el agregado grueso y elevando los finos para el mejor acabado , Plancha de acabado de 1.20 m. de ancho para el acomodo final del concreto mediante vibrado sensible sin dañar los extremos de la sección : Cimbra deslizante móvil en extremos que suben y bajan ajustándose al espesor de la losa y dejando pared terminada con ángulo de 90° , Insertadores automáticos para colocación de varillas de amarre en juntas longitudinales , Llana de acabado (float panel) posterior a la plancha, que borra las deformaciones de la superficie tendida , Llana móvil (float movil) de 2.0 m de longitud por 0.40 m de ancho con sistema de deslizamiento de extremo a extremo, que borra los posibles bordos y nivelando depresiones en el acabado

Antes de iniciar a la colocación del concreto, por medio de vaciado de los camiones en la máquina colocadora, se revisa que los sensores estén libres de obstáculos para no tener problemas con las lecturas , se programan los insertadores con el fin de que trabajen automáticamente para que coloquen las varillas a la distancia que marca el proyecto , se ajustan y nivelan las cimbras laterales, para tener el ancho de la losa especificado y se nivela la plancha ajustándola al nivel deseado con los aditamentos con que cuenta el equipo En la colocación del concreto se depende de la colocación de las canastas pasajuntas, la que estrba de tener lo necesario como las canastas colocadas en los extremos, el personal y la herramienta suficiente y adecuada en el frente

La colocación inicia al descargar los camiones ubicados al centro de las canastillas, de tal manera que al abrir la tapa de la caja, el concreto se *deposite encima de la canasta*, evitando que la canasta se mueva de la posición en que se colocó cuando se levanta la caja y se deposita el resto del concreto ; Con tres viajes a cada 5.0 m. se logra la distribución adecuada para que la caja de vibrado no se quede sin concreto, garantizando que la losa quede uniforme y bien colocada , se colocan dos en las canastas y uno al centro de ellas longitudinalmente Después de la descarga del concreto, el proceso de colocación continúa con la distribución uniforme con el gusano repartidor distribuidor del concreto, el cual se encarga de que no falte concreto en la sección de colocación , en seguida se realiza el incrustado de varillas en la junta longitudinal de acuerdo con lo especificado, posteriormente se ejecuta el acabado superficial, actividad que se lleva a cabo con la llana móvil y posteriormente con llanas manuales, corrigiendo los defectos que van quedando al paso del equipo de colocación ; luego se ejecuta el acabado lateral, corrigiendo las fallas del hombro y se colocan las varillas corrugadas de ½" Ø con separación de 1.0 m para la construcción del remate de 25 cm que se construye con posterioridad y la limpieza del sitio, levantando el sobrante de concreto que deja la colocadora y que se aprovecha vaciándolo en la parte de la descarga.

Después de haber terminado la construcción de la losa, es necesario realizar el acabado final que garantice una superficie de rodamiento que cumple con el índice de fricción especificado. El trabajo consiste en la ejecución de dos rayados, uno longitudinal, el cual es superficial y que se ejecuta con una tela de yute o con un tapete rígido, y uno transversal, siendo éste más enérgico, dejando surcos de 6 mm de ancho con una profundidad de 3 a 6 mm, aplicándolo cuando el concreto ha adquirido la dureza necesaria, con el fin de que no se contraiga y cierre la ranura al fraguar.

Se utiliza una máquina texturizadora CMI Mod. TC 250, con motor de 125 H.P. desplazado sobre cuatro neumáticos en forma versátil y rápida, con la que se da el rayado transversal, efectuándolo con bastidor con cerdas de acero, separadas entre sí a 9 mm., los que se mueven de un extremo a otro de la máquina.

También se cuenta con bastidor de rayado manual, adaptado a una extensión de tubo semejante a las llanas grandes utilizadas en caso de falla en el equipo o para realizar el rayado en zonas de difícil acceso para la máquina.

El concreto está expuesto al agrietamiento superficial prematuro por pérdida de humedad, las grietas perjudican en forma severa la estructura de la losa, por lo que se realiza un riego en todo el ancho de la losa, y en la parte lateral se aplica una membrana de curado. Para el trabajo se utiliza una máquina similar a la texturizadora, pero en lugar de tener un bastidor de rayado, cuenta con dos tanques de almacenamiento de 400 lt cada uno, con una bomba para absorción y bombeo de membrana de curado y un tren de riego por aspersión.

## JUNTAS DE CONTRACCIÓN

### *Juntas Transversales.*

El concreto falla por cambios en la temperatura, se dilata con el calor y se contrae con el frío, formando agrietamientos de forma irregular, por lo que se tiene que forzar al mismo a presentar la falla en los lugares en que se ha calculado se localicen las juntas por contracción, las cuales están a cada 5.0 m.

Para evitar el riesgo de que la losa se fracture en forma prematura, se requiere aserrar la losa una vez que ha alcanzado su fraguado inicial, aproximadamente de 6 a 8 horas después de su colocación, cuando ya se puede caminar sobre la superficie sin causar deformación.

Para el aserrado de las juntas se utilizan cortadoras de concreto, con disco cortador de diamante de 1/8" y 1/4"; se realiza en dos etapas, la primera utilizando disco de 1/8" a una profundidad de 10 cm, garantizando que la falla por contracción se forme en donde fue calculada y marcada, el segundo aserrado se realiza cuando el concreto alcanza su fraguado final de diseño, cortando con discos de 1/4", a una profundidad de 3 cm. Es recomendable utilizar discos de diamante para concreto verde en el primer aserrado y utilizar discos de diamante para concreto duro en el segundo aserrado.

### *Juntas Longitudinales*

Estas juntas se construyen en forma longitudinal con la finalidad de absorber todas las fallas que se presentan por causas de las cargas que soporta el pavimento. En el proyecto del túnel, que contempla tres carriles para circulación de vehículos se han diseñado dos juntas longitudinales ; una entre el primer carril y el segundo y otra entre el segundo carril y el tercero

Para evitar la separación entre las losas por causa del agrietamiento, se colocan varillas corrugadas a lo largo de la junta longitudinal, para que haya amarre entre losas en caso de presentarse la falla, para lo que se programa la computadora del equipo colocador en el insertador de varillas, la cual toma la lectura de la oruga de tránsito. El acero se habilita en el patio donde se corta con la longitud de proyecto, a 0.90 m , después se transporta en camión con grúa el frente de colocación. La varilla se aloja en forma automática por la colocadora con la separación ya programada

El aserrado longitudinal se realiza después de que se ha ejecutado el aserrado transversal de acuerdo a proyecto, marcando primero la línea y posteriormente se realiza el corte ; en este caso se realiza solamente un corte, para lo que se utiliza disco de diamante de ¼" a la profundidad de proyecto a 10 cm de profundidad. En el corte longitudinal se utiliza una estructura de tirón con la finalidad de guiar a las cortadoras y evitar malos cortes, la estructura se apoya en los extremos de la losa y se mueve automáticamente con el movimiento de las cortadoras la que se fijan a la misma

Después de haber realizado todo el aserrado de las juntas, éstas deben ser selladas, para evitar que penetre agua a la capa inferior del pavimento, lo que provocaría serios y ya conocidos problemas como deficiencia del bombeo

Para realizar los trabajos de sellado de juntas, es necesario que todas las ranuras queden perfectamente limpias de tierra u otra sustancia, por lo que se requiere del uso de un compresor portátil conectado a mangueras y chiflones para aplicar aire a presión y realizar la limpieza de las ranuras por chifloneo, auxiliándose de una rasqueta cuando el material está pegado en las ranuras y agua. Posteriormente al chifloneo y rasqueteo, o aplicación de agua, se realiza una limpieza energética y secado con aire, para sacar todo el polvo de la ranura y seca donde se humedeció

Una vez limpia y seca la ranura, se procede a colocar el respaldo, a base de un sello de poliestireno de 3/8" Ø, el cual se coloca con un escantillón en toda la longitud de la ranura en los dos sentidos longitudinal y transversal, este sello evita que el consumo de silicón sea alto y se reduzca el costo. Luego se realiza el sellado con el silicón de poliuretano, el cual es resistente a los combustibles y tiene como propiedad la alta adherencia con el concreto, además es autonivelante, con lo que se garantiza la cobertura de todos los poros , la aplicación se lleva a cabo con una bomba especial con válvula reguladora de salida que permite no tener sobrecolocaciones de silicón.

La eficiente colocación del silicon del sello permite la ventaja de poner en funcionamiento inmediato al tránsito de vehículos el pavimento, sin tener problemas de desprendimiento, es durable y no sufre desgaste ni envejecimiento

Una vez terminado el sellado y detrás del frente de colocación, se realizan los trabajos de pintura de señalización, colocación de señales y se ejecutan los trabajos de instalación de sistemas complementarios del túnel, ya que la superficie del pavimento terminado facilita la ejecución de las demás actividades de construcción, para dar por terminado el túnel y ponerlo en servicio y operación, a la vez se realizan los trabajos en el exterior como las vialidades y puentes que comunicarán el tránsito de acuerdo a las necesidades de proyecto y dar por terminada la ejecución de la obra

## EL CONTROL DE LA OBRA.

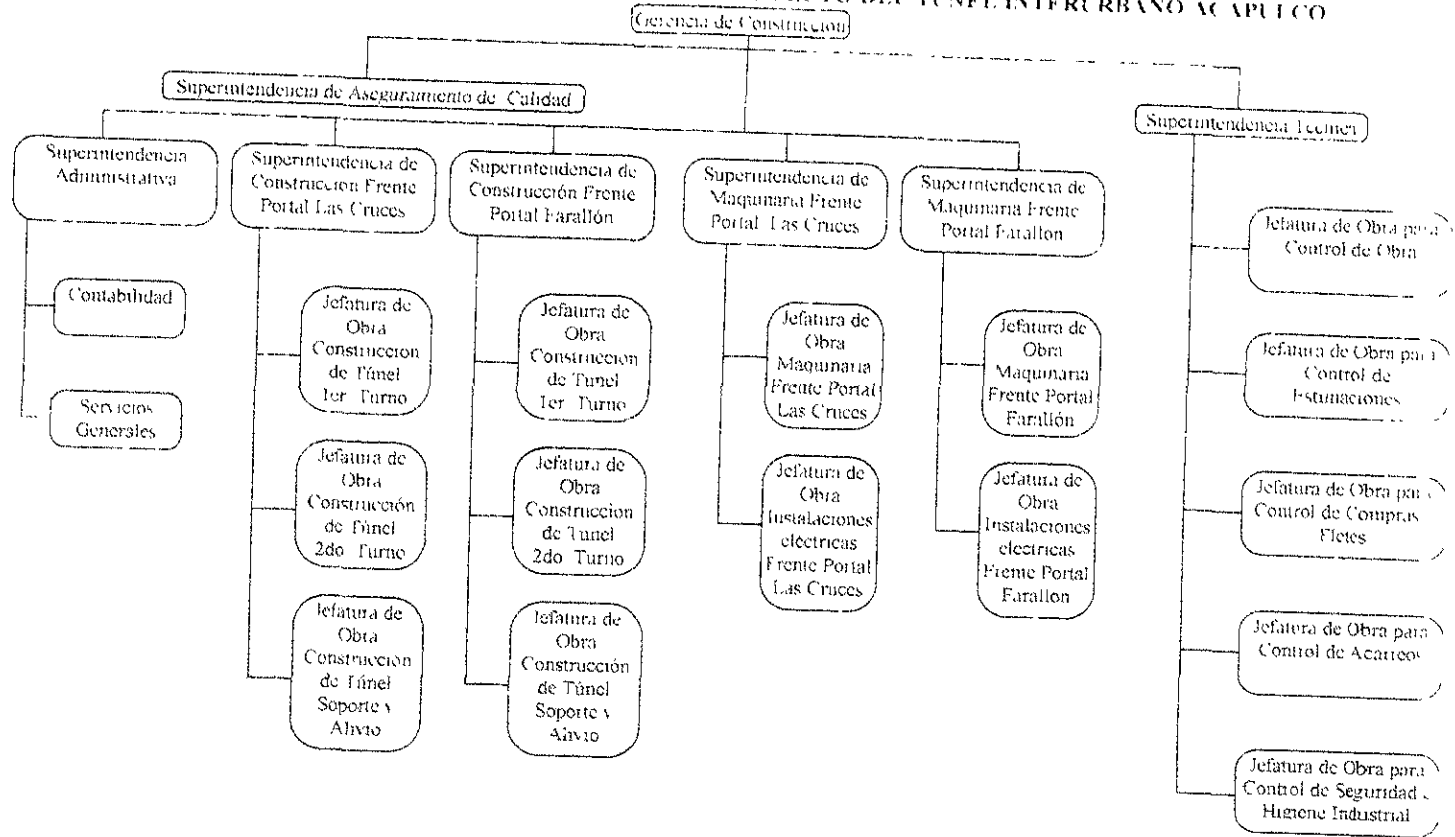
De acuerdo con el ciclo administrativo que se ha venido explicando en el desarrollo de este estudio, el proceso de la construcción de la obra del túnel ha requerido del diseño, definición, establecimiento, capacitación e implantación de un adecuado sistema de control del proceso, un sistema conjunto de elementos interdependientes e interactuantes, los cuales en combinación y bien organizados, han permitido desde el inicio, durante su evolución y hasta la terminación y puesta en operación del túnel se alcancen los objetivos y metas de costo, tiempo y calidad del proyecto

Las herramientas que utiliza el equipo de trabajo abocado al desempeño de control del proyecto, son en primer lugar los recursos humanos que lo componen, que se han capacitado lo suficiente y cuentan con la experiencia amplia en aplicación de su capacidad para el desempeño de sus funciones en el manejo de proyectos, y conocen el trabajo de la especialidad en construcción que se proponen controlar, sin desempeñarse directamente en el proceso constructivo ; además cuentan con el soporte técnico, las instalaciones y se equipan de los sistemas computarizados requeridos para ejercer la función de control ; son liderados por el Ingeniero Superintendente Técnico de la Obra, el cual depende y mantiene una comunicación continua con la cabeza de la obra que es el Gerente de Construcción.

Desde las etapas de Planeación y Organización de la obra, antes de ser llevada a ejecución, los líderes del equipo de control y los que tendrán la mayor responsabilidad después de ellos, que también cuentan una gran capacidad para realizar el control de la obra, se involucran y definen paralelamente al plan y organización de la ejecución técnica de la obra, la administrativa de control, estableciendo los mecanismos de dicha función

Para llevar el mejor de los procesos, se establece durante la etapa de organización, el organigrama que muestra la estructura organizacional de la obra, así también se establece la programación calendarizada de la misma

# ORGANIGRAMA PARA LA CONSTRUCCION DEL PROYECTO DEL TUNEL INTERURBANO ACAPULCO



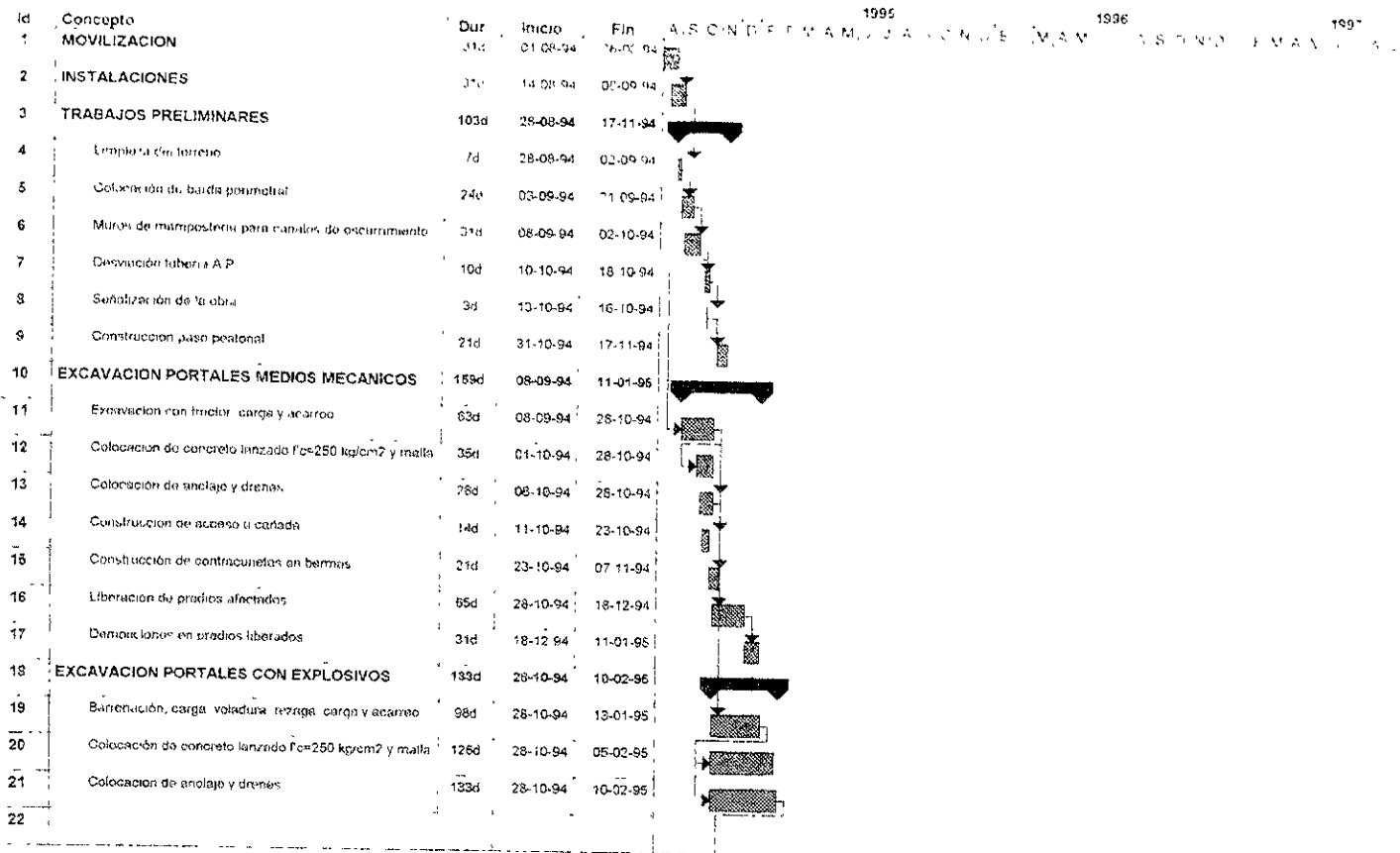


# CONTROL DE OBRA DE CONSTRUCCION PESADA "TUNEL ACAPULCO"

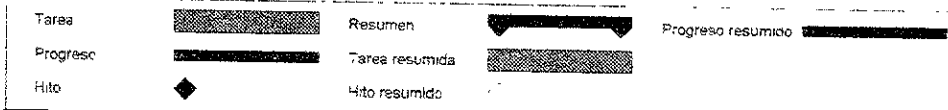
1995

1996

1997



Proyecto Programa de Obra  
TUNEL ACAPULCO



# CONTROL DE OBRA DE CONSTRUCCION PESADA "TUNEL ACAPULCO"

1995

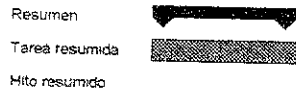
1996

1997

Id	Concepto	Dur	Inicio	Fin
23	<b>EXCAVACION DE TUNEL CON EXPLOSIVOS</b>	661d	30-11-94	06-05-96
24	Excavación túnel baja sección completa	661d	30-11-94	13-01-95
25	Colocación de malla con anclajes	96d	22-12-94	05-02-95
26	Colocación de concreto lanzado f'c=250 kg/cm <sup>2</sup> c/fibra	35d	13-01-95	10-02-95
27	Colocación de anclaje y drenes	28d	19-01-95	10-02-95
28	Excavación túnel media sección superior	365d	13-01-95	29-10-95
29	Colocación de concreto lanzado f'c=250 kg/cm <sup>2</sup> c/fibra	385d	17-04-95	31-01-96
30	Colocación de anclaje y drenes	385d	22-07-95	05-05-96
31	Excavación sección inferior por banquetes y tratamiento	224d	10-06-95	03-11-95
32	<b>EXCAVACION Y CONSTRUCCION DE LUMBRERAS</b>	93d	09-10-95	22-12-95
33	Excavación a contrapunto	79d	09-10-95	10-12-95
34	Colocación de concreto lanzado f'c=250 kg/cm <sup>2</sup> c/fibra	79d	09-10-95	10-12-95
35	Colocación de anclaje y drenes	79d	09-10-95	10-12-95
36	Revestimiento de Urocalk	14d	10-12-95	22-12-95
37	<b>REVESTIMIENTO E INYECCION DE TUNEL</b>	204d	03-11-95	12-04-96
38	Construcción de arcos	77d	03-11-95	02-01-96
39	Colocación de malla de refuerzo en túnel	110d	30-11-95	25-02-96
40	Cimbra en interior del túnel	110d	21-12-95	17-03-96
41	Colocación de concreto hidráulico	110d	10-01-96	07-04-96
42	Inyección de contacto	84d	05-02-96	12-04-96
43				
44				



Proyecto Programa de Obra  
TUNEL ACAPULCO



Progreso resumido


### CONTROL DE OBRA DE CONSTRUCCION PESADA "TUNEL ACAPULCO"

Id	Concepto	Dur	Inicio	Fin	1995		1996		1997	
					AÑO DE EJECUCIÓN		AÑO DE EJECUCIÓN		AÑO DE EJECUCIÓN	
45	PAVIMENTACION DE TUNEL	98d	07-04-96	23-06-96						
46	Construcción capa de sub-base hidráulica estabilizada	70d	07-04-96	01-05-96						
47	Construcción capa de base hidráulica estabilizada	70d	12-04-96	06-06-96						
48	Colocación de arco de refuerzo en losa de pavimento	70d	17-04-96	11-06-96						
49	Construcción capa de rodadura de concreto hidráulico	70d	27-04-96	18-06-96						
50	Construcción de guarderías y banquetas	70d	28-04-96	23-06-96						
61	SISTEMAS COMPLEMENTARIOS DE TUNEL	323d	02-01-96	14-09-96						
52	Drenaje Rancho Acapulco	31d	02-01-96	27-01-96						
53	Instalación de sistema y equipos de iluminación	105d	23-06-96	14-09-96						
54	Instalación de sistema y equipos de ventilación	105d	23-06-96	14-09-96						
55	Instalación de sistema y equipo contra incendio	105d	23-06-96	14-09-96						
56	Instalación de sistema y equipo de señalización aérea	105d	23-06-96	14-09-96						
57	Construcción y equipamiento caseta de control y cobro	63d	28-07-96	14-09-96						
58										
59										
60										
61										
62										
63										
64										
66										
66										

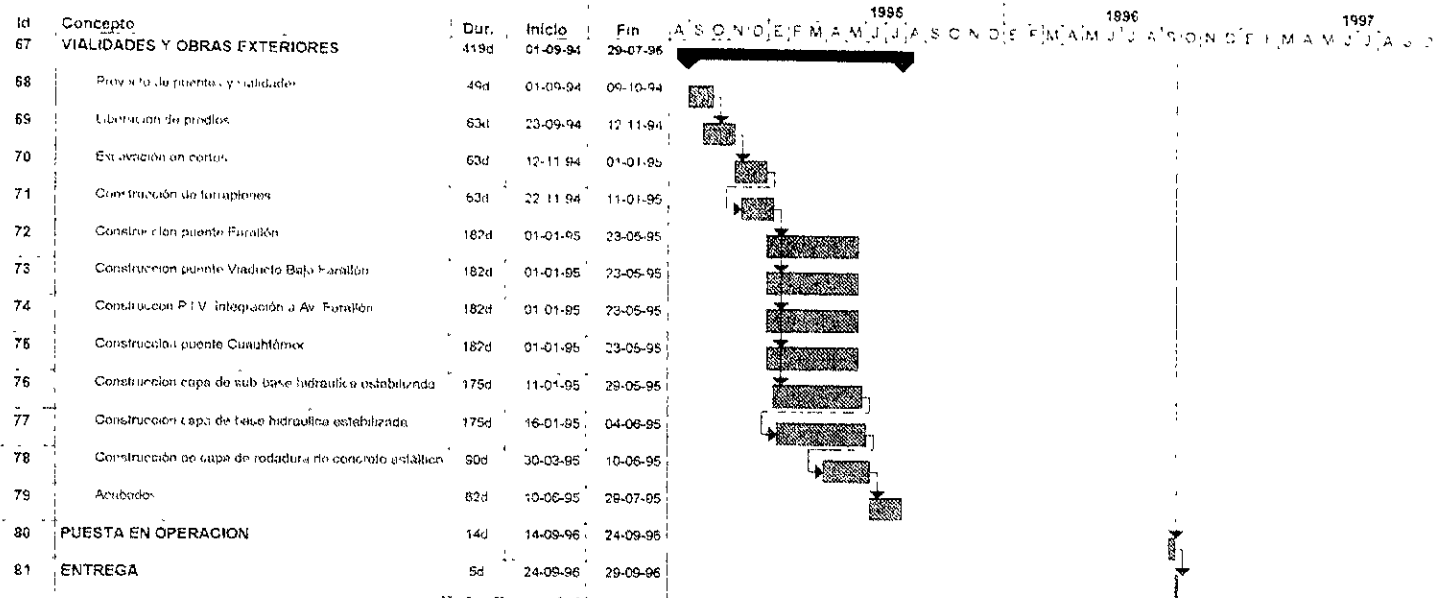
Proyecto Programa de Obra  
TUNEL ACAPULCO

Tarea   
Progreso   
Hito 

Resumen   
Tarea resumida   
Hito resumido 

Progreso resumido 

### CONTROL DE OBRA DE CONSTRUCCION PESADA "TUNEL ACAPULCO"



ACAPULCO

Proyecto Programa de Obra  
TUNEL ACAPULCO

Tarea		Resumen		Progreso resumido	
Progreso		Tarea resumida			
Hito		Hito resumido			

El proceso de recopilación de información, alimentación de datos, compilación de datos, estructura de análisis, cálculo de valores, valorización numérica, valorización gráfica, evaluación, reporte y presentación de resultados, que se realiza durante la ejecución, control de todas y cada una de las actividades de trabajo en los frentes y subfrentes, se lleva en los diferentes niveles de acuerdo al organigrama general y en los subniveles por frente y subfrente. Se realizan las inspecciones, los levantamientos, los registros numéricos, gráficos, fotográficos y de videofilmación, medición de tiempos, estudio de ciclos, se habla y se pregunta en el frente de trabajo y se elaboran los reportes desde los niveles de oficiales, cabos, maestros de obra, jefes de frente de construcción y se retroalimenta el proceso, a los controladores jefes de frente, y el Jefe de obra encargado del control de obra realiza en gabinete, en conjunto con su equipo de trabajo, la revisión y procesa toda la información llevada dentro del sistema computarizado de control de proyecto, para después de obtener los resultados reales, y de haber realizado las comparaciones y evaluado los parámetros de control (costo, tiempo, volumen y calidad), en el avance de proforma con el avance real, se pueda reunir con el Superintendente técnico y tomar las medidas respectivas de acuerdo a las condiciones que presenta la situación real de la obra, adecuando procesos, aplicando correcciones, o tratando de mejorar el proceso, poniendo a consideración del Gerente de la Obra y auxiliados y apoyados por la Superintendencia de Aseguramiento de Calidad, que en forma paralela se aboca a realizar el seguimiento y aplicación de los procedimientos constructivos pertinentes y que van dando forma a los Manuales de Procedimientos de Construcción de todos y cada uno de los trabajos ejecutados durante la ejecución y dirección de la obra.

Una vez levantada la reunión se preparan los informes ejecutivos, los cuales se requieren semanalmente en las juntas de consejo con la vicepresidencia de la empresa y los directores de construcción involucrados, los cuales se presentan en forma de resumen, mostrando breves descripciones y modelos sencillos de la situación de la obra, se presenta el costo egresado y las estimaciones ingresadas, se resaltan los aspectos relevantes y se exponen las necesidades en la fecha de evaluación, así como las observaciones que haya realizado la supervisión de la obra y la S.C.T. en su caso, con lo que se toman las decisiones pertinentes y dictan las acciones a seguir en adelante.

Los documentos quedan perfectamente a resguardo y bajo el más estricto control y orden como parte histórica y de invaluable apoyo para el futuro, tanto para la experiencia de la empresa constructora, como para soportar reclamos y cobros de todo lo que se realizó durante la construcción del túnel.

Se establece una intranet (red interna) que mantiene a todos los sistemas intercomunicados, la cual se va haciendo mayor durante el avance en la ejecución, debido a la incorporación de nuevos frentes, de nuevos elementos y de una cada vez más compleja estructura de actividades involucradas, que se van interrelacionando y se desarrollan en forma simultánea; a su vez se establece e implementa la comunicación por satélite y se utiliza la vía del internet (red internacional), para mantener la comunicación constante con las oficinas de la matriz en la Ciudad de México.

El sistema computarizado base que se ha empleado para registro, proceso y reporte del control de la obra es el PRIMAVERA PROJECT PLANNER . es un sistema completo diseñado y adecuado a las necesidades de obra en construcción en México, utilizado en la mayoría de los proyectos de la industria en los Estados Unidos de Norteamérica, el cual ha brindado grandes beneficios comprobados a los manejadores de proyecto de esa nación, y que a el tiempo que ha sido empleado en nuestro país se ha constatado sus ventajas y versatilidad en su utilización en los procesos industriales y aplicación en proyectos de construcción

El mismo sistema y conformando la totalidad del sistema de control, trabaja ligado a otros paquetes (software) de apoyo e intercomunicación : en Proformas con SUPERCALC4, en costo y presupuestación a INFOCOM, en cálculo, presentación de reportes, gráficos, croquis, planos e informes, EXCEL, WINWORD, AUTOCAD y POWERPOINT, en contabilidad con ORACLE , independientemente de los reportadores confiables con que cuenta el paquete (software)

En forma descriptiva y enunciativa puede mencionarse las funciones que se desempeñan en el uso del paquete (software) P3 (Primavera Project Planner) : Definición de códigos de actividades , Definición de calendarios , Definición de frentes de trabajo para las actividades ; Definición de subfrentes de trabajo para las actividades , Definición de identificadores de actividades ; Definición de diccionarios de las cuentas de costo ; Definición de diccionarios de recursos , Definición e ingreso de actividades . Asignación de recursos a las actividades , Definición y asignación de relaciones , Definición y asignación de duraciones ; Definición e ingreso de fechas bandera ; Definición y cálculo de programas , Agrupación y organización de presentaciones del listado de frentes, subfrentes y actividades , Generación de reportes de acuerdo a proforma , Generación de reportes de acuerdo al avance real , Definición y generación del programa meta (Target) , Generación y reporte de avance y corte semanal a la fecha , Seguimiento del programa de acuerdo a corte , Reprogramación y cálculo de programa por modificación del proyecto ; Proyecciones por comprensión y evaluación de costo, etc.

Si se revisa y se medita un poco en la magnitud que representa la obra del túnel Acapulco, si se atiende a las actividades y los trabajos que se realizaron y de los cuales se mencionan y se han descrito los mas importantes y trascendentes en el tema de "La Ejecución de la Obra", como son :

- Excavación y tratamiento de los Portales

- Excavación y tratamiento sección I del Túnel (de acuerdo a la calidad de roca en el frente)

- Excavación y tratamiento sección II del Túnel (de acuerdo a la calidad de roca en el frente)

- Excavación y tratamiento sección III del Túnel (de acuerdo a la calidad de roca en el frente)

- Excavación y tratamiento sección IV del Túnel (de acuerdo a la calidad de roca en el frente)

- Excavación y tratamiento de Lumbreras

Revestimiento definitivo del Túnel

Inyección de contacto tratamiento en sección V del Túnel

Construcción del Pavimento del Túnel capa de Sub-base

Construcción del Pavimento del Túnel capa de Base

Construcción del Pavimento del Túnel capa de Rodadura con Losa de Concreto Hidráulico

es quizá como se puede comprender el grado de dificultad y la complejidad que ha representado el trabajo desarrollado para efectuar el control de la obra, y alcanzar con ello el éxito en la ejecución y desarrollo de la construcción de ésta obra magna

Se ha llevado a buen seguimiento la filosofía básica del control de obra ; considerando que el tiempo para evitar los problemas se presenta al inicio del proyecto, en adición a la implementación y comunicación razonable y de acuerdo al proyecto, a la definición de objetivos deseables mutuos, se ha podido construir la red de proyecto de tal forma que se elimina la confusión y la búsqueda de culpables por las fallas y errores Se han resuelto disputas por programación y calendarización equivocadas o fallidas y se ha alcanzado una aproximación a la planeación y programación de obra, que asegura la ejecución del proyecto libre de problemas Se apoya en la discusión objetiva de como definir las actividades y códigos, como y cuando usar razonablemente los recursos, lograr su balanceo, y como rastrear costos ; todo ello ha contribuido y ha permitido al equipo completo de trabajo tomar las decisiones correctas en el momento crítico

El seguimiento del control de obra ha implicado todos y cada uno de los siguientes aspectos, con los cuales se desarrolló el proyecto, mitigando escaladas de construcción con los controles propios y se alcanzaron los objetivos deseados, mediante la conciencia de la necesidad del control del proceso y la correcta aplicación de los sistemas, métodos y procedimientos para ello definidos

### *Lecciones de Programación.*

Evitar las disputas con la planeación apropiada

Preparar la red de Ruta Crítica (CPM)

Leer, revisar y comentar sobre los reportes de programa

Reportar en la red sobre documentos por delante, para evitar demoras futuras

### *Aprovechamiento de Pláticas.*

- Planear hacia adelante para evitar demoras
- Detectar ambigüedades y errores en forma temprana
- Generar reportes de frente y de responsables hacia adelante
- Discutir y comentar los programas de costo ahora para evitar revisiones y demoras de decisión
- Elegir más las ordenes de cambio en costo efectivo de acuerdo a los programas de costo
- Desempeñarse con la ingeniería de valor

### *Trabajo Conjunto en Equipo.*

- Preparar los programas de ruta crítica (CPM) y ubicarlos en conjunto, para asociaciones futuras
- Ubicar a los subcontratistas como suministros e inversionistas, siempre y cuando tengan desacuerdo
- Homogeneizar los diversos objetivos del cliente y constructor por interacción para volverlos comunes

### *Difícil Comprensión v.s. Negligencia Benigna.*

- Acciones unilateral dañinas usualmente resultan en falta de información
- Educación por otra parte del costo de impacto
- Educación por otra parte del costo de evitabilidad
- Conocimiento de la resistividad de la motivación de riesgo
- Postura dura hacia adelante mitiga el mal lenguaje de contratación

### *Rechazo al Proceder sin Ordenes de Contrato por Escrito.*

El contratista, por rechazar éste desempeño, toma la acción lógica disponible para él y se resiste a resarcir cualquier daño sufrido que ocasionase, como resultado de retraso en el proporcionar las órdenes por escrito de autorización, por parte de la autoridad de la supervisión.

### *Acuerdo al Desacuerdo, pero Minimizando Costos Recíprocos.*

- Preparación detallada de la ruta crítica abre items de desacuerdo
  - Estipular detalles de acuerdo y limitar detalles de desacuerdo
  - Oportunidad de imparcialidad de detalles de negociación de desacuerdo



Acordar en procedimientos para minimizar costos de desacuerdo  
Procedimientos de campo y manejo a ser usados en el trabajo a ser ejecutados en corto plazo  
Referencia rápida y económica de la disputa hacia mediador neutro

*Preparación de la Red de Ruta Crítica.*

Respuesta a lo que se está obligado a hacer  
Respuesta a las obligaciones del cliente  
Respuesta a que obligaciones no han sido asignadas y pueden no serlo

*Asignación de Derechos v.s. Delegación de Responsabilidades.*

Localización contractual de responsabilidades  
Localización jurídica de responsabilidades  
Responsabilidades ligadas a la autoridad competente en el desempeño  
Consultar la legislación aplicable al respecto

*Preparación del Uso de la Red Ficticia de Ruta Crítica.*

Prioridad de revisión de la constructibilidad para liberar paquetes presupuestales que reduce cambio de órdenes y extras  
Determinar las obligaciones del constructor y del propietario  
Determinar las interfases entre etapas de construcción  
Usarlo y entonces archivarlo en forma segura  
Peligro de permitir al contratante usar la ingeniería de método de ruta crítica  
Arma de dos filos durante las visitas y revisiones  
No es inteligentemente buena ley para ingenieros

*Propiedad Oficial Obligada de la Red de Ruta Crítica del Superintendente.*

Lleva al contratista o subcontratistas mayores del Superintendente al compromiso y aceptación  
La aprobación del ingeniero debe incluir la aceptación de responsabilidades por parte del dueño  
El método de ruta crítica esclarece y modifica el contrato entre las partes

### *El Plan v.s. el Programa Calendarizado.*

- Usar los diagramas lógicos y la ayuda visual como base para todo cálculo
- Usar el programa calendarizado calculado como tabla descriptiva y como representación gráfica de análisis
- Evaluar en forma manual y por computadora, los reportes superficiales, llevando a su nivelación automática

### *Los Primeros 90 días v.s. los Últimos 90 días.*

- Frecuentemente los detalles de la última parte de la obra son discriminados
- Frecuentemente los detalles de áreas menos conocidas son discriminados, tales como
  - Arquitectónicos, sistemas hidráulicos, plomería de la construcción, plantas de tratamiento de agua residual
  - conexiones eléctricas, instrumentación, etc
- Frecuentemente se depende al ingeniero en los ítems de trabajo finales
- El ingeniero administrador del proyecto nunca tendrá más tiempo que al inicio del proyecto

### *Construcción de la Red Actividad por Actividad.*

- Tratar a cada actividad como una “implantación de instrucciones”
- Usar el sistema de control computarizado para grabar título de actividad, duración, recursos, código de actividad, actividad predecesora y actividad sucesora
- Usar una base de datos externa para establecer la tabla de duraciones y precedencias, para establecer y registrar el peso y las razones para establecer cada relación

### *Definición de la Actividad.*

Una actividad es una puesta de instrucción, dada a un sobrestante, maestro de obra o cabo, competente, el cual es de quien se espera complete tal, sin necesitar supervisión más allá o de interacción con otros, más que con sus subordinados.

### *Título o Nombre de la actividad*

- Debe ser abreviando en lo posible, no extensa
- Usar sufijos para dar a entender o explicar más allá
- Usar códigos de campo para hacer referencia a planos de diseño de ingeniería

### *Duración de la Actividad.*

- Estimarla basado en el conocimiento del superintendente encargado
- Usar el tipo de recursos y dimensión para definir la base de la duración
- Usar el código de tipo de equipo de trabajo y dimensión para definir la base de la duración
- Usar los códigos hora de trabajo y tiempo extra para definir la base de la duración
- Usar los calendarios del sistema de control computarizado para definir la base de la duración
- Usar notas en diagrama lógico puro para grabar todas las bases de la duración
- Usar sufijos para grabar notas selectas deseadas

### *Los Recursos no son solo para Nivelar o Aminorar*

- Recursos ejemplo mano de obra por oficio, materiales voluminosos, personal clave, servicios exteriores, equipo mayor, áreas de acceso y de permanencia, utilizaciones temporales, etc.
- Los recursos ayudan a definir la duración de la actividad
- Los recursos ayudan a definir la precedencia entre actividades
- Los histogramas de recursos indican áreas de problema y áreas de oportunidad

Los códigos estandarizados permiten el Análisis por Multiproyecto.

### *Costos de la Actividad.*

- Para calendarizar, no con propósito de cuenta
- Chequeo cruzado contra estimado, para ver si cualquiera pudiese haber sido omitido
  - Concerniente a mano de obra nivelado y aminorado
  - Ordenes de materiales equipo v s items voluminosos
  - Costos misceláneos preparaciones previas

### *Predecesores y Sucesores de la Actividad.*

- Límites del análisis del método de ruta crítica
- Título de actividad definido mas allá por predecesor y sucesor
- Lógica física difícil v s lógica de recursos sencilla v s no lógica

- Cada actividad debe tener al menos una relacion fisica
- Cada actividad debe tener solo un recurso restringido por recurso
- Usar sufijos para explicar razones para cualquier constriccion

#### *Consideraciones Técnicas:*

- Cada actividad debe ser precedida por una liga Terminación - Inicio (FS) o Inicio - Inicio (SS)
- Cada actividad debe ser sucedida por una liga Terminación - Inicio (FS) ó Terminación - Terminación (FF)
- Especial escrutinio si el retraso de inicio es mayor que esa duración de actividad
- Especial escrutinio si el retraso de inicio abarca difiriendo códigos de responsabilidad
- Necesidad de reporte manual de relaciones de retraso de inicio

#### *Lógica Concurrida y Anidada.*

- La lógica concurrida no es soportada por la teoría del método de ruta critica
- La lógica anidada no es soportada por los paquetes para medios computarizados del método de ruta critica

#### *Razones de Registro Grabado e Importancia de las Relaciones.*

- Usar notas en diagrama de lógica pura
- Usar campos por sufijo del sistema de control computarizado
- Usar accesos del sistema maestro para campos adicionales
- Usar base de datos para campos adicionales
- Usar el peso de las relaciones
- Usar las razones que motivaron y para las relaciones

#### *Caminando A Través del Proyecto y Chequeo de la Lógica*

- El paso hacia adelante ¿Porqué es este trabajo necesario para realizar el siguiente ?
- Lógica complicada v s. restricción en recursos v s. marcador de lugar = falta de lógica
- ¿Cuan difícil es la lógica complicada en una escala de 1 a 10 ?
- Propósito del recurso lógico - cuestión de intitulado
- Restricciones - cuestión de intitulado y usualmente mandadas por el propietario

El paso hacia atrás ¿Se está omitiendo algún requerimiento para este trabajo?

Actividades del contratista - actividades del propietario - actividades de terceros

Restricciones físicas v s restricciones de acceso v s recursos limitados

Consideraciones de calendario - climas de temporada, días de descanso, etc

### *Revisado de la Ruta Crítica*

Investigando la(s) ruta(s) crítica(s)

Guía de apoyo de organizaciones especializadas en manejo de CPM

Restricciones físicas v s restricciones en recursos

Líneas de responsabilidad

Duración de actividades críticas v s. duración de actividades no críticas

### *Validado de la Red de Trabajo*

Confiabilidad de análisis solo tan bueno como la línea de base de la red de trabajo

Duraciones tan solo estimadas

Elegir el margen de confiabilidad entre - 15% y + 20%

Determinar la probabilidad estadística del completado del proyecto antes de tiempo

Determinar el 90% de probabilidad del escenario del peor de los casos

### *Aplicación del Sistema Compatible Montecarlo.*

Ajuste aleatorio de duraciones entre - 15% y + 20%

Establecer el margen de error para cada actividad

Adicionar actividades de contingencia

Ejemplo · Sobreexcavación en roca = 0 a 60 días

Adicionar lógica de contingencia

Oportunidad de medir la falla es 30%

Si la medición falla, repetir las últimas cinco actividades

### *Validado del Estimado de Costo Antes de Preparar la Red de Trabajo*

- Exportar el estimado de costo a hoja de cálculo
  - Encabezados de columna . Actividad, Titulo, Responsable, Reporte de costo, Optimista, Normal, Pesimista
  - Actividad única - uso de número de renglon
  - Titulo de acuerdo a la hoja del presupuesto
  - Responsable uniforme - usado para el costo
  - Reporte de estimado debe ser uno - usar costo
  - Optimista, costo optimista o porcentaje bajo corrida 10P u otro riesgo conocido
  - Normal, costo registrado mejor estimado = costo presupuestado
  - Pesimista, costo pesimista o porcentaje bajo corrida : 20P u otro riesgo conocido
- Importar como si, un listado de actividades programadas
- Realizar una corrida del sistema compatible Montecarlo para revisar el riesgo económico sobre todo

### *Lectura de los Reportes Computarizados Generados de Variables Calculadas.*

- Lectura del reporte de Número de Actividad
  - Reporte de actividad y reporte de predecesora y sucesora
  - Deseable imprimir reporte de actividad predecesora y sucesora
- Lectura de reporte de Inicio Temprano (ES)
  - Reporte de número de inicio temprano de actividad v.s reporte de número de inicio temprano/holgura total de actividad
  - Considerar como limitante una holgura total menor a 20 días
- Lectura de reporte de Holgura Total (TF)
  - Reporte de número de holgura total de actividad v s reporte de número de inicio temprano/holgura total de actividad
  - Considerar como limitante por acercar a crítica una holgura total menor a 20 días
  - Comparar el número de actividades cercanas a críticas v.s. actividades críticas

### *Revisiones por Asistencia Computarizada de Lógica y Duraciones.*

- Utilización de histogramas de recursos - guía rápida para salud general
  - Recursos seleccionados v.s. recursos totales
  - Incremento - Campana de Gauss deseada - La desviación causa faltante de recursos y falta tiempo
  - Acumulados - Curva en "S" deseada

- Exportado del listado de relaciones a sistemas en software, tales como dBase y Microsoft
- Revisión de actividades o conexiones seleccionadas como sospechosas
  - Listado para actividades constreñidas artificialmente
  - Búsqueda para recursos lógicos y no lógicos
    - Listado para conexiones medidas, diferidas a subcontratistas
    - Listado para conexiones medidas, diferidas a oficios
    - Listado para conexiones medidas, diferidas a áreas del sitio
  - Listado para duraciones mayores de 20 días (no incluyen fabricación)
  - ¿Son razonables las duraciones ?
    - Comparar el costo de mano de obra v.s el costo del promedio hora trabajada en la duración para el tamaño del equipo de trabajo
- Revisión de todas las conexiones de los Inicios con Retraso - taquigrafía para detalle - ser suspicaz de Retrasos mayores que duración de actividad o que duración de sucesor
  - Actividades que tengan solo lógica de Inicio - Inicio (SS) y/o Terminación - Terminación (FF)

*Beneficios y Trampas de los Diagramas Lógicos de Escala de Tiempo.*

- Beneficio de observar el panorama general del proyecto total v.s tiempo
  - Campana de Gauss del número de actividades concurrentes
  - Chequeo con lógica pura v.s. sentido común
  - Vista muy impresionante si se limita para la lectura
- Trampas - demasiada información - muy poca revisión
  - Sobreconfiabilidad en limitada y baja lógica confiable
  - Diagrama representativo de salidas calculadas - la revisión debe ser checada en los renglones de entrada
  - La red de trabajo se vuelve difícil de interpretar si no es limitada
- Limitar el sobreflujo de información
  - Se puede seleccionar solo actividades cercanas a críticas
  - Se puede describir todo, conducir las relaciones o conexiones no lógicas
  - Se puede seleccionar o reunir de acuerdo a oficio, subcontratista, etc.

### *Consideraciones de Clima y Recursos Limitados*

Revisión del diagrama de escala de tiempo para razonabilidad del clima

Uso no lógico o conducción de relaciones ; agrupación para subcontratista

¿Es buen establecimiento con el fin de buena planeación o suerte ? - consideraciones de calendario

Revisar los incrementos en histograma por subcontratista y por oficio

Recordar que una buena red de trabajo, corrige automáticamente las demoras por temporada

Tratar de hacer colisión en el inicio de proyecto por 3 meses - ¿Es razonable en programa ?

### *Consideraciones Legales.*

Existiendo una parte que tiene autoridad para revisar, debe revisar correctamente

Las terceras partes pueden tener derecho de confiabilidad en revisión y calidad

Una parte teniendo la autoridad de revisión, debe realizarla en forma correcta

Propietario o constructor no deben dictar medidas y métodos innecesarios

La aceptación o rechazo no cambia la viabilidad del programa

Trampa de dictar secuencia/oficio y tamaño/duración

Trampa de dictar demora solo completado el contrato

### *Aceptación - Limitaciones.*

Aceptación de formato

Aceptación de actividades controladas por el propietario y conexiones lógicas

Incluye conexiones lógicas entre contratistas múltiples

Derechos reservados relacionados con " medidas y métodos"

Procedimientos constructivos elaborados durante la ejecución (incluyendo las modificaciones a proyecto)

Derecho reservado de requerir recursos razonables para demoras razonables

Derechos reservados relacionados al ejercicio de constricciones en simplificación de red de trabajo

### *Rechazo - Ejercer la Autoridad del Ingeniero.*

Rechazo de formato - ¿Un cambio de orden constructiva?

Rechazo de duración - revisando "medidas y métodos"

Comparar la suma de duraciones del equipo de trabajo v s el estimado de horas de trabajo del contratista



- Rechazo o adición de un conector lógico
  - Físico/recurso/mantenedor - lógica buena v s mala lógica
- Rechazo de salida calculada pero no de entrada
  - Hacer una actividad crítica - Utilizar la holgura
  - ¿Volver a ver a quién pertenece la holgura ?

### *Pertenencia de Holgura.*

- Ley de los Derechos de Riparian
  - Tomar tanto como se necesite para vivir
  - Tomar tanto como se quiera para aventajar comercialmente, pero dejando para otros y sus necesidades básicas
  - No desperdiciar

### *Documentar para Evitar Futuras Disputas y Demoras*

- Aplicar la Ley de Murphy en los proyectos de construcción
- Reportear el programa calendarizado v s. reportear la red de trabajo
- Revisiones asistidas por computadora de reportes
- Establecer cuando revisar la red de trabajo
- Establecer como tratar cada uno de los niveles de reporte

### *Reportear el Programa Calendarizado v.s Reportear la Red de Trabajo.*

- El reporte de programa relaciona el avance contra el desempeño del periodo pasado
  - Incluye el Inicio de actividad, Terminación de actividad, Rango de demora, Porcentaje y Costo porcentual
  - El inicio de actividad y terminación de actividad relacionan al programa - no al costo -
  - ¿Puede iniciarse el siguiente trabajo?
  - El rango de demora relaciona al estimado de trabajo remanente - no al programado
  - Presenta problemas especiales cuando en el programa se iguala al costo porcentual
  - Presenta problemas especiales para reportear demoras en inicio
- El reporte de la red de trabajo relaciona el conocimiento mejorado del futuro del proyecto
  - Incluye el agregar/modificar/quitar actividades
  - Incluye el agregar/modificar/quitar restricciones lógicas

- Incluye el agregar/modificar/quitar constricciones
- Incluye el cambio de duracion de actividades no iniciadas
- Costo del porteo a la red de trabajo con cargo a la parte creando necesidad

### *Revisión de Reportes Asistida por Computadora.*

- Exportado de la base de datos de reportes en curso y de prioridad
- Sospechar si el reporte de programa mezclado con el reporte de red de trabajo cambia
- Revisado del porcentaje de actividades cercanas a criticas comparadas con el programa meta (target)
- Revisado de las horas de trabajo ganado v.s. las horas de trabajo actuales en el periodo pasado

### *Lectura de los Reportes Computarizados de Variables Calculadas Generados.*

- Lectura del reporte Número de Actividad
  - Reporte de actividad y reporte de actividad predecesora y sucesora
  - Deseable imprimir el reporte de actividad predecesora y sucesora
- Lectura del reporte de Inicio Temprano
  - Reporte de número de inicio temprano de actividad v.s reporte de número de inicio temprano/holgura total de actividad
  - Considerar como limitante del periodo en curso una holgura total solo 60 días
- Lectura de reporte de Holgura Total (TF)
  - Reporte de número de holgura total de actividad v.s reporte de número de inicio temprano/holgura total de actividad
  - Considerar como limitante por acercar a crítica una holgura total menor a 20 días
  - Cambiar 2 ruta crítica - indicador de problemas inminentes
  - Comparar el número de actividades cercanas a críticas v s actividades críticas

### *Revisión de Reportes de Lógica y de Duraciones Asistida por Computadora.*

- Utilización de los histogramas de recursos - guía rápida para salud general
  - Recursos seleccionados v s total de recursos
  - Incremento - si ahora el desvío causa sobrante de recursos y falta tiempo

*Referir cada Reporte de Instancia Futura al Plan pertinente, Especificación y Actividad de la Ruta Crítica*

La referencia puede ser hecha cuando se somete el reporte de instancia o después del reporte de la ruta crítica

Notar el impacto del reporte de instancia futura el cual debe ser dado tan pronto como sea posible

Ingresar el reporte de instancia futura a Expedición

Establecimiento de procedimientos

Estandarizado de proyecto

Hacer el trabajo de expedición la forma de como manejar el proyecto

Información de proyecto en línea

Manejo de contrato

Documentación exhaustiva

Agregar a la ruta crítica, si el impacto actual (paro de labores) o el peligro de impacto este responde ser requerido antes del siguiente reporte

*Cada Cambio de Orden de Proyecto debe Generar Duda para Paro de Orden.*

El propietario tiene la obligación de dirigir la respuesta del constructor hacia el cambio de orden de proyecto

Continuar incurriendo en costos de preparativos o preliminares para desempeñar el plan base

ó

Detener los preparativos o preliminares y obligar retrasos o distracciones si el cambio de orden de proyecto no se adopta

Nunca, nunca iniciar los preparativos o el trabajo en un cambio de orden de proyecto hasta haber acordado

bilateralmente y firmado el cambio de orden

Referir el cambio de orden de proyecto a la ruta crítica, en el estimado de cambio de orden de proyecto -

El cambio de orden de proyecto debe incluir :

Requisitos de extensión del tiempo y de costo consecuente

Costo por incurrir en desperdicio en preparativos o preliminares

Costo por distracción en otras actividades

Reservación para costo por distracciones adicionales si hay cambio de órdenes de proyecto concurrentes

Costo para preparativos del cambio de orden de proyecto, estimados por factor de ajuste

Costo por modificación de la ruta crítica

Recordar - solo un cambio de orden acordado y firmado, honor al contrato

*Hacer parte de la Ruta Crítica cada Cambio de Orden como Deber*

Si el cambio de orden acuerda que

Hay cambio en el trabajo a ser provisto

Si el cambio de orden difiere entre las partes

Hay cambio en el plan presupuestal de ejecución del constructor

Conocimiento del impacto importante en el proyecto - definir y delegar a quién corresponda el pago

Necesidad de rastreo de todos los costos tanto y como el cambio de orden afecte el tiempo de ejecución y el costo de la obra

El propietario debe notificar y en forma oportuna el rastreo en tiempo y costo

El rastreo en tiempo y costo genera costos al constructor

El rastreo en tiempo y costo genera costos al propietario

La resolución de la disputa por desacuerdo reduce costos

Si el cambio de orden no difiere entre las partes - Consideraciones de costo cargado a la red de trabajo

Crear una nueva cuenta de costo para cada cambio de orden

Crear un código de nuevo costo en débito o crédito para las actividades existentes

Ahora los reportes de costo serán listados como gemelos en actividades impactadas

Considerar el peligro del cambio en el movimiento de la ruta crítica

Responsabilidad del propietario y del constructor hacia subcontratistas

*Consideraciones Limitantes y que Vale la Pena Negociar antes de Actuar.*

Incrementar las duraciones de la ruta crítica para usar todo el tiempo de ejecución asentado en el contrato

Borrar aquella nota falsa o que se preste al malentendido

El constructor es dirigido a desempeñarse sin costos adicionales para el propietario

El constructor es dirigido a desempeñarse sin extensión de tiempo adicionales para el propietario

El constructor es dirigido a desempeñarse con extensión de tiempo a ser determinada

Escaladas monetarias siempre representan pérdida económica.

### *Sumario.*

- Planear hacia adelante mitiga retrasos y escaladas
- Estimado validado y programación con Montecarlo representa grandes ventajas
- Derecho a revisión impone obligación bilateral
- Documentar los hechos y eventos y transferir la información
- Honor al contrato, directivas de demanda por escrito
- Preparar y prevenir siempre listo para litigación y sobre todo para evitarla
- Costos evitables resultan en litigación
- Planear, organizar, dirigir y controlar en forma adecuada y con propiedad mitiga costos evitables

La Superintendencia de Aseguramiento de Calidad antes de iniciar cualquiera de los trabajos para la construcción del túnel, y en coordinación con la Superintendencia Técnica, han elaborado, han publicado y han capacitado para todo el personal implicado, como primera instancia de control, el uso de los Manuales de Higiene y Seguridad Industrial, así mismo desde el antes de iniciar la ejecución y durante el desarrollo de la obra, se han elaborado, han publicado, han modificado y han capacitado para el personal correspondiente, tanto los Manuales de Control de Calidad de los Procesos de la obra, como los Manuales de los Procedimientos Constructivos y los Instructivos, así como sus modificaciones, aplicados al proyecto de construcción de la obra del túnel Acapulco

Los documentos generados en el proceso, han sido perfectamente ordenados y registrados como contenido literario fundamental durante el desarrollo de los trabajos, los cuales han complementado el cuerpo de la documentación de base que se contó desde el inicio del proyecto, durante su evolución y hasta su culminación.

El contenido de cada uno de los manuales de los procedimientos constructivos difiere en el alcance y estructura, de acuerdo al tipo de trabajo al que se aplica, por lo que en forma descriptiva se menciona a continuación, el esquema enunciativo de los mismos que se cuentan en los descritos en "La Ejecución de la Obra".

En **Portada** de cada uno figuran los siguientes datos generales

- 1- Nombre de la Empresa Constructora
- 2- Nombre de la Dirección a cargo

- 3- Nombre de la Superintendencia a cargo
- 4- Título del Documento y Número para el Control de Documentos
- 5- Número de la Revisión, Iniciales de las Personas Autorizadas y Fecha de Emisión
- 6- Fecha de revisión y Paginación
- 7- Texto de PORTADA
- 8- Nombre del procedimiento o instructivo contenido
- 9- Cuadro para Actividades de Elaboración, Revisiones y Autorizaciones ; Nombres y Firmas
- 10- Número del Procedimiento de Aseguramiento de Calidad
- 11- Asignación
- 12.- Fecha de asignación
- 13- Sello de Identificación de la Empresa

#### **Para excavación y tratamiento de los Portales**

- 1 - Nombre del concepto
- 2.- Objetivo
- 3 - Alcance
- 4.- Normas, manuales, especificaciones, planos, reglamentos y documentos aplicables
- 5 - Definiciones
- 6.- Anexos
- 7 - Antecedentes
- 8.- Responsabilidades
- 9 - Descripción del Procedimiento o Instructivo (Redactado y gráfico general)
  - 9.1 - Condiciones iniciales
  - 9.2 - Actividades (detalladas)
- 9 3.- Recursos
  - Maquinaria y Equipo (detallado)
  - Mano de Obra (detallado)
  - Materiales (detallado)
- 10 - Registros de control
  - Gráfica de control de plantillas de barrenación en cada elevación
  - Gráfica de control de tiempos de voladura y desviaciones, en excavación a cielo abierto
  - Listado de verificación de actividades

Listado de verificación de servicios a la maquinaria y equipo  
Listado de control de maquinaria rentada y propia en operación y rendimientos de la misma  
Listado de control de consumos de maquinaria y equipo propio y rentado  
Controles de pedidos y devolución de explosivos  
Registros de control de las actividades de excavación y tratamiento de portal  
Registros de recomendaciones sobre calidad de roca excavada  
Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de aseguramiento de calidad  
Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de seguridad industrial  
Control de revisión del manual de aseguramiento de calidad y procedimiento o instructivo de construcción

11 - Anexos

11.1.- Recomendaciones

11.2.- Diagrama de flujo del procedimiento o instructivo constructivo

11.3.- Programa del ciclo de excavación y tratamiento

11.4.- Tabla de profundidades de barrenación y longitudes de mecha

11.5 - Gráfica de preparación de explosivos

11.6 - Reporte tabular de anclaje e inyección

11.7 - Reporte de tensado de anclas

11.8 - Gráfica de control de calibración de gato y manómetro utilizados en el tensado

### **Para excavación y tratamiento sección I del Túnel (de acuerdo a la calidad de roca en el frente)**

1.- Nombre del concepto

2 - Objetivo

3.- Alcance

4 - Normas, manuales, especificaciones, planos, reglamentos y documentos aplicables

5 - Definiciones

6 - Anexos

7 - Antecedentes

8.- Responsabilidades

9 - Descripción del Procedimiento o Instructivo (Redactado y gráfico general)

9.1 - Condiciones iniciales

9.2 - Actividades (detalladas)

9.3 - Recursos           Maquinaria y Equipo (detallado)

                          Mano de Obra (detallado)

                          Materiales (detallado)

10 - Registros de control

    Gráfica de control de diagramas de barrenación en el frente y por secciones

    Gráfica de control de tiempos de voladura y desviaciones del ciclo, en excavación subterránea

    Listado de verificación de actividades

    Listado de verificación de servicios a la maquinaria y equipo

    Listado de control de maquinaria rentada y propia en operación y rendimientos de la misma

    Listado de control de consumos de maquinaria y equipo propio y rentado

    Controles de pedidos y devolución de explosivos

    Registros de control de las actividades de excavación y tratamiento del túnel

    Registros de recomendaciones sobre calidad de roca excavada

    Registro de recomendaciones sobre tiempo libre de soporte de la roca excavada

    Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de aseguramiento de calidad

    Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de seguridad industrial

    Control de revisión del manual de aseguramiento de calidad y procedimiento o instructivo de construcción

11.- Anexos

11.1 - Recomendaciones respecto al tiempo libre de soporte, según la calidad de la roca excavada

11.2 - Diagrama de flujo del procedimiento o instructivo constructivo

11.3.- Programa del ciclo de excavación y tratamiento (incluye duración total del ciclo de la sección del túnel)

11.4 - Tabla de profundidades de barrenación y longitudes de mecha

11.5 - Gráfica de preparación de explosivos

11.6 - Diagramas de secuencia de barrenación

11.7 - Diagramas de secuencia de carga

11.8.- Reporte tabular de anclaje e inyección

11.9 - Reporte de tensado de anclas

11.10.- Gráfica de control de calibración de gato y manómetro utilizados en el tensado

11.11.- Reporte de inyectado de anclas

11.12 - Gráfica de control de presión de inyección utilizados en el anclaje



- 11 13 - Croquis de colocación de resina y anclas de fricción
- 11.14 - Reporte de concreto lanzado
- 11 15 - Gráfica de control del rebote y consumo de materiales en el concreto lanzado
- 11 16 - Reporte de control de fabricación y colocación de rastra y marcos metálicos en zona superior
- 11 17 - Reporte y registro de control de barrenos de drenaje
- 11 18 - Gráfica de la plantilla de barrenación y consumo de materiales en drenes

**Para excavación y tratamiento sección II del Túnel (de acuerdo a la calidad de roca en el frente)**

- 1.- Nombre del concepto
- 2 - Objetivo
- 3 - Alcance
- 4 - Normas, manuales, especificaciones, planos, reglamentos y documentos aplicables
- 5 - Definiciones
- 6.- Anexos
- 7 - Antecedentes
- 8.- Responsabilidades
- 9 - Descripción del Procedimiento o Instructivo (Redactado y gráfico general)
- 9 1 - Condiciones iniciales
- 9.2 - Actividades (detalladas)
- 9 3.- Recursos
  - Maquinaria y Equipo (detallado)
  - Mano de Obra (detallado)
  - Materiales (detallado)
- 10 - Registros de control
  - Gráfica de control de diagramas de barrenación en el frente y por secciones
  - Gráfica de control de tiempos de voladura y desviaciones del ciclo, en excavación subterránea
  - Listado de verificación de actividades
  - Listado de verificación de servicios a la maquinaria y equipo
  - Listado de control de maquinaria rentada y propia en operación y rendimientos de la misma
  - Listado de control de consumos de maquinaria y equipo propio y rentado
  - Controles de pedidos y devolución de explosivos
  - Registros de control de las actividades de excavación y tratamiento del túnel

Registros de recomendaciones sobre calidad de roca excavada  
Registro de recomendaciones sobre tiempo libre de soporte de la roca excavada  
Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de aseguramiento de calidad  
Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de seguridad industrial  
Control de revision del manual de aseguramiento de calidad y procedimiento o instructivo de construcción

#### 11 - Anexos

- 11 1 - Recomendaciones respecto al tiempo libre de soporte, según la calidad de la roca excavada
- 11 2 - Diagrama de flujo del procedimiento o instructivo constructivo
- 11.3.- Programa del ciclo de excavación y tratamiento (incluye duración total del ciclo de la sección del túnel)
- 11 4 - Tabla de profundidades de barrenación y longitudes de mecha
- 11 5.- Gráfica de preparación de explosivos
- 11 6 - Diagramas de secuencia de barrenación
- 11 7.- Diagramas de secuencia de carga
- 11 8.- Reporte tabular de anclaje e inyección
- 11 9.- Reporte de tensado de anclas
- 11.10 - Gráfica de control de calibración de gato y manómetro utilizados en el tensado
- 11 11 - Reporte de inyectado de anclas
- 11 12.- Gráfica de control de presión de inyección utilizados en el anclaje
- 11.13.- Croquis de colocación de resina y anclas de fricción
- 11.14 - Reporte de concreto lanzado
- 11 15.- Gráfica de control del rebote y consumo de materiales en el concreto lanzado
- 11 16 - Reporte de control de fabricación y colocación de rastra, candado y pata de marcos metálicos en zona inferior
- 11 17.- Reporte de inyectado de anclas en pata
- 11.18 - Gráfica de control de presión de inyección utilizados en el anclaje de pata
- 11 19 - Reporte y registro de control de barrenos de drenaje
- 11.20 - Croquis de colocación de protección del banqueo
- 11.21 - Gráfica de la plantilla de barrenación y consumo de materiales en drenes

**Para excavación y tratamiento sección III del Túnel (de acuerdo a la calidad de roca en el frente)**

- 1 - Nombre del concepto
- 2 - Objetivo
- 3 - Alcance
- 4 - Normas, manuales, especificaciones, planos, reglamentos y documentos aplicables
- 5 - Definiciones
- 6 - Anexos
- 7 - Antecedentes
- 8 - Responsabilidades
- 9 - Descripción del Procedimiento o Instructivo (Redactado y gráfico general)
  - 9.1 - Condiciones iniciales
  - 9.2 - Actividades (detalladas)
- 9.3 - Recursos
  - Maquinaria y Equipo (detallado)
  - Mano de Obra (detallado)
  - Materiales (detallado)
- 10 - Registros de control
  - Gráfica de control de diagramas de barrenación en el frente y por secciones
  - Gráfica de control de tiempos de voladura y desviaciones del ciclo, en excavación subterránea
  - Listado de verificación de actividades
  - Listado de verificación de servicios a la maquinaria y equipo
  - Listado de control de maquinaria rentada y propia en operación y rendimientos de la misma
  - Listado de control de consumos de maquinaria y equipo propio y rentado
  - Controles de pedidos y devolución de explosivos
  - Registros de control de las actividades de excavación y tratamiento del túnel
  - Registros de recomendaciones sobre calidad de roca excavada
  - Registro de recomendaciones sobre tiempo libre de soporte de la roca excavada
  - Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de aseguramiento de calidad
  - Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de seguridad industrial
  - Control de revisión del manual de aseguramiento de calidad y procedimiento o instructivo de construcción

- 11 - Anexos
- 11.1 - Recomendaciones respecto al tiempo libre de soporte, según la calidad de la roca excavada
- 11.2 - Diagrama de flujo del procedimiento o instructivo constructivo
- 11.3.- Programa del ciclo de excavación y tratamiento (incluye duración total del ciclo de la sección del túnel)
- 11.4 - Tabla de profundidades de barrenación y longitudes de mecha
- 11.5 - Gráfica de preparación de explosivos
- 11.6.- Diagramas de secuencia de barrenación
- 11.7 - Diagramas de secuencia de carga
- 11.8.- Reporte tabular de anclaje e inyección
- 11.9.- Reporte de tensado de anclas
- 11.10 - Gráfica de control de calibración de gato y manómetro utilizados en el tensado
- 11.11 - Reporte de inyectado de anclas
- 11.12 - Gráfica de control de presión de inyección utilizados en el anclaje
- 11.13.- Croquis de colocación de resina y anclas de fricción
- 11.14.- Reporte de concreto lanzado
- 11.15 - Gráfica de control del rebote y consumo de materiales en el concreto lanzado
- 11.16 - Reporte y registro de control de barrenos de drenaje
- 11.17 - Gráfica de la plantilla de barrenación y consumo de materiales en drenes

**Para excavación y tratamiento sección IV del Túnel (de acuerdo a la calidad de roca en el frente)**

- 1.- Nombre del concepto
- 2 - Objetivo
- 3.- Alcance
- 4 - Normas, manuales, especificaciones, planos, reglamentos y documentos aplicables
- 5.- Definiciones
- 6.- Anexos
- 7 - Antecedentes
- 8.- Responsabilidades
- 9 - Descripción del Procedimiento o Instructivo (Redactado y gráfico general)
- 9.1.- Condiciones iniciales
- 9.2 - Actividades (detalladas)

- 9.3 - Recursos
  - Maquinaria y Equipo (detallado)
  - Mano de Obra (detallado)
  - Materiales (detallado)

10.- Registros de control

- Gráfica de control de diagramas de barrenación en el frente y por secciones
- Gráfica de control de tiempos de voladura y desviaciones del ciclo, en excavación subterránea
- Listado de verificación de actividades
- Listado de verificación de servicios a la maquinaria y equipo
- Listado de control de maquinaria rentada y propia en operación y rendimientos de la misma
- Listado de control de consumos de maquinaria y equipo propio y rentado
- Controles de pedidos y devolución de explosivos
- Registros de control de las actividades de excavación y tratamiento del túnel
- Registros de recomendaciones sobre calidad de roca excavada
- Registro de recomendaciones sobre tiempo libre de soporte de la roca excavada
- Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de aseguramiento de calidad
- Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de seguridad industrial
- Control de revisión del manual de aseguramiento de calidad y procedimiento o instructivo de construcción

11 - Anexos

- 11.1 - Recomendaciones respecto al tiempo libre de soporte, según la calidad de la roca excavada
- 11.2.- Diagrama de flujo del procedimiento o instructivo constructivo
- 11.3.- Programa del ciclo de excavación y tratamiento (incluye duración total del ciclo de la sección del túnel)
- 11.4 - Tabla de profundidades de barrenación y longitudes de mecha
- 11.5.- Gráfica de preparación de explosivos
- 11.6.- Diagramas de secuencia de barrenación
- 11.7.- Diagramas de secuencia de carga
- 11.8.- Reporte tabular de anclaje e inyección
- 11.9 - Reporte de tensado de anclas
- 11.10 - Gráfica de control de calibración de gato y manómetro utilizados en el tensado
- 11.11 - Reporte de inyectado de anclas

- 11 12 - Gráfica de control de presión de inyección utilizados en el anclaje
- 11 13 - Croquis de colocación de resina y anclas de fricción
- 11 14 - Reporte de concreto lanzado
- 11 15 - Gráfica de control del rebote y consumo de materiales en el concreto lanzado
- 11 16.- Reporte y registro de control de barrenos de drenaje
- 11 17 - Gráfica de la plantilla de barrenación y consumo de materiales en drenes

**Para excavación y tratamiento de Lumbreras**

- 1 - Nombre del concepto
- 2 - Objetivo
- 3 - Alcance
- 4 - Normas, manuales, especificaciones, planos, reglamentos y documentos aplicables
- 5 - Definiciones
- 6 - Anexos
- 7 - Antecedentes
- 8 - Responsabilidades
- 9 - Descripción del Procedimiento o Instructivo (Redactado y gráfico general)
  - 9.1 - Condiciones iniciales
  - 9.2 - Actividades (detalladas)
  - 9.3.- Recursos
    - Maquinaria y Equipo (detallado)
    - Mano de Obra (detallado)
    - Materiales (detallado)
- 10 - Registros de control
  - Gráfica de control de esquema de barrenación guía
  - Gráfica de control de diagramas de barrenación en el contrapozo y por secciones
  - Gráfica de control de tiempos de voladura y desviaciones del ciclo, en excavación subterránea a contrapozo
  - Listado de verificación de actividades
  - Listado de verificación de servicios a la maquinaria y equipo
  - Listado de control de maquinaria rentada y propia en operación y rendimientos de la misma
  - Listado de control de consumos de maquinaria y equipo propio y rentado
  - Controles de pedidos y devolución de explosivos

Controles de fabricación y consumo de concreto y otros materiales en brocal  
Registros de control de las actividades de excavación y tratamiento de lumbrera  
Registros de recomendaciones sobre calidad de roca excavada  
Registro de recomendaciones sobre tiempo libre de soporte de la roca excavada  
Registros de control de las actividades de revestimiento de brocal  
Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de aseguramiento de calidad  
Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de seguridad industrial  
Control de revisión del manual de aseguramiento de calidad y procedimiento o instructivo de construcción

11 - Anexos

- 11.1.- Recomendaciones respecto al tiempo libre de soporte, según la calidad de la roca excavada
- 11.2.- Diagrama de flujo del procedimiento o instructivo constructivo
- 11.3 - Programa de perforación de barreno guía
- 11.4 - Programa de perforación de contrapozo
- 11.5.- Programa del ciclo de excavación y tratamiento (incluye duración total del ciclo de la sección de lumbrera)
- 11.6 - Tabla de profundidades de barrenación y longitudes de mecha
- 11.7 - Gráfica de preparación de explosivos
- 11.8.- Diagramas de barrenación
- 11.9.- Diagramas de carga
- 11.10.- Reporte tabular de anclaje e inyección
- 11.11.- Reporte de tensado de anclas
- 11.12.- Gráfica de control de calibración de gato y manómetro utilizados en el tensado
- 11.13 - Reporte de inyectado de anclas
- 11.14 - Gráfica de control de presión de inyección utilizados en el anclaje
- 11.15 - Croquis de colocación de resina y anclas de fricción
- 11.16 - Reporte de concreto lanzado
- 11.17.- Gráfica de control del rebote y consumo de materiales en el concreto lanzado
- 11.18 - Reporte y registro de control de barrenos de drenaje
- 11.19.- Gráfica de la plantilla de barrenación y consumo de materiales en drenes
- 11.20 - Reportes de concreto hidráulico fabricado y colocado en revestimiento de brocal

### **Para revestimiento definitivo del Túnel**

- 1 - Nombre del concepto
- 2 - Objetivo
- 3 - Alcance
- 4 - Normas, manuales, especificaciones, planos, reglamentos y documentos aplicables
- 5 - Definiciones
- 6 - Anexos
- 7 - Antecedentes
- 8.- Responsabilidades
- 9 - Descripción del Procedimiento o Instructivo (Redactado y gráfico general)
  - 9 1.- Condiciones iniciales
  - 9 2 - Actividades (detalladas)
  - 9 3 - Recursos
    - Maquinaria y Equipo (detallado)
    - Mano de Obra (detallado)
    - Materiales (detallado)
- 10 - Registros de control
  - Gráfica de control de esquema de cimbrado en muros y clave
  - Gráfica de control de diagramas de armado estructural del acero de refuerzo en muros y clave
  - Gráfica de control de tiempos de armado de acero colocación, de cimbra y colado de tramo, muros y clave en revestimiento subterráneo por secciones modulares con paneles en el túnel
  - Listado de verificación de actividades
  - Listado de verificación de servicios a la maquinaria y equipo
  - Listado de control de maquinaria rentada y propia en operación y rendimientos de la misma
  - Listado de control de consumos de maquinaria y equipo propio y rentado
  - Controles de pedidos y devolución de materiales
  - Controles de fabricación y consumo de concreto y otros materiales en revestimiento de túnel
  - Registros de control de las actividades de acero de refuerzo, cimbra y concreto hidráulico en revestimiento de túnel
  - Registros de recomendaciones sobre calidad del concreto hidráulico
  - Registro de recomendaciones sobre tiempo y análisis de alternativas de colocación del concreto hidráulico
  - Registros de control de las actividades de revestimiento de túnel



Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de aseguramiento de calidad  
Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de seguridad industrial  
Control de revision del manual de aseguramiento de calidad y procedimiento o instructivo de construcción

11 - Anexos

- 11.1 - Recomendaciones respecto al tiempo y análisis de alternativas de colocación del concreto hidráulico
- 11.2 - Diagrama de flujo del procedimiento o instructivo constructivo
- 11.3 - Programa de colocación de acero de refuerzo, cimbrado y colocación del concreto hidráulico
- 11.4 - Programa del ciclo de colados comparativo (incluye duración total del ciclo de la sección de túnel)
- 11.5 - Tabla de rendimientos de ciclos de colocación de concreto hidráulico
- 11.6 - Gráfica de cimbra modular
- 11.7 - Diagramas de cimbrado y equipos utilizados
- 11.8 - Diagramas de colado
- 11.9.- Gráfica de control de consumo de materiales en el concreto hidráulico

**Para inyección de contacto tratamiento en sección V del Túnel**

- 1.- Nombre del concepto
- 2 - Objetivo
- 3 - Alcance
- 4.- Normas, manuales, especificaciones, planos, reglamentos y documentos aplicables
- 5.- Definiciones
- 6 - Anexos
- 7 - Antecedentes
- 8 - Responsabilidades
- 9 - Descripción del Procedimiento o Instructivo (Redactado y gráfico general)
  - 9.1 - Condiciones iniciales
  - 9.2 - Actividades (detalladas)
  - 9.3 - Recursos
    - Maquinaria y Equipo (detallado)
    - Mano de Obra (detallado)
    - Materiales (detallado)
- 10.- Registros de control
  - Gráfica de control de esquema de preparaciones para inyección

Grafica de control de diagramas de emboquillado e instalación de arañas y valvulas de inyeccion  
Gráfica de control de tiempos de instalación y de inyección  
Listado de verificación de actividades  
Listado de verificación de servicios a la maquinaria y equipo  
Listado de control de maquinaria rentada y propia en operacion y rendimientos de la misma  
Listado de control de consumos de maquinaria y equipo propio y rentado  
Controles de pedidos y devolución de materiales  
Controles de fabricación y consumo de lechada y otros materiales en inyección de contacto en túnel  
Registros de control de las actividades de instalación, emboquillado, barrenado, inyección, toma, taponamiento, resane y retiro  
Registros de recomendaciones sobre calidad de la lecha de inyección  
Registro de recomendaciones sobre tiempo de espera entre inyección de aureolas y reparaciones en barrenos fallidos  
Registros de control de las actividades de inyección de contacto de túnel  
Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de aseguramiento de calidad  
Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de seguridad industrial  
Control de revisión del manual de aseguramiento de calidad y procedimiento o instructivo de construcción

#### 11 - Anexos

- 11.1 - Recomendaciones respecto al tiempo espera entre inyección de aureolas y reparaciones en barrenos fallidos
- 11.2 - Croquis de inyección de contacto
- 11.3.- Diagrama de flujo del procedimiento o instructivo constructivo
- 11.4.- Programa de colocación de inyección de contacto
- 11.5 - Programa del ciclo de inyección
- 11.6.- Tabla de rendimientos de colocación de inyección de contacto
- 11.9 - Gráfica de control de consumo de materiales en la inyección de contacto
- 11.10.- Reporte de consumo por barreno
- 11.11.- Gráfica de control de presión de inyección utilizados en la inyección de contacto

#### **Para construcción del Pavimento del Túnel capa de Sub-base**

- 1 - Nombre del concepto
- 2 - Objetivo
- 3 - Alcance
- 4 - Normas, manuales, especificaciones, planos, reglamentos y documentos aplicables

- 5 - Definiciones
- 6 - Anexos
- 7.- Antecedentes
- 8.- Responsabilidades
- 9.- Descripción del Procedimiento o Instructivo (Redactado y gráfico general)
  - 9 1 - Condiciones iniciales
  - 9 2 - Actividades (detalladas)
  - 9 3 - Recursos
    - Maquinaria y Equipo (detallado)
    - Mano de Obra (detallado)
    - Materiales (detallado)
- 10 - Registros de control
  - Gráfica de control de esquema de trabajos preliminares
  - Gráfica de control de diagramas de construcción de la capa de pavimento
  - Gráfica de control del ciclo y tiempos de construcción de capa de pavimento
  - Listado de verificación de actividades
  - Listado de verificación de servicios a la maquinaria y equipo
  - Listado de control de maquinaria rentada y propia en operación y rendimientos de la misma
  - Listado de control de consumos de maquinaria y equipo propio y rentado
  - Controles de obtención, procesamiento, almacenaje y transporte de materiales
  - Controles de estabilización de materiales de la capa de pavimento, consumo de cemento y agua
  - Registros de control de las actividades de construcción de la capa de pavimento
  - Registros de recomendaciones sobre calidad de los materiales naturales procesados o artificiales empleados
  - Registro de recomendaciones sobre tiempo entre estabilización y colocación, riego y compactación de capa de pavimento
  - Registros de control de las actividades de construcción de la capa de pavimento
  - Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de aseguramiento de calidad
  - Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de seguridad industrial
  - Control de revisión del manual de aseguramiento de calidad y procedimiento o instructivo de construcción
- 11 - Anexos
  - 11.1 - Recomendaciones respecto al tiempo entre estabilización y colocación, riego y compactación de capa de pavimento
  - 11.2 - Croquis de la sección de capa de pavimento (ancho, espesor, otros)
  - 11 3.- Diagrama de flujo del procedimiento o instructivo constructivo

- 11.4 - Programa de colocación de la capa de pavimento
- 11.5 - Programa del ciclo de construcción de capa de pavimento
- 11.6 - Tabla de rendimientos de colocación de capa de pavimento
- 11.9 - Gráfica de control de consumo de materiales en la estabilización y compactación de la capa de pavimento
- 11.10.- Croquis de localización de bancos de préstamo
- 11.11 - Gráfica de composición granulométrica (curva) y características de los agregados
- 11.12.- Gráfica de distribución de puntos para verificar el espesor y compactación de la capa de pavimento
- 11.13 - Solicitud de acarreo
- 11.14 - Solicitud de levantamiento topográfico
- 11.15 - Formato de liberación de capas
- 11.16.- Solicitud de compactación
- 11.17.- Solicitud de liberación de compactaciones
- 11.18 - Lista de chequeo

**Para construcción del Pavimento del Túnel capa de Base**

- 1 - Nombre del concepto
- 2.- Objetivo
- 3 - Alcance
- 4 - Normas, manuales, especificaciones, planos, reglamentos y documentos aplicables
- 5 - Definiciones
- 6 - Anexos
- 7 - Antecedentes
- 8 - Responsabilidades
- 9.- Descripción del Procedimiento o Instructivo (Redactado y gráfico general)
  - 9.1 - Condiciones iniciales
  - 9.2 - Actividades (detalladas)
  - 9.3 - Recursos
    - Maquinaria y Equipo (detallado)
    - Mano de Obra (detallado)
    - Materiales (detallado)

## 10 - Registros de control

- Grafica de control de esquema de trabajos preliminares
- Gráfica de control de diagramas de construcción de la capa de pavimento
- Gráfica de control del ciclo y tiempos de construcción de capa de pavimento
- Listado de verificación de actividades
- Listado de verificación de servicios a la maquinaria y equipo
- Listado de control de maquinaria rentada y propia en operación y rendimientos de la misma
- Listado de control de consumos de maquinaria y equipo propio y rentado
- Controles de obtención, procesamiento, almacenaje y transporte de materiales
- Controles de estabilización de materiales de la capa de pavimento, consumo de cemento y agua
- Registros de control de las actividades de construcción de la capa de pavimento
- Registros de recomendaciones sobre calidad de los materiales naturales procesados o artificiales empleados
- Registro de recomendaciones sobre tiempo entre estabilización y colocación, riego y compactación de capa de pavimento
- Registros de control de las actividades de construcción de la capa de pavimento
- Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de aseguramiento de calidad
- Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de seguridad industrial
- Control de revisión del manual de aseguramiento de calidad y procedimiento o instructivo de construcción

## 11 - Anexos

- 11 1 - Recomendaciones respecto al tiempo entre estabilización y colocación, riego y compactación de capa de pavimento
- 11 2 - Croquis de la sección de capa de pavimento (ancho, espesor, otros)
- 11.3.- Diagrama de flujo del procedimiento o instructivo constructivo
- 11.4.- Programa de colocación de la capa de pavimento
- 11 5.- Programa del ciclo de construcción de capa de pavimento
- 11.6.- Tabla de rendimientos de colocación de capa de pavimento
- 11.9 - Gráfica de control de consumo de materiales en la estabilización y compactación de la capa de pavimento
- 11 10 - Croquis de localización de bancos de préstamo
- 11 11 - Gráfica de composición granulométrica (curva) y características de los agregados
- 11 13 - Gráfica de distribución de puntos para verificar el espesor y compactación de la capa de pavimento
- 11 14 - Solicitud de acarreos
- 11.15.- Solicitud de levantamiento topográfico
- 11 16 - Formato de liberación de capas

- 11 17 - Solicitud de compactación
- 11 18 - Solicitud de liberación de compactaciones
- 11 19 - Lista de chequeo

**Para construcción del Pavimento del Túnel capa de rodadura con Losa de Concreto Hidráulico**

- 1.- Nombre del concepto
- 2.- Objetivo
- 3 - Alcance
- 4 - Normas, manuales, especificaciones, planos, reglamentos y documentos aplicables
- 5 - Definiciones
- 6.- Anexos
- 7 - Antecedentes
- 8 - Responsabilidades
- 9 - Descripción del Procedimiento o Instructivo (Redactado y gráfico general)
- 9.1 - Condiciones iniciales
- 9.2 - Actividades (detalladas)
- 9.3 - Recursos
  - Maquinaria y Equipo (detallado)
  - Mano de Obra (detallado)
  - Materiales (detallado)
- 10 - Registros de control
  - Gráfica de control de esquema de trabajos preliminares
  - Gráfica de control de diagramas de construcción de la capa de rodadura con losa de concreto
  - Gráfica de control del ciclo y tiempos de construcción de capa de rodadura con losa de concreto
  - Gráfica de control de diagramas de colocación de varillas de acero en losa de concreto
  - Gráfica de control de diagramas de ubicación de la construcción de juntas de contracción y canastas pasajuntas
  - Gráfica de control de tiempos de colocación de canastas y colado de tramo
  - Listado de verificación de actividades
  - Listado de verificación de servicios a la maquinaria y equipo
  - Listado de control de maquinaria rentada y propia en operación y rendimientos de la misma
  - Listado de control de consumos de maquinaria y equipo propio y rentado

Registros de control de las actividades de acero de refuerzo y concreto hidráulico en construcción de capa de rodadura de concreto hidráulico  
Registros de recomendaciones sobre calidad del concreto hidráulico  
Registro de recomendaciones sobre tiempo y análisis de alternativas de colocación del concreto hidráulico  
Registros de control de las actividades de construcción de losa en capa de rodadura de concreto hidráulico  
Registros de control de las actividades de construcción de la capa de pavimento  
Registros de recomendaciones sobre calidad de los materiales naturales procesados o artificiales empleados  
Registro de recomendaciones sobre tiempo entre colado, texturizado y curado aserrado de juntas de contracción transversales, juntas de contracción longitudinales, sellado de juntas longitudinales, de capa de pavimento  
Controles de obtención, procesamiento, almacenaje y transporte de materiales de agregados del concreto  
Controles de fabricación y consumo de concreto y otros materiales en capa de rodadura de concreto hidráulico  
Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de aseguramiento de calidad  
Control de inconformidades e incidencias, y acciones correctivas de seguridad industrial  
Control de revisión del manual de aseguramiento de calidad y procedimiento o instructivo de construcción

#### 11.- Anexos

- 11.1 - Recomendaciones respecto al tiempo entre colado, texturizado y curado aserrado de juntas de contracción transversales, juntas de contracción longitudinales, sellado de juntas longitudinales, de capa de pavimento
- 11.2.- Diagrama de flujo del procedimiento o instructivo constructivo
- 11.3.- Programa de colocación de canastas pasajuntas de acero y colocación del concreto hidráulico
- 11.4 - Programa del ciclo de colados
- 11.5 - Tabla de rendimientos de ciclos de colocación de concreto hidráulico
- 11.6 - Croquis de la sección de capa de pavimento (ancho, espesor, otros)
- 11.7 - Gráfica de cimbra modular
- 11.8.- Diagramas de colocación y equipos utilizados
- 11.9.- Diagramas de colado
- 11.10.- Gráfica de control de consumo de materiales en el concreto hidráulico
- 11.11 - Croquis de localización de bancos de préstamo
- 11.12.- Gráfica de composición granulométrica (curva) y características de los agregados
- 11.13 - Gráfica de distribución de puntos para verificar el espesor y compactación de losa de concreto hidráulico
- 11.14 - Solicitud de acarreo
- 11.15 - Solicitud de levantamiento topográfico

- 11.16.- Formato de liberación de capas
- 11.17 - Solicitud de compactación (resistencia)
- 11.18 - Solicitud de liberación de compactaciones (resistencia)
- 11.19 - Lista de chequeo

Los reportes reales y la información que se obtuvieron de la ejecución del proyecto del túnel, por razones de confidencialidad no es posible mostrarlos en este estudio y trabajo de tesina, pues los mismos se mantienen como propiedad intelectual de la empresa Ingenieros Cíviles Asociados S.A. de C.V., la cual ha prohibido su reproducción bajo advertencia y la protección de los derechos reservados de autoría.



# **CAPITULO VII**

## **Resultados de la Aplicación del Sistema de Control de Obra de Construcción**

## RESULTADOS.

En el buen planteamiento, definición, la praxis y aceptación de lo que se ha elegido como el camino hacia la consecución de los fines deseados, y en base a la filosofía del control de procesos, la administración de la obra de construcción del proyecto del Túnel Acapulco, como una obra del desarrollo y parte de la infraestructura que permite y fomenta el crecimiento económico y el bienestar social de la ciudad, y en general el estado, ha encontrado en la función de control de la obra de construcción, en la aplicación en todas las áreas de competencia dentro del proceso, identificando los elementos esenciales que le dan razón, en el desarrollo de su ciclo, alcanzando el total desempeño de sus etapas y ubicando eficientemente y aplicando eficazmente los mecanismos que la caracterizan, la respuesta lógica satisfactoria para salir adelante y culminar en forma exitosa, continuando en la espiral ascendente que mantiene el ciclo dinámico del proceso, ha permitido llevarlo a la sana práctica cotidiana y mejorarlo en la medida de los resultados, en una forma sencilla y cada vez perfeccionando los sistemas, métodos y procedimientos para ello empleados

El control en el proceso administrativo de la construcción de la obra del túnel, se da como la función sin la cual, la Planeación de la construcción de la obra hubiese sido incompleta, la Organización de la construcción de la obra carecería de flexibilidad y en la ejecución no se podría evaluar la calidad, la responsabilidad y la dirección de la construcción de la obra y la de sus responsables.

La planeación fue corroborada, lo que se predijo se llevó a cabo, en la forma, en la medida, en el tiempo, con los recursos, al nivel costo y con la calidad deseada y requerida por el cliente

La organización fue corroborada, se verificó la distribución de actividades del proceso, la delegación de responsabilidades, la jerarquización de las mismas y la asignación de recursos de acuerdo a lo que se planeó

La dirección, durante la ejecución representó los aspectos anteriores en la realidad, durante el periodo en que se realizaron todos y cada uno de los trabajos, que dieron pie a ser corroborados, y para alcanzar lo planeado descargó y se responsabilizó al equipo de trabajo, la Jefatura de Control de Obra, la Superintendencia Técnica, la Superintendencia de Aseguramiento de Calidad y la Gerencia de Construcción, en los líderes de cada grupo, sobre los ingenieros administradores, mediante el uso de sistemas, métodos y procedimientos de control de la construcción

La función de control se llevó al cabo mediante el trabajo y las actividades que se efectuaron para verificar, reportar las desviaciones y sus mecanismos, regular y dictar medidas correctivas, mejorar y formular nuevos planes, programas, procedimientos, instructivos de trabajo en el proceso, que llevaron implícito, el realizarlos en el momento oportuno

El control del proceso de construcción de la obra del túnel, mantuvo la actividad del ciclo administrativo dentro de límites congruentes y aceptables, los que estuvieron implícita o explícitamente establecidos en términos de metas, objetivos, planes, procedimientos, normas, estándares o reglamentos

En el ejercicio de las funciones que se desempeñaron y como resultado de la aplicación de los mecanismos de control, los cuales definieron el curso de lo que desde la planeación y la organización, luego en la ejecución de la obra, para llevar a cabo el trabajo y las actividades, y midiendo los parámetros y patrones establecidos durante la evaluación de las etapas, en forma paralela a su correspondiente de costo, como el catalizador de control más efectivo y sin dejar de lado la seguridad y la calidad en el actuar, se manejó la documentación periódica y se generaron los reportes e informes para cada nivel de la organización de la empresa y para el cliente

**Proforma de obra y modificaciones**

**Catálogo de conceptos y modificaciones**

**Programa de obra y modificaciones**

**Organigrama de obra y modificaciones**

**Especificaciones técnicas de construcción**

**Planos constructivos para ejecución y modificaciones**

**Procedimientos constructivos y modificaciones**

**Instructivos constructivos y modificaciones**

**Manuales de aseguramiento de calidad**

**Manuales de seguridad e higiene industrial**

**Manuales del uso, control y manejo de materiales**

**Minutas de juntas de obra de construcción**

**Bitácoras de obra**

**Reportes completos de control de producción en frente "Las Cruces" diarios y semanales**

**Reportes completos de control de producción en frente "Farallón" diarios y semanales**

**Reportes completos de control de producción en frentes complementarios diarios y semanales**

**Costos de materiales de construcción diarios y semanales (salidas de almacén)**  
**Costos de materiales de consumo diarios y semanales (salidas de almacén)**  
**Costos de mano de obra diarios y semanales**  
**Costos de maquinaria propia diarios y semanales**  
**Costos de maquinaria rentada diarios y semanales**  
**Costos de instalaciones diarios y semanales**  
**Costos de oficina de obra semanales**  
**Costos de personal técnico y administrativo semanales**  
**Costos de asesorías semanales**  
**Costos legales semanales**  
**Costos de subcontratos semanales**  
**Estado de resultados semanales**  
**Balance contable semanal**  
**Informe contable semanal**  
**Informe técnico semanal**  
**Informe ejecutivo semanal**  
**Estimación quincenal**  
**Cobro de estimación quincenal**  
**Finiquito de obra**

Para certificar la realización satisfactoria del proyecto y haciendo constancia de que la participación de la empresa constructora llevó a buen término el proceso de construcción del Túnel Interurbano Acapulco, el cliente, en este caso el Gobierno Federal y Estatal, por medio de su representante, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes a través de la Dirección y Residencia responsables, extienden el documento que a continuación se anexa, por medio del cual se da fe de cumplimiento con los patrones establecidos para la ejecución de la obra.



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

México D.F., a 30 de septiembre de 1996.

A quién corresponda:

Certificamos que la empresa Ingenieros Civiles Asociados, S. A. de C. V., participó en la construcción del proyecto: Túnel Interurbano Acapulco, con la finalidad de satisfacer las garantías de comunicación con la más alta calidad hacia los centros de consumo del país; de conformidad con las características que se indican en el anexo.

Se extiende la presente a petición de la compañía de referencia para los fines que haya lugar.

Atentamente.

EL RESIDENTE GENERAL DE CARRETERAS FEDERALES.  
EN EL ESTADO DE GUERRERO.

ING. ENRIQUE JUAREZ MONTOYA.

NOMBRE DEL PROYECTO.

TUNEL INTERURBANO ACAPULCO

c.c.p. Archivo.

SECRETARIA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

NOMBRE DEL PROYECTO : TUNEL INTERURBANO ACAPULCO  
NUMERO DEL CONTRATO : S/N  
LOCALIZACION : PUERTO DE ACAPULCO ESTADO DE GUERRERO, MEXICO  
FECHA DE INICIO : AGOSTO DE 1994  
FECHA DE TERMINACION : SEPTIEMBRE DE 1996  
PLAZO DE EJECUCION (MESES) : 25 MESES

## DESCRIPCION DE LOS TRABAJOS.

El proyecto general consiste en la construcción de dos túneles gemelos, de tres carriles cada uno con longitud de 2,947 metros mas 3,400 metros adicionales de accesos y entronques. Actualmente se esta construyendo uno de los túneles por lo tanto el caml central intercambiará de sentido conforme el flujo vehicular (el segundo túnel se construirá cuando el aforo vehicular lo justifique).

## DESCRIPCION DE LAS ESTRUCTURAS PRINCIPALES:

## TUNEL.

El túnel en construcción es del tipo herradura, tiene 12.3 m. De base y 8'45 m. de altura.

La elevación de la rasante en el portal México se ubica a 49 m. S.N.M.M., y en el portal Acapulco a 97 m. S.N.M.M. , lo que implica que su pendiente es del orden del 1.7 % en sentido ascendente hacia Acapulco.

En la zona de portales y donde es necesario, la excavación es de 110 m<sup>2</sup> para permitir la colocación de marcos metálicos como soporte provisional, en el resto del túnel la sección excavada es de 100 m<sup>2</sup> y el soporte primario se resolvió con anclas de fricción y concreto lanzado.



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

FORMA CG - 1 - A

El túnel se excavó en roca ígnea y metamórfica y es revestido con Concreto Hidráulico para garantizar su estabilidad. El pavimento en el interior del túnel es de tipo rígido de concreto hidráulico.

El túnel es ventilado mediante un sistema lineal con parejas de ventiladores independientes, de flujo reversible, colgados de la media sección superior y repartidos a lo largo del túnel. La iluminación se logra por medios artificiales mediante fuentes luminosas de vapor de sodio en alta presión.

Para garantizar la seguridad del tránsito en el interior del túnel, se instalan señales de tránsito, sensores del movimiento vehicular, cámaras de T.V. de circuito cerrado, teléfonos de S.O.S., extinguidores contra incendio, monitores del nivel de contaminantes, monitores de los equipos de iluminación y ventilación y servicios de grúas para emergencias.

#### VIALIDADES LADO MEXICO.

A fin de que la incorporación vial se efectúe en forma expedita, los túneles están conectados a un entronque tipo trébol, de tres gasas, en la zona del lado México. Esto permitirá agilizar la llegada de vehículos de la autopista procedente de la Cd. de México y de la carretera Federal sin obstaculizar la circulación local.

Antes del túnel hay un paso elevado, para dar continuidad hacia el mismo y hacia la autopista procedente de la Cd. de México.



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

#### VIALIDADES LADO ACAPULCO

A la salida del túnel se construyó un paso bajo la avenida Farallón para que los vehículos se incorporen a ella y puedan llegar a la costera Miguel Alemán y el acceso es directo a la avenida Cuauhtémoc para llegar al centro de la ciudad.

#### CASETA DE COBRO.

El cobro y control de peaje se efectúa mediante dos núcleos con sistemas electrónicos que detectan el número de ejes de los vehículos y determinan el pago correspondiente conforme a su clasificación. Los módulos se localizan a 300 m. de los portales del lado México para evitar que se formen filas dentro del túnel.

#### CENTRAL DE CONTROL.

La central de control para la operación del túnel esta situada en el área de peaje. Desde la misma se efectúa el monitoreo y control manual de la operación completa del túnel y equipamiento relacionado con el mismo, tal como supervisión y control de tránsito, iluminación del túnel, sistema de ventilación y cualquier otro servicio de emergencia que requiera control centralizado.

#### PRINCIPALES VOLUMENES DE OBRA:

##### EN PORTALES.

Excavación a cielo abierto	150,910 m <sup>3</sup>
Concreto lanzado $f_c=250$ kg/cm <sup>2</sup>	780 m <sup>3</sup>



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

Malla electrosoldada 66-66 en talud	8,129 m <sup>3</sup>
Anclaje de fricción c/vars 1 1/2" diam	3,775 m
Drenes de PVC de 3" diam	2,105 m
EN TUNEL	
Excavación	303,920 m <sup>3</sup>
Concreto lanzado f'c=250 kg/cm <sup>2</sup>	6,110 m <sup>3</sup>
Fibras metálicas	305 ton
Anclaje de fricción c/vars 1" diam.	119,375 m
Drenes PVC de 3" diam	3,265 m
Concreto hidráulico f'c=250 kg/cm <sup>2</sup> en rev. definitivo	24,475 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo en revestimiento definitivo	1,469 ton
Concreto hidráulico f'c=300 kg/cm <sup>2</sup> en pavimento	6,465 m <sup>3</sup>
Marcos metálicos	802 pzas
TERRACERIAS EN VIALIDADES.	
Excavación a cielo abierto	251,250 m <sup>3</sup>
Formación y compactación de terraplen	229,400 m <sup>3</sup>
PUENTES EN VIALIDADES (6 PUENTES).	
Concreto hidráulico f'c=250 kg/cm <sup>2</sup>	5,660 m <sup>3</sup>
Acero de refuerzo f e.=4,200 kg/cm <sup>2</sup>	205 ton

IMPORTE DEL CONTRATO: \$ 416'697,463.00



SECRETARÍA DE COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

FORMA CO - 2 - A

ESTADO DE AVANCE(100%). 100%

CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE TRABAJO:

- DE ACUERDO CON PROGRAMAS DE EJECUCION
- CUMPLIMIENTO DE LOS REQUERIMIENTOS  
TECNICOS Y ADMINISTRATIVOS
- DE ACUERDO CON LAS NORMAS INDICADAS

OBSERVACIONES:

OBRA CONCLUIDA EN CALIDAD Y TIEMPO REQUERIDO.

## COMPROBACION.

Se pudo optimizar los resultados del proceso de construcción de obra, garantizar la satisfacción del cliente y la sociedad, cuando en la ejecución y desarrollo de las mismas, se ha aplicado el sistema de “Control de Obra”, que cubrió las necesidades de la misma en alcance y costo, el que permitió a la empresa constructora, representada por el ingeniero administrador en jefe de la obra, en este caso el Gerente de Construcción y sus Superintendentes, la evaluación en cualquier tiempo y a cualquier nivel, del comportamiento en el avance de la obra, con respecto de la planeación de la misma

El equipo de trabajo que se ocupó de administrar el proceso productivo, utiliza las técnicas administrativas en busca de alcanzar los resultados óptimos en tal empresa como .

- No sobrepasa los costos presupuestados (control del recurso financiero), reduciendo costos de producción, con lo que resulta beneficiado y con posibilidades de mejorar la economía de la obra y de la empresa constructora
- Logra el balanceo de los recursos, utilizándolos racionalmente (materiales, humanos, tecnológicos)
- No sobrepasa el programa de ejecución (control del recurso tiempo), respetando las duraciones de actividad ejecutadas.
- Entrega de la obra terminada a completa satisfacción del cliente en cantidad, calidad, costo y tiempo

Conociendo que la obra de construcción del túnel, es un proceso especialmente expuesto a muchas variables que pueden causar desviaciones durante su desarrollo, y que se caracteriza por una serie de condiciones específicas que la hacen diferentes de cualquier otra, se hizo necesario determinar mediante un proceso de conocimiento, estudio, decisión, planeación y organización del sistema de “Control de Obra” que se deseaba, de acuerdo a las necesidades de la obra y de acuerdo a las posibilidades de la empresa constructora

El proceso implicó la inversión de recursos materiales, humanos, financieros y tecnológicos, incluyéndose la capacitación del personal que será el responsable de conocer, aplicar y desarrollar el sistema de “Control de Obra”.

La obra inició con el anteproyecto, el cual le proporcionó el cliente al constructor, donde éste último elaboró el proyecto definitivo, para llevar a cabo la realización material del mismo, en la ejecución de la Obra, El constructor recopiló y solicitó toda la información que consideró necesaria para iniciar la *Planeación* del proceso de construcción, ubicó y proyectó la realización de la obra, luego se ocupó de la *Organización* de la obra, asignó los recursos materiales, humanos y financieros, designó autoridad y delegó responsabilidad y definió la distribución estratégica de la obra , paralelamente distribuyó en el tiempo, por medio de la programación calendarizada la

utilización de esos recursos programando completamente la misma, y finalmente por medio su sistema de ingeniería de costos presupuestó la obra, llegando el constructor antes de iniciar el trabajo, a proformarlo y a presupuestarlo para el cliente, presentando un valor o precio de venta de su proyecto terminado

Una vez que el cliente aceptó los parámetros de tiempo - costo, que presentó el constructor, se llegó al acuerdo bilateral que dio lugar a la firma del contrato respectivo para la realización del proyecto ; posteriormente se procedió a ejecutar lo proformado mediante la ejecución y dirección, esto fue el desarrollo de la obra

Se tuvo la visión adecuada y se contó con la táctica y con la estrategia, y los recursos se aplicaron de acuerdo a su asignación y sus adecuaciones en el proceso. Periódicamente en cada nivel de organización del trabajo en la obra frentes, subfrentes y otros, se observaron las condiciones de trabajo, los sistemas, métodos y procedimientos aplicados y los resultados, que básicamente fueron la medida del volumen de obra generada (avance) y el costo que este fue representando a la empresa El avance de la obra se registró como información veraz, objetiva y tangible, empleada para realizar una comparativa por periodo, de las actividades ejecutadas reales y las de proforma

El sistema de "*Control de Obra*" , permitió obtener la información, clasificarla, evaluarla y tomar las decisiones en cuanto a las situaciones previsibles y predecibles, y a las modificaciones pertinentes sobre las desviaciones que se presentaron, en el momento "oportuno", antes de que tales desviaciones, crecieran y complicaran el desarrollo conjunto de la obra y repercutieran en la inversión de recursos consecuente, lo que hubiese incrementado principalmente el costo de producción y alargado la duración del proceso, si se refirió a modificaciones del proceso, cuando las causas de desviación no obedecieron a fuerzas fuera del control del hombre, como el caso de caídos de roca en el frente de excavación del túnel, y deslizamientos en la excavación de los portales los cuales, requirieron de definir tratamientos especiales y causaron defasamiento en programa y sobrecosto justificable, no imputable a las partes.

El sistema de "*Control Obra*" aplicado, redituó en la retroalimentación objetiva del proceso productivo, y en la previsión de situaciones indeseables tomando la acción correspondiente en forma oportuna, que fueron es de gran utilidad para el constructor, Le permitió medir su fuerza productiva y realizar ajustes, le permitió mantener en forma su proceso utilizando de manera óptima sus recursos, le brindó las facilidades para estudiar y ajustar los ciclos de trabajo, le permitió evaluar su actuación en conjunto y a detalle, le permitió evaluar su inversión capital y decidir sobre las mismas, le permitió informar oportuna y objetivamente al cliente de la situación que se deseó en cualquier tiempo y le permitió asegurar y medir la calidad del trabajo desempeñado.

El sistema de "*Control de la Obra*" relaciono a todas las áreas de trabajo involucradas en la obra con sus respectivos recursos, humanos, materiales, tecnológicos, de tiempo y financieros

El recurso financiero estuvo íntimamente ligado a los cobros de estimaciones que realizó periódicamente el constructor al cliente, por el volumen de obra ejecutado en el periodo para estimación.

El sistema de "*Control de Obra*" establecido para la ejecución de la misma, permitió al constructor conocer las posibilidades de ingreso por concepto de formulación y cobro de las estimaciones de la obra, con anterioridad y precisión al pago de las mismas, con lo que su proceso administrativo en la planeación, organización y ejecución de la obra cobraron un dinamismo sobresaliente.

El sistema de "*Control de Obra*", que se decidió establecer en ésta, permitió analizar y generar reportes tanto en el nivel general - estratégico, como en el nivel específico- táctico; de todas y cada una de las operaciones que involucró el proceso sometido a control, de acuerdo a lo deseado desde la concepción del sistema, Esto representó la ventaja mas importante para el constructor, pues el "*Control de Obra*" fue un poderoso aliado, llevado bajo un eficiente "Sistema" que concentró toda la información necesaria del proceso controlado, recopilando los datos, realizando el análisis, proporcionando reportes y que le permitió tomar medidas de corrección en las condiciones y resultados del proceso de construcción. Le mantuvo en cada tiempo de corte deseado, al tanto de la situación en que se encuentran por medio de reportes e informes : los rendimientos de la Mano de Obra, de la Maquinaria y Equipo, de los suministros y consumos de Materiales, del cumplimiento de Subcontratistas, de los Alquileres y Rentas y de otros que se involucraron, con los que fue posible llevar a cabo la dinámica de control de lo realmente ejecutado en Obra, contra lo planeado y programado en los Proformas.

Aunado a los informes de carácter técnico anteriores, el sistema permitió conocer al mismo tiempo el costo que representó cada uno de los anteriores, y realizó su comparación contra el costo Proformado

El "*Control de Obra*" cobró una importancia relevante y se volvió de carácter imprescindible en el proceso de administración de la obras de construcción del túnel, interrelacionando el proforma de obra, contra el ejecutado real de obra, evaluando uno contra el otro, y que obligó a la toma de acciones objetiva estableciendo una comparativa también objetiva y tangible entre ambos

Por todo lo anteriormente mencionado, el "Control de Obra", complemento y dio continuidad a la "Planeación de Obra", dio flexibilidad a la "Organización de Obra" y permitió evaluar la "Dirección de Obra", llevada a la ejecución y administrada por los constructores de la misma

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

### EN CUANTO A LA ADMINISTRACION Y CONTROL DE OBRA

Es obligatorio el disciplinar su aprendizaje, concientización, aceptación y sana praxis, si se quiere ser exitoso en cualquier empresa que se emprenda o en el desempeño de las labores y funciones como parte de una organización como lo es la empresa constructora, no basta ya con adquirir el cúmulo de conocimientos técnicos especializados de una rama de la actividad, dentro de la industria en que se desempeñe el hombre, como la construcción, ni basta ya el dominio de tales en la práctica y aplicación de los conocimientos adquiridos, ahora las tendencias y las condiciones mutables y agresivas que presenta el mundo y la realidad pragmática de nuestro tiempo, obligan y motivan el génesis de la cultura y manejo y dominio del arte de las técnicas, métodos y procedimientos de la administración aplicada a los procesos, como el de obras de construcción, logrando complementar la formación de profesionales, especialistas, técnicos y trabajadores cada vez mas y mejor capacitados para enfrentar la competencia desencarnada y desenfrenada, así como la complejidad de los sistemas de trabajo en una sociedad cada vez mas exigente, con nuevas necesidades, sin fronteras, mas informada y con mas facilidades de acceso a los medios y sistemas de comunicación, inundada y llevada por una sorprendente avanzada tecnológica y globalización general de la economía.

La función de control dentro del proceso del ciclo administrativo de construcción, asigna el carácter dinámico que necesita en forma implícita y progresiva durante y desde la concepción, diseño, definición, planeación, organización y dirección de la obra a ser llevada a la materialización, las variables, las condiciones de entorno, las decisiones erradas, así como otros factores a que se encuentra expuesto el proceso productivo de construir una obra, hacen mas obvia la necesidad de sujetar a la totalidad del proceso a una cuidadosa y bien seleccionada función controladora, por medio de la identificación de las áreas de aplicación dentro del proceso, de la definición de los elementos esenciales que la justifican en el desarrollo del ciclo del proceso, logrando el desempeño completo de sus etapas y localizando y aplicando eficazmente los mecanismos característicos de ésta función.

El resultado lógico es la culminación y entrega de la obra en operación y a satisfacción del propietario, se retroalimenta en todos y cada uno de los departamentos y divisiones de las empresas participantes, se continúa la espiral ascendente del ciclo dinámico del proceso, se lleva a la práctica cotidiana y se mejora en la medida de los resultados, en forma sencilla y es posible perfeccionar los sistemas, métodos y procedimientos para ello empleados, a la sociedad se le dota de una nueva facilidad, segura y económica; la empresa cuenta con la capacidad para asegurar su permanencia dentro de la industria, y el beneficio económico es justo y proporcional al riesgo en que se incurrió para salir exitosamente adelante,

## EN CUANTO AL TUNEL Y SUS VENTAJAS.

La construcción de túneles en nuestro país en años recientes, ha adquirido un auge importante debido a que los avances tecnológicos en el diseño, la construcción y en el control de su comportamiento, entre otros factores, han posibilitado que el empleo de ésta solución, acorte distancias y produzca mejores y proporcione una mejor solución que en forma integral resulte menos costosa ; es por ello que, los técnicos, proyectistas y constructores, así como los funcionarios que tienen en sus manos la responsabilidad de tomar éstas decisiones optan cada vez mas por el uso en los problemas carreteros, de captación y conducción hidráulica en presas, en soluciones viales urbanas, como el metro, y ya de por sí en ferrocarriles

## EN CUANTO A LA OBRA DE CONSTRUCCION DEL TUNEL ACAPULCO Y EL SISTEMA DE CONTROL APLICADO.

La obra ha representado la conjunción de esfuerzos y la aplicación de recursos, de acuerdo a las necesidades y exigencias acordes a la magnitud y envergadura de la obra, los cuales desde el inicio han sido llevados bajo el estricto manejo de un modelo de proceso que ha seguido el ciclo administrativo que, una vez surgida la necesidad de su consecución, el propietario brindó las facilidades y puso al alcance de acuerdo a las solicitudes del contratista asignado, toda la información disponible, ha colaborado en forma paralela a la gestión de bases, especificaciones, planos, procedimientos, manuales, y otros, para la proyección definitiva y posteriormente materialización de la obra, durante la cual se han tenido, discutido, acordado y decidido las modificaciones pertinentes.

La base de la continuación del ciclo en espiral ascendente del macroproceso de construcción de la Autopista del Sol, con la consecución de la obra puesta en servicio del Túnel Acapulco, ha sido la Planeación táctica y estratégica, donde el Plan Financiero ha jugado un papel de vital importancia, para visualizar la factibilidad de realización de la obra ; pero también aspectos que no han desmerecido la atención durante la planeación, y que fueron parte vertebral de ésta etapa tales como la contemplación de los riesgos en que se habría de incurrir, el grado de dificultad de los trabajos que se habrían de ejecutar, la problemática social y política, y la definición, delegación de responsabilidades de participación y asignación de funciones, han jugado un papel relevante y esencial y requirieron la participación de las dos partes involucradas en la negociación, desde los niveles ejecutivos, directivos y gerenciales, hasta de los de ejecución en superintendencias, jefaturas de obra y de frente, durante la dirección de la obra.

Con una buena planeación se cimienta la organización también táctica y estratégica, desde los niveles específicos y particulares hasta los generales, otorgándose el orden correspondiente lógico en las secuencias de operación de todo el proceso, designando y definiendo los

recursos que se desea y se requiere para la totalidad de la construcción, se analiza, estudia, y decide el costo directo de la obra, se estructura la organización de la representación de la empresa contratista en la obra y su equipamiento, definiendo al personal encargado en la dirección técnica y administrativa de la obra y se analiza, estudia, y decide el costo indirecto de la obra, se calculan y valorizan los costos de operación, fianzas, seguros, legales y hacendarios se aplica la ingeniería de costos y decidiendo la utilidad esperada en el negocio se presupuesta la obra para ser considerada y llevada a cabo, bajo la aceptación y contratación de responsabilidades, otorgación de derechos y en acuerdo entre propietario y contratista de forma bilateral es asentada en contrato firmado para ejecución de los trabajos.

Sentadas las bases orgánicas, técnicas, administrativas y legales, se procede a la ejecución de la obra bajo la dirección de los equipos especializados de trabajo; se hacen partícipes el contratista y propietario por medio de su representante, para realizar, supervisar, solucionar, modificar, decidir y documentar todo el desarrollo de los trabajos y el desempeño de quienes y de como se realiza

Se ha llevado durante todo el proyecto el seguimiento de la filosofía básica del control de obra; se consideró el tiempo para evitar los problemas desde el inicio del proyecto, se implementó el sistema de comunicaciones razonable y de acuerdo al proyecto, se definió los objetivos deseables mutuos, se ha resuelto la programación y calendarización y se ha alcanzado un acercamiento a la planeación y programación de obra, que asegura la ejecución del proyecto exitosamente. En forma objetiva se define como y cuando usar razonablemente los recursos, lograr su balanceo, y como rastrear costos, todo ello ha contribuido y ha permitido al equipo completo de trabajo tomar las decisiones correctas en el momento crítico.

El control del proceso de construcción de la obra del túnel, mantuvo la actividad del ciclo administrativo dentro de límites congruentes y aceptables, establecidos en términos de patrones, objetivos y metas, para llevar a cabo el trabajo y las actividades, y midiendo los parámetros y patrones establecidos durante la evaluación de las etapas, en forma paralela a su correspondiente de costo, como el catalizador de control más efectivo y sin dejar de lado la seguridad y la calidad en el actuar, todo se manejó bajo el control de la documentación periódica y se generaron los reportes e informes en cada nivel de la organización de la empresa y para el cliente.

Finalmente el sistema de control que se utilizó, ha brindado los mejores resultados en combinación con los otros medios computarizados complementarios del sistema total, gracias al cual se ejerció el control deseado y se obtuvo de su aplicación el reporte técnico y contable que se requirió, con un costo equivalente a las necesidades y capacidad de inversión de la empresa constructora



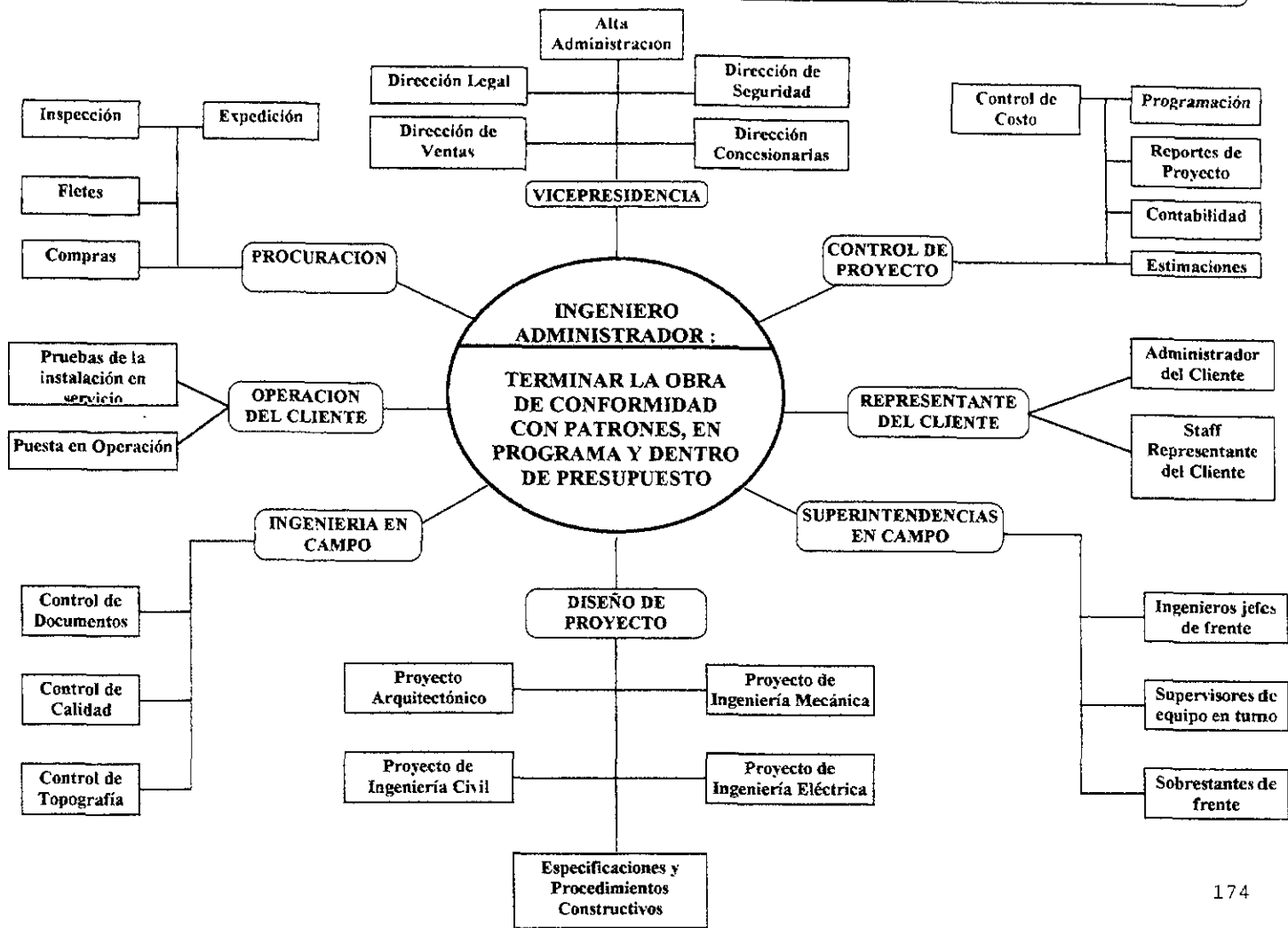
# ANEXOS

**ESQUEMAS,  
CUADROS SINOPTICOS  
Y  
DIAGRAMAS**

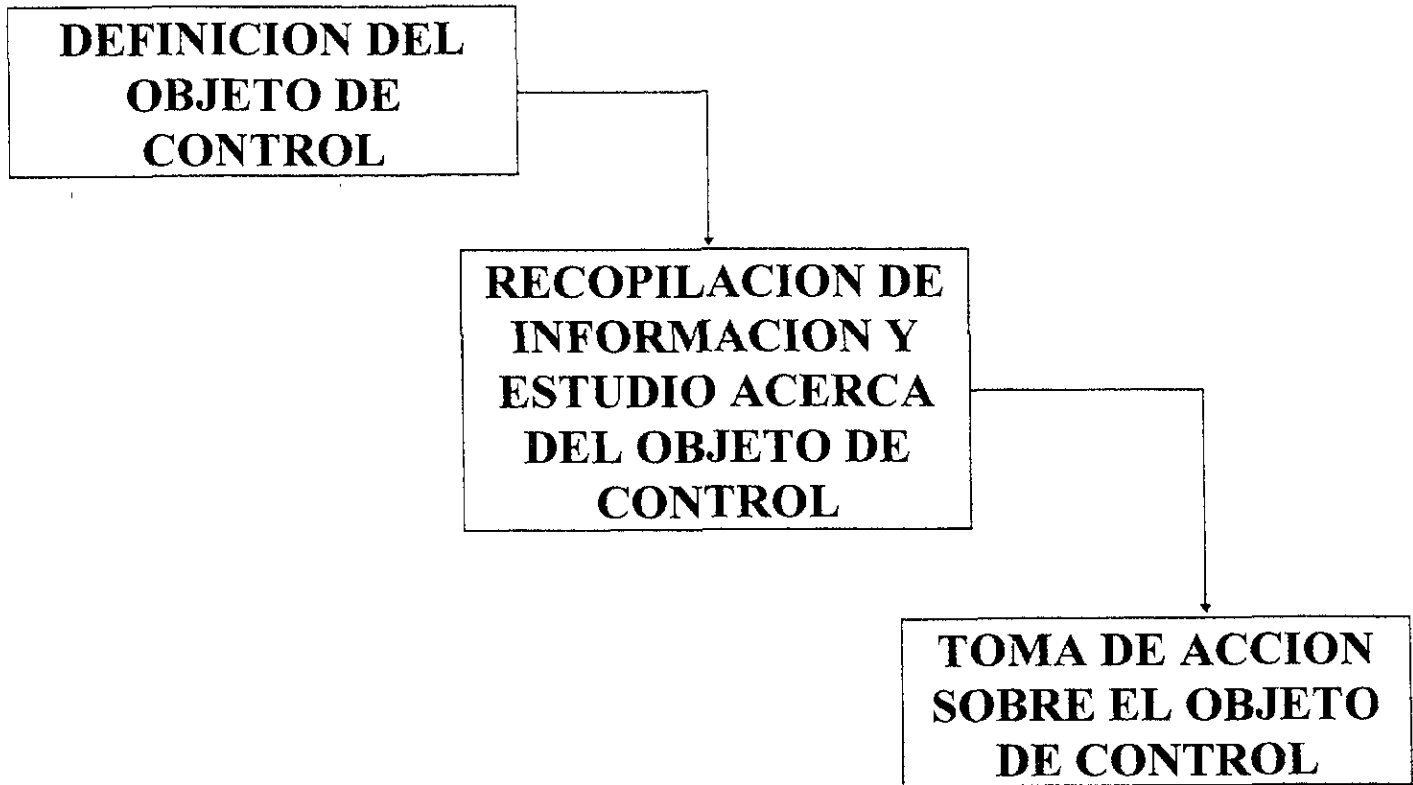
## CICLO DEL PROCESO ADMINISTRATIVO DE OBRA



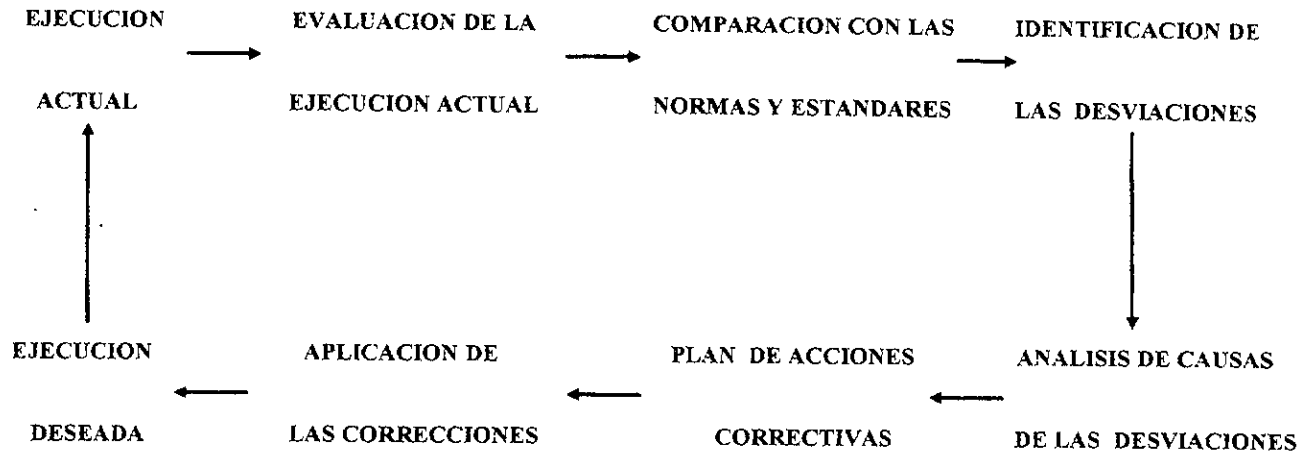
# ESQUEMA DEL OBJETO Y RELACIONES DENTRO DE LA ADMINISTRACION DE OBRA



**DIAGRAMA DE FLUJO DE LOS ELEMENTOS DE LA FUNCION DE CONTROL**



## CICLO DEL PROCESO DE CONTROL DE OBRA



## CUADRO DE AREAS DE CONTROL DE OBRA

C  
O  
N  
T  
R  
O  
L

**PLAN DE COSTO, QUE SE REFIERE AL PRESUPUESTO DE LA OBRA.**

**PLAN CALENDARIZADO DE EJECUCIÓN, QUE SE REFIERE AL PROGRAMA DE LA OBRA.**

**ESTÁNDARES DE CALIDAD, QUE SE REFIEREN A LA CALIDAD DE OBRA QUE EL CLIENTE ESTA DISPUESTO A PAGAR.**

**PLAN DE SUMINISTROS Y ENTREGA DE MATERIALES, QUE SE REFIERE A LAS CANTIDADES Y LOS TIEMPOS EN QUE SE REALIZARÁN.**

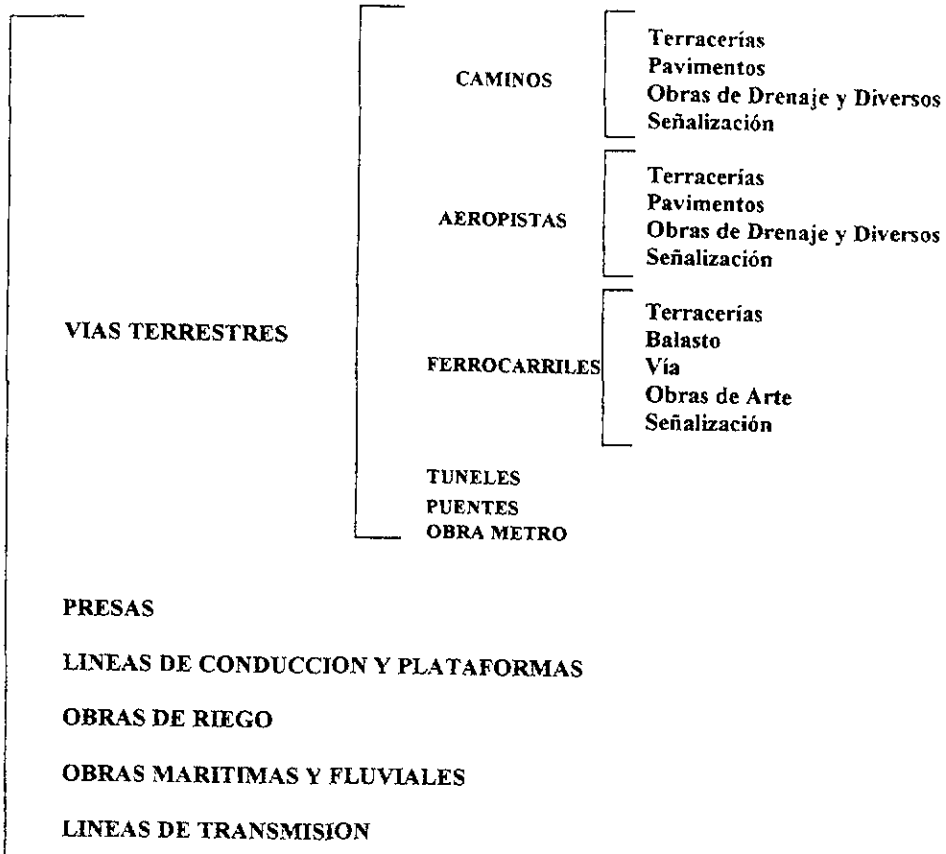
**PLAN DE UTILIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE LA MAQUINARIA DE OBRA, QUE SE REFIERE A LAS UNIDADES Y LOS RENDIMIENTOS QUE SE TENDRÁN.**

**PLAN DE UTILIZACIÓN Y PRODUCCIÓN DE LA MANO DE OBRA, QUE SE REFIERE AL NÚMERO DE PERSONAL Y LOS RENDIMIENTOS QUE SE TENDRÁN.**

**PLAN FINANCIERO Y PROYECCIÓN DEL FLUJO DE CAJA, QUE SE REFIERE A LA RELACIÓN EROGACIÓN - INGRESO ADVIRTIENDO LOS PERIODOS DE ESTIMACIÓN.**

**CUADRO DE FAMILIAS GENERICAS Y GRUPOS DENTRO DE LA CONSTRUCCION**

**INFRAESTRUCTURA  
MAYOR**

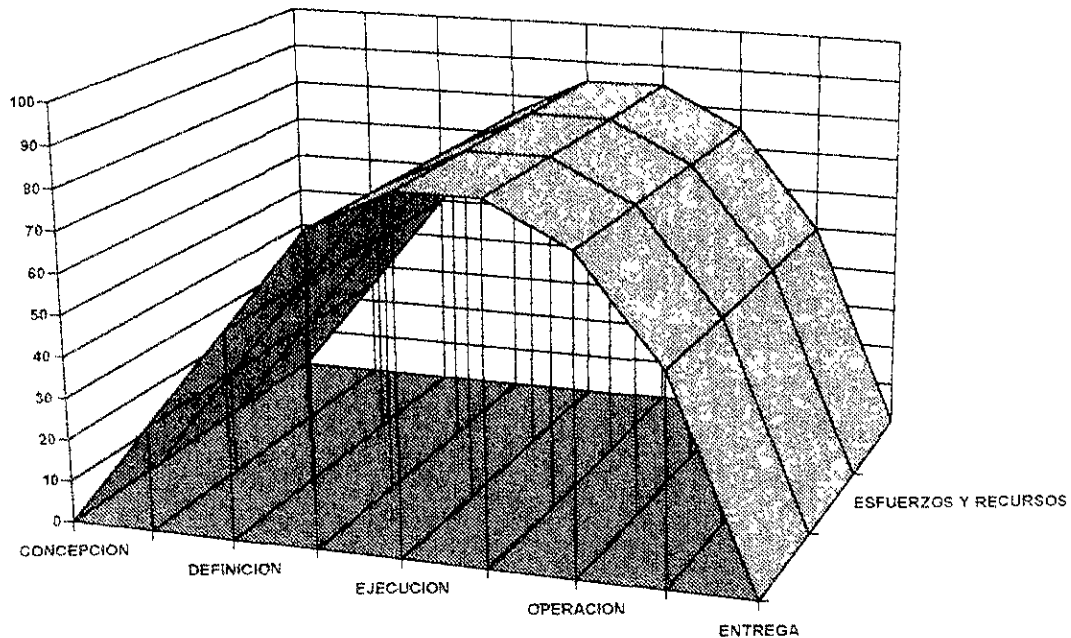




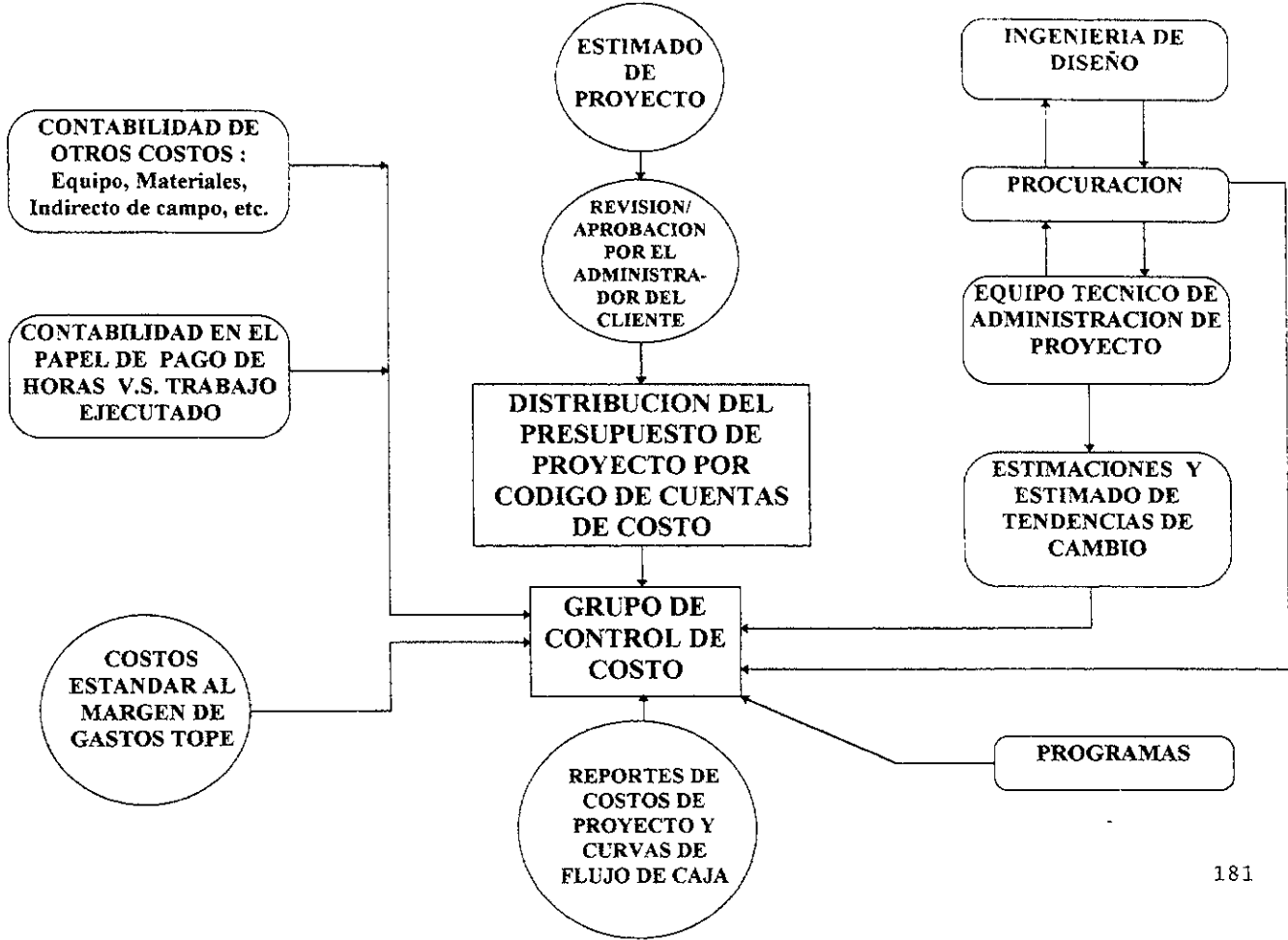
**CUADRO DE FAMILIAS GENERICAS Y GRUPOS DENTRO DE LA CONSTRUCCION**

<b>INFRAESTRUCTURA MENOR</b>	<b>EDIFICACION</b>	PRELIMINARES CIMENTACIONES ESTRUCTURA ALBAÑILERIA YESERIA CANCELERIA VIDRIERIA CARPINTERIA CERRAJERIA PINTURA Y ACABADOS
	<b>INSTALACIONES</b>	HIDRAULICA SANITARIA GAS ELECTRICA ESPECIALES
	<b>OBRA INDUSTRIAL</b>	TANQUES, Y RECIPIENTES TORRES TUBERIAS Y CONEXIONES MONTAJES Y PROTECCION NAVES INSTALACIONES PRUEBAS
	<b>URBANIZACION</b>	VIALIDAD BANQUETAS GUARNICIONES DRENAJE, AGUA, LUZ

# FASES DEL PROYECTO Y CICLO DE VIDA DEL PROYECTO DE OBRA



# DIAGRAMA DE FLUJO DE CONTROL DE COSTO DE OBRA

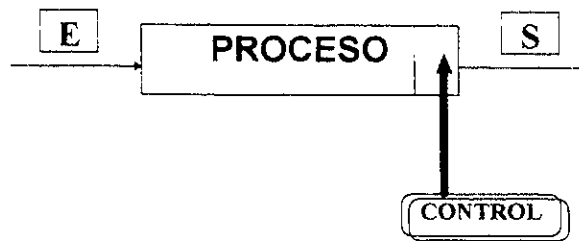


**DIAGRAMA DE FLUJO DE ETAPAS DEL CONTROL DE OBRA**

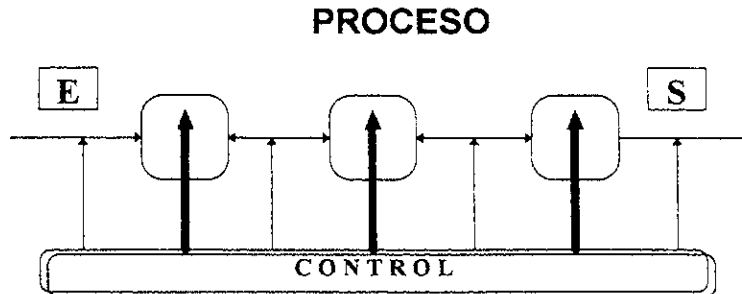


# ESQUEMA DE TIPOS DE CONTROL DE OBRA

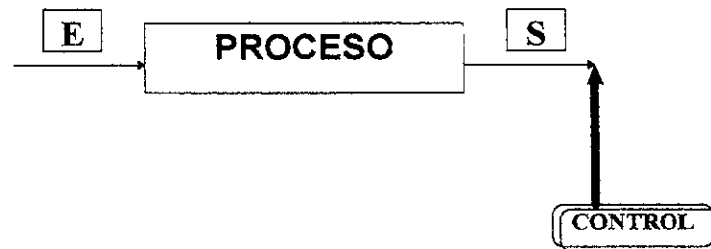
**CONTROL DIRECCIONAL**



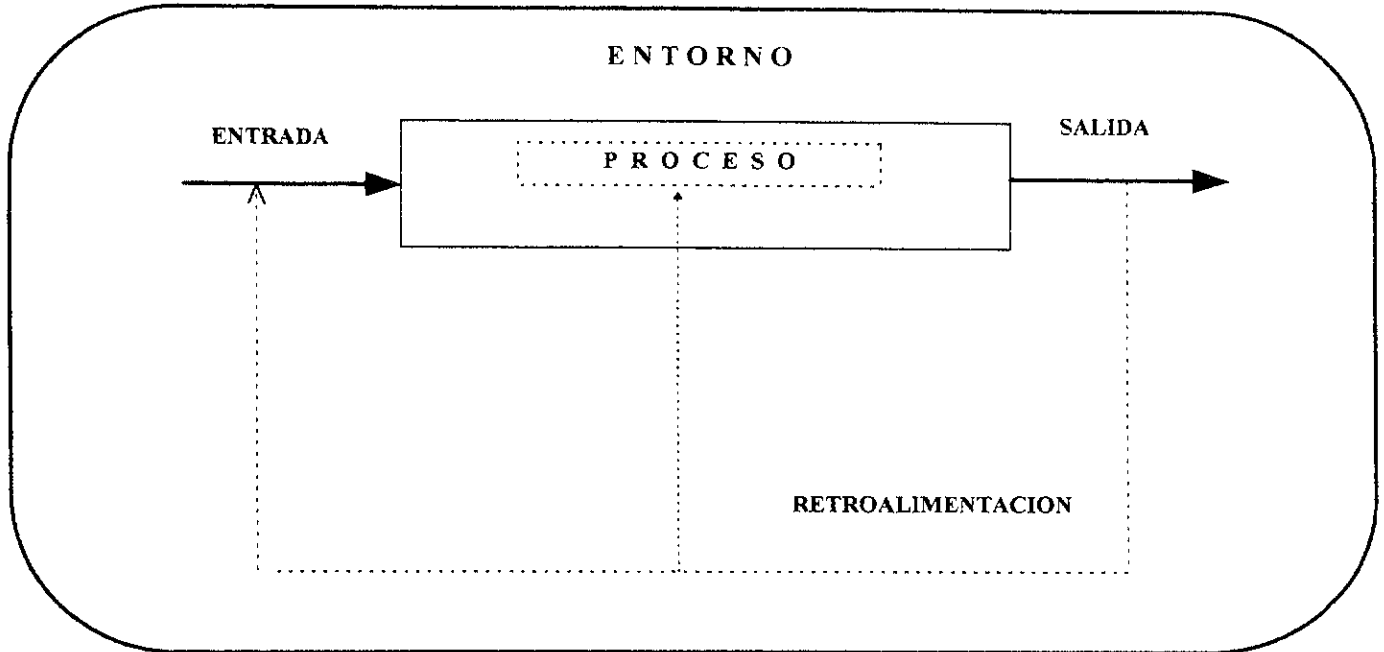
**CONTROL APROBADO  
- REPROBADO**



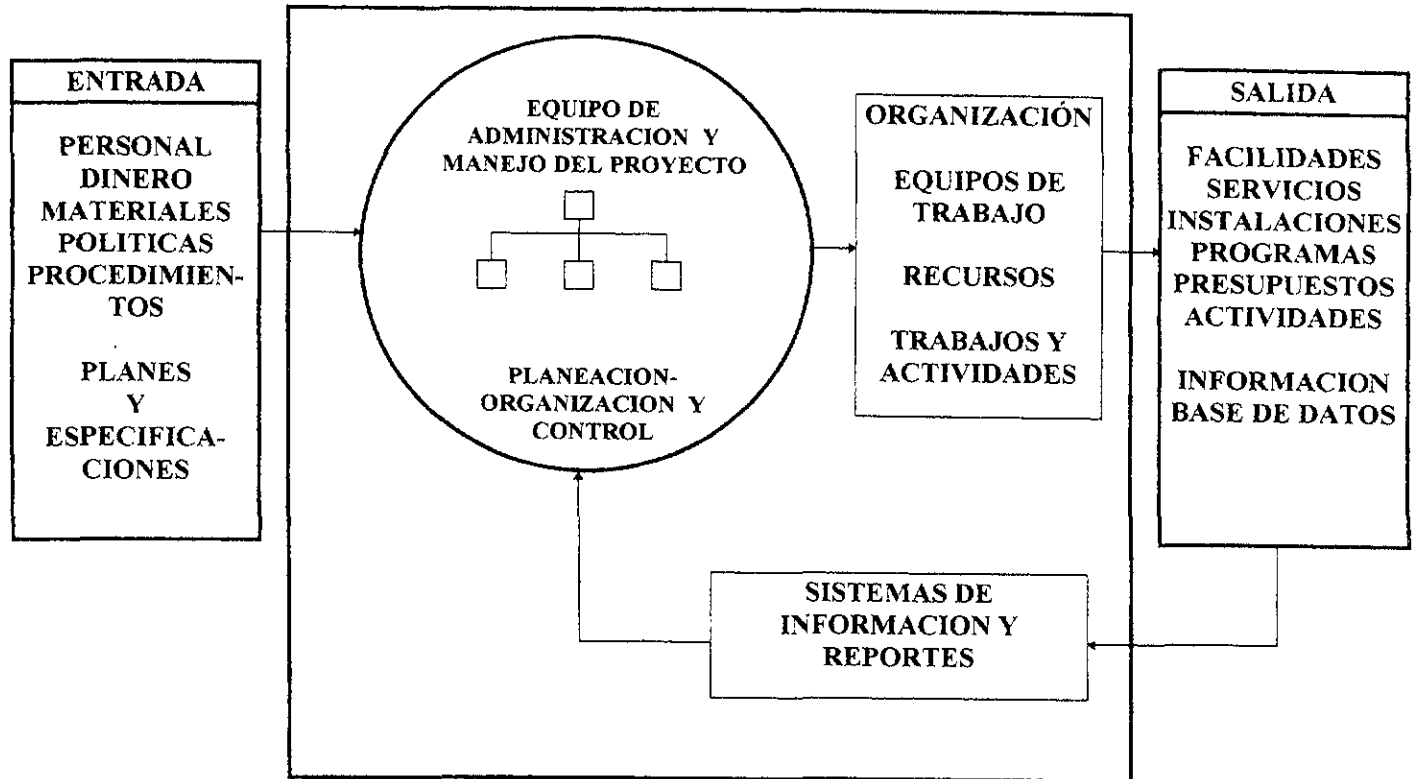
**CONTROL POST-OPERACIONAL**



# ESQUEMA DE PROCESO



# PROCESO DE ADMINISTRACION Y MANEJO DE OBRA DE CONSTRUCCION



# ESQUEMA DE LA EVOLUCION DE LA ADMINISTRACION DE PROCESOS

## ADMINISTRACION CLASICA

ADMINISTRACION CIENTIFICA  
ADMINISTRACION CLASISTA  
ADMINISTRACION DIRECCIONAL  
ADMINISTRACION POR UNA MAYOR  
PRODUCTIVIDAD SUBJETIVA

## ADMINISTRACION MODERNA

ADMINISTRACION POR COMUNICACION  
ADMINISTRACION POR LIDERAZGO  
ADMINISTRACION POR MOTIVACION  
ADMINISTRACION POR PLANEACION  
ADMINISTRACION POR ORGANIZACION  
ADMINISTRACION POR DIRECCION  
ADMINISTRACION POR CONTROL  
ADMINISTRACION Y TEORIA GENERAL  
DE SISTEMAS  
ADMINISTRACION POR OBJETIVOS  
ADMINISTRACION POR RESULTADOS

## ADMINISTRACION DE VANGUARDIA

ADMINISTRACION Y ENFOQUE DE SISTEMAS  
ADMINISTRACION Y DESARROLLO ORGANIZACIONAL  
ADMINISTRACION POR CALIDAD  
ADMINISTRACION Y CONTROL DE CALIDAD  
ADMINISTRACION Y CALIDAD TOTAL  
ADMINISTRACION POR FLUJOS Y VALORES GANADOS  
ECONOMICO Y DE MERCADO (Costo del dinero)



## SISTEMAS COMPUTARIZADOS (Software) PARA CONTROL DE PROYECTOS

TIME LINE FOR MS-DOS, TIME LINE FOR WINDOWS, MILESTONES, ETC. FOR WINDOWS, LOTUS SMART SUITE, LOTUS NOTES, PROJECT GATEWAY (LOTUS DOMINO) MICRO FUSION FOR WINDOWS, MICRO FUSION MILLENNIUM, COST / SCHEDULE INTEGRATION TOOL, COSTPOINT (DELTEK), ELECTRONIC TIMESHEET (DELTEK), ICARUS 2000 NT, PROSPERO (OBERON), WINEST PRO FOR WINDOWS (WINESTIMATOR), WINEST PRO PLUS FOR WINDOWS (WINESTIMATOR), TAKEOFF PRO FOR WINDOWS (WINESTIMATOR), PRIMAPLAN, TIMBERLINE, MICRO FRAME PROGRAM MANAGER (MICRO-FRAME TECHNOLOGIES INC.), IPD TOOL KIT - WINSIGHT FOR WINDOWS (PROJECT GEAR INC.), WELCOME SOFTWARE TECHNOLOGY, PROJECT MANAGEMENT MENTORS, PROJECT SCHEDULER FOR WINDOWS, MANAGING PROJECTS (SYSTEMCORP PMI), BUSINESS ENGINE FOR WINDOWS (MICROFRAME TECHNOLOGIES INC.), ROBBINS (GIOIA INC.), PERT CHART EXPERT (MICROSOFT), WBS CHART FOR PROJECT (MICROSOFT), PLANVIEW INC., AXIOM (MONENCO AGRA), ALLEGRO (DELTEK), INTEGRATED PROJECT SYSTEMS, ICS GROUP, PROFIT-DRIVEN PROJECT MANAGEMENT (WESTNEY), ARTEMIS VIEWS (COMPUTER SCIENCES CORPORATION), PROJECT FOR WINDOWS, SUPER PROJECT FOR WINDOWS, PRIMAVERA PROJECT PLANNER.

## CARACTERISTICAS DEL SISTEMA COMPUTARIZADO DE CONTROL

- Disponibilidad en el mercado para su adquisición y servicio y asesoría post - venta. aún en el sitio de la obra.
- Capacitación suficiente y eficiente considerada en los servicios post - venta.
- Amigabilidad del software para su fácil aprendizaje, asimilación y aplicación.
- Contenido suficiente de herramientas y aplicaciones acordes a las necesidades de control de la construcción.
- Posibilidad de ampliar la gama de aplicaciones para mejorar el control de la construcción.
- Simbología en menús y submenús de acceso, así como de iconos entendible y relacionado a la aplicación deseada.
- Capacidad suficiente en área de trabajo para actividades. items, conceptos, partidas, frentes, etc. ( renglones)
- Capacidad suficiente en área de trabajo para identificadores, claves, tiempos, duraciones, rendimientos, etc. (columnas)
- Capacidad de graficación para Diagramas de Gantt.
- Capacidad de graficación para Histogramas.
- Capacidad de graficación para Red de Actividades.
- Capacidad de graficación de líneas de proforma o base, de avance de obra, de proyecciones y otros modificados.
- Capacidad de cálculo de ruta crítica (CPM)
- Capacidad de compresión de red de proyecto.
- Capacidad de cálculo de costos de proyecto en sus diferentes niveles y proyecciones.
- Capacidad de cálculo de holgura libre y holgura total
- Capacidad de manejo de recursos y balanceo de los mismos.
- Capacidad de manejo de PERT.
- Reporteo de control por periodos establecidos y a fecha específica :

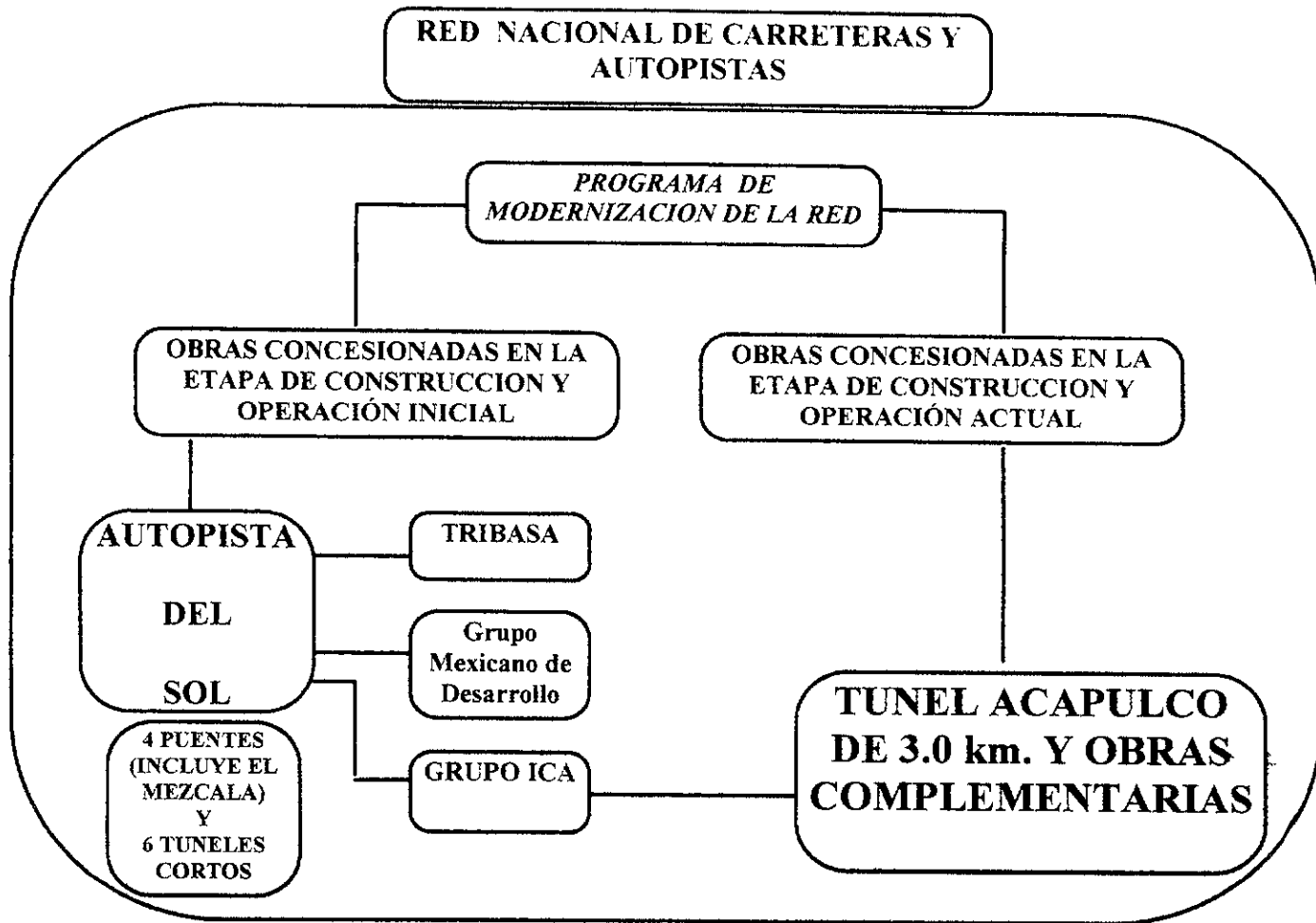
### TECNICOS

Rendimientos  
 Mano de Obra  
 Rendimientos  
 Maquinaria y Equipo  
 Consumos  
 Materiales y otros  
 Rentas y/o/ Alquileres de Maquinaria, Equipo, Instalaciones  
 Status Recursos en Frentes, en Almacenes, en Talleres  
 Avance de obra gráfico y en cantidades en nivel general y particular  
 Calidad del procedimiento constructivo por patrones

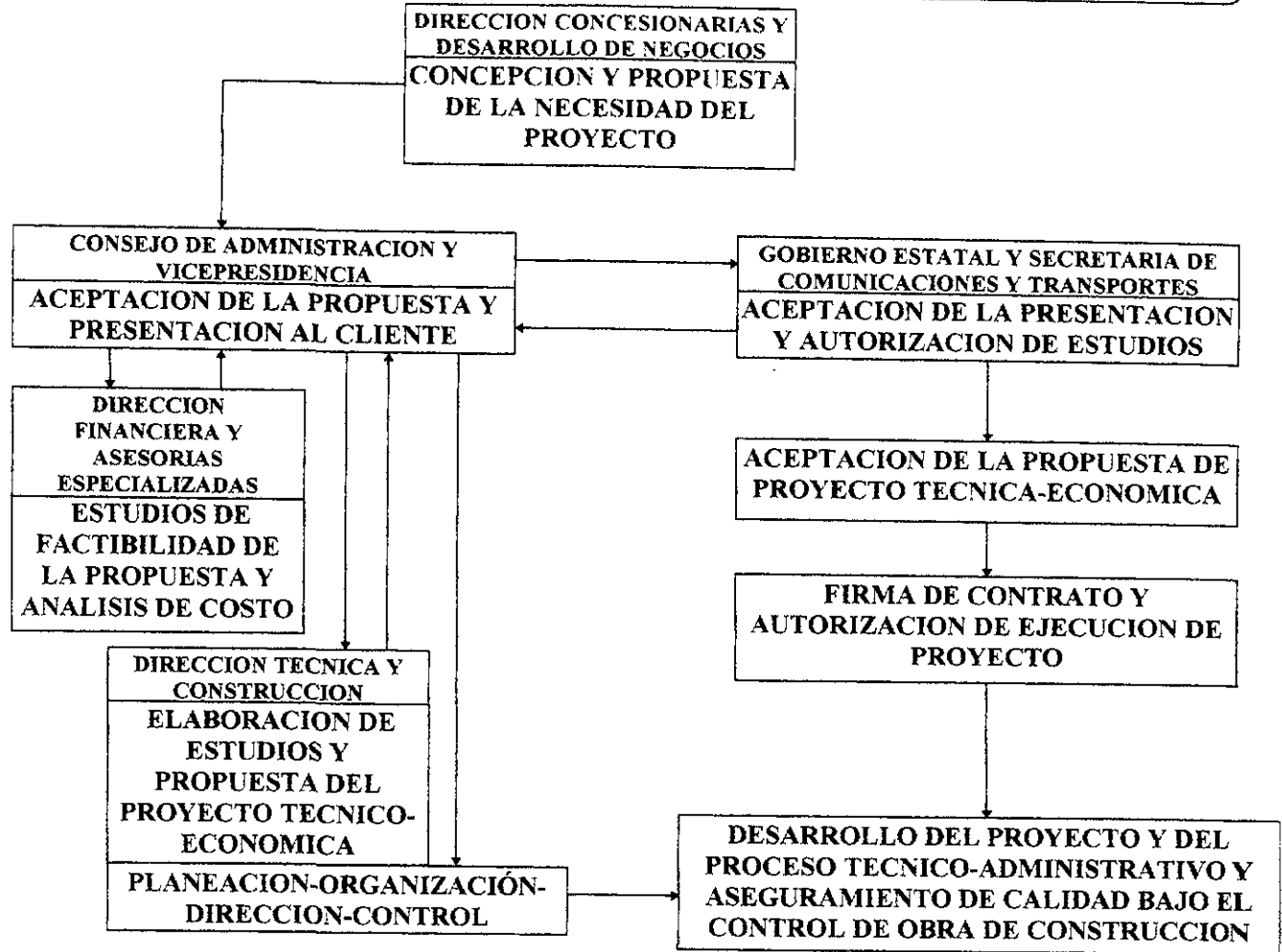
### CONTABLES

Costos  
 Costos  
 Costos  
 Costos  
 Costos  
 Montos  
 Costos  
 Erogación - Ingreso  
 Status de estimaciones  
 Status de escalatorias

# DIAGRAMA DEL MACROPROCESO QUE INVOLUCRA AL MAXITUNEL



# DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE DESARROLLO DEL PROYECTO



# ESQUEMA DE LAS ESTRUCTURAS Y OBRAS DEL TUNEL

**OBRA**

**TUNEL**

**ACAPULCO**

**TRABAJOS PRELIMINARES**

**CONSTRUCCION DE PORTALES**

**CONSTRUCCION DE LUMBRERAS**

**CONSTRUCCION DEL TUNEL**

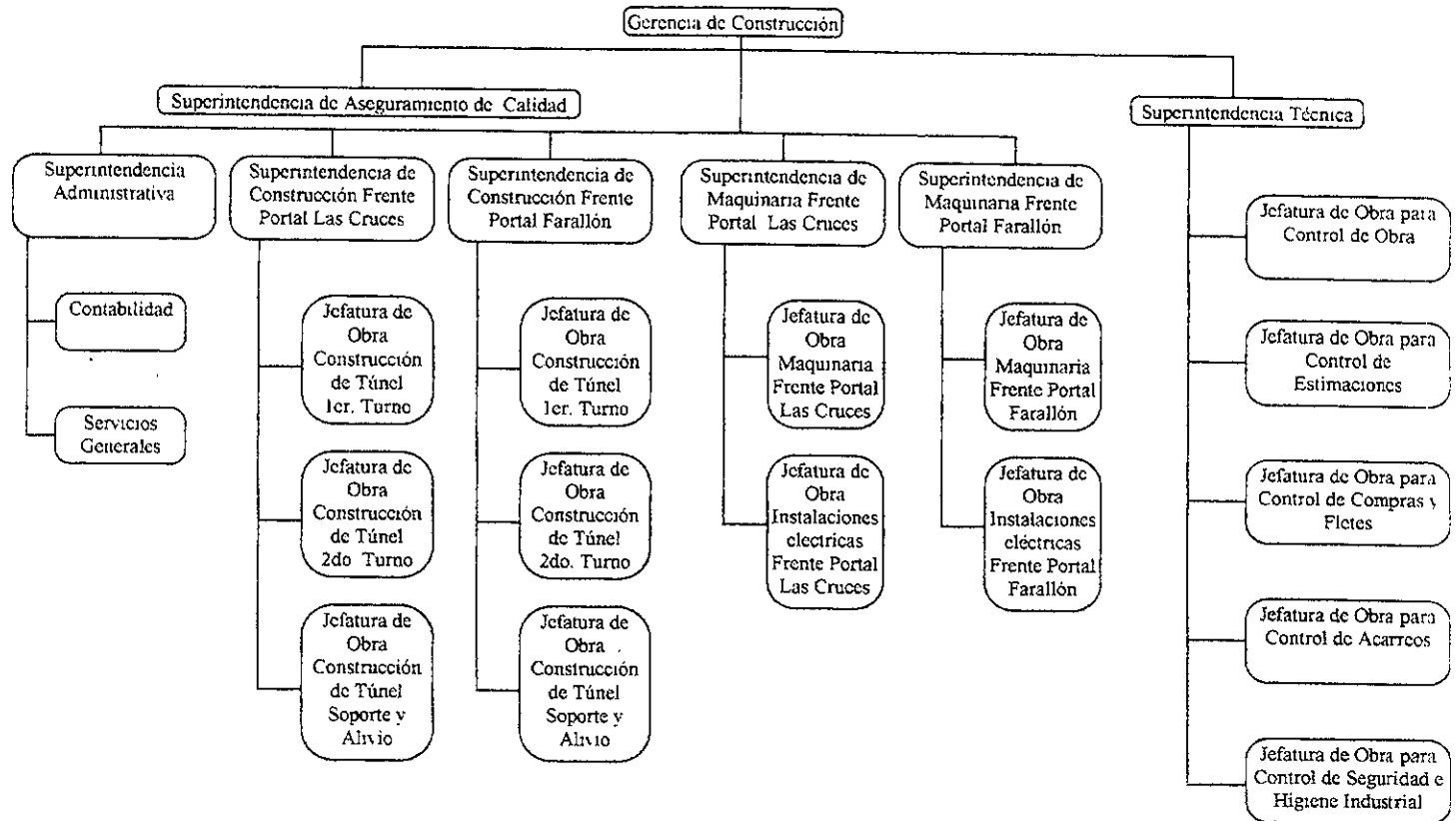
**CASETA DE CONTROL**

**CASETA DE COBRO**

**VIALIDADES LADO MEXICO Y  
VIALIDADES LADO ACAPULCO**

**INSTALACIONES ESPECIALES  
EXCAVACIONES EXTERIORES  
EXCAVACIONES SUBTERRANEAS  
TRATAMIENTOS EXTERIORES  
TRATAMIENTOS SUBTERRANEOS  
REVESTIMIENTO SUBTERRANEO  
PAVIMENTACION SUBTERRANEA  
SISTEMA Y EQUIPO ILUMINACION  
SISTEMA Y EQUIPO VENTILACION  
SISTEMA Y EQUIPO VS. INCENDIO  
SISTEMA Y EQUIPO SEÑALIZACION**

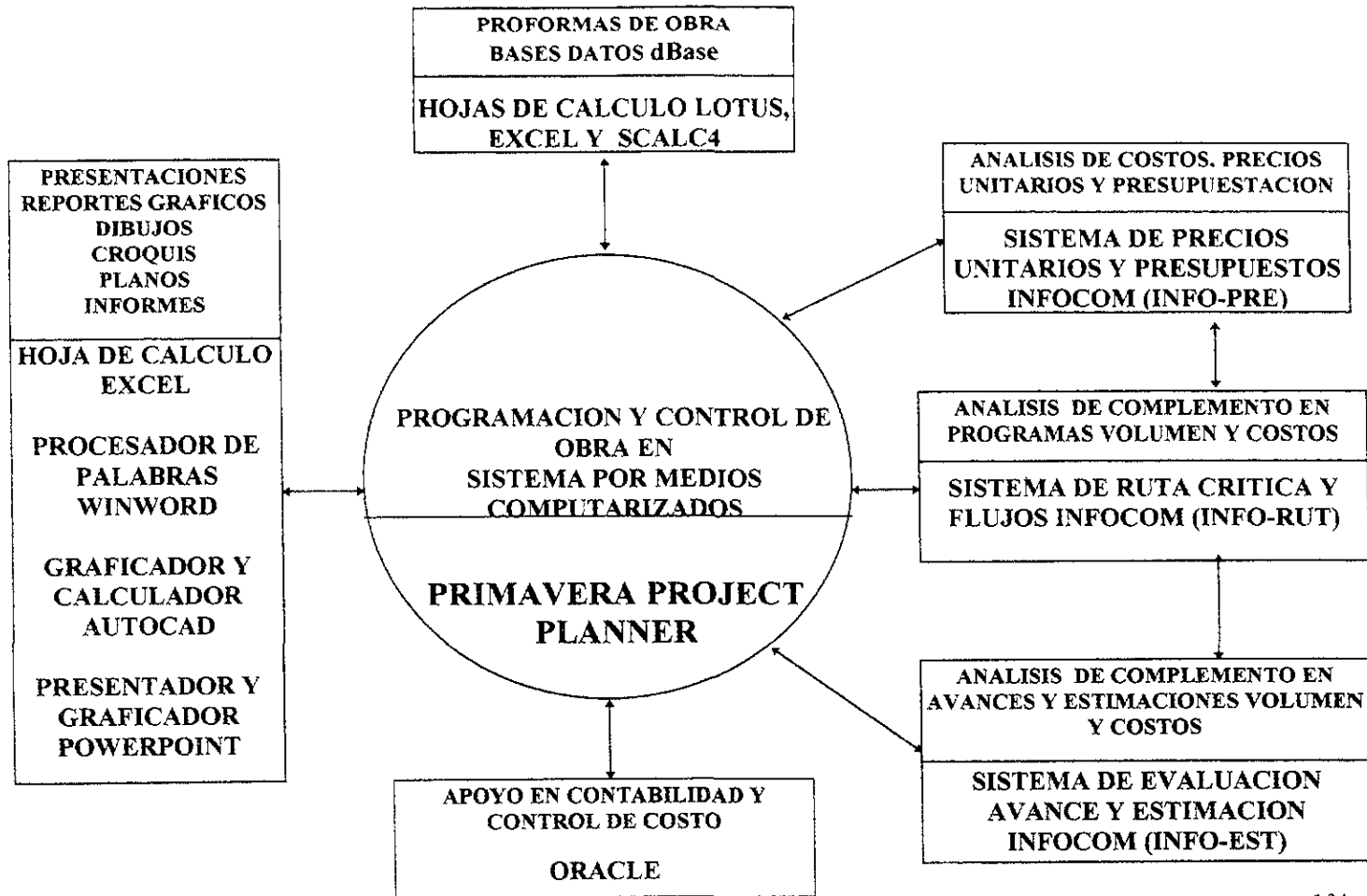
# ORGANIGRAMA PARA LA CONSTRUCCION DE LA OBRA DEL TUNEL



## ESQUEMA DE LOS VOLUMENES DE OBRA PRINCIPALES DEL TUNEL

P O R T A L E S	Excavación a cielo abierto	150,910	m3
	Concreto lanzado de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	780	m3
	Malla electrosoldada 66-66 en talud	8,129	m2
	Anclas de fricción con varilla de $1 \frac{1}{2}'' \text{ } \emptyset$	3,775	m
	Drenes con tubo de PVC de $3'' \text{ } \emptyset$	2,105	m
T U N E L	Excavación por método de barrenación y voladura	303,920	m3
	Concreto lanzado de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$	6,110	m3
	Fibras metálicas en concreto lanzado	305	ton
	Anclas de fricción con varilla de $1'' \text{ } \emptyset$	119,375	m
	Drenes con tubo de PVC de $3'' \text{ } \emptyset$	3,265	m
	Concreto hidráulico de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en revestimiento definitivo	24,475	m3
	Acero de refuerzo de $F_y = 4,000 \text{ kg/cm}^2$ en revestimiento definitivo	1,469	ton
	Concreto hidráulico de $f'c = 30 \text{ kg/cm}^2$ en losa de pavimento rígido	6,465	m3
Marcos metálicos	802	pza	
V I A L I D A D E S	Excavación a cielo abierto	251,250	m3
	Formación y compactación de terraplenes	229,400	m3
	(EN 6 PUENTES)		
	Concreto hidráulico de $f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ en infra, sub y superestructura	5,660	m3
	Acero de refuerzo de $F_y = 4,200 \text{ kg/cm}^2$ en infra, sub y superestructura	205	ton

# DIAGRAMA DE DINAMICA DE OPERACIÓN E INTERACCION DE PRIMAVERA





## **CONTROL Y PREVISION EN LA OPERACIÓN DE PRIMAVERA ( I )**

**Lecciones de Programación.**

**Aprovechamiento de Pláticas.**

**Trabajo Conjunto en Equipo.**

**Difícil Comprensión v.s. Negligencia Benigna.**

**Rechazo al Proceder sin Ordenes de Contrato por Escrito.**

**Acuerdo al Desacuerdo, pero Minimizando Costos Recíprocos.**

**Preparación de la Red de Ruta Crítica.**

**Asignación de Derechos v.s. Delegación de Responsabilidades.**

**Preparación del Uso de la Red Ficticia de Ruta Crítica.**

**Propiedad Oficial Obligada de la Red de Ruta Crítica del Superintendente.**

**El Plan v.s. el Programa Calendarizado.**

**Los Primeros 90 días v.s. los Últimos 90 días.**

**Construcción de la Red Actividad por Actividad.**

**Definición de la Actividad.**

**Título o Nombre de la actividad**

**Duración de la Actividad.**

**Los Recursos no son solo para Nivelar o Aminorar.**

**Los códigos estandarizados permiten el Análisis por Multiproyecto.**

**Costos de la Actividad.**

**Predecesores y Sucesores de la Actividad.**

**Consideraciones Técnicas.**

**Lógica Concurrida y Anidada.**

**Razones de Registro Grabado e Importancia de las Relaciones.**

## **CONTROL Y PREVISION EN LA OPERACIÓN DE PRIMAVERA (II)**

**Caminando A Través del Proyecto y Chequeo de la Lógica.**

**Revisado de la Ruta Crítica.**

**Validado de la Red de Trabajo.**

**Aplicación del Sistema Compatible Montecarlo.**

**Validado del Estimado de Costo Antes de Preparar la Red de Trabajo.**

**Lectura de los Reportes Computarizados Generados de Variables Calculadas.**

**Revisiones por Asistencia Computarizada de Lógica y Duraciones.**

**Beneficios y Trampas de los Diagramas Lógicos de Escala de Tiempo.**

**Consideraciones de Clima y Recursos Limitados.**

**Consideraciones Legales.**

**Aceptación - Limitaciones.**

**Rechazo - Ejercer la Autoridad del Ingeniero.**

**Pertenencia de Holgura.**

**Documentar para Evitar Futuras Disputas y Demoras.**

**Reportear el Programa Calendarizado v.s. Reportear la Red de Trabajo.**

**Revisión de Reportes Asistida por Computadora.**

**Lectura de los Reportes Computarizados de Variables Calculadas Generados.**

**Revisión de Reportes de Lógica y de Duraciones Asistida por Computadora.**

**Referir cada Reporte de Instancia Futura al Plan pertinente, Especificación y Actividad CPM**

**Cada Cambio de Orden de Proyecto debe Generar Duda para Paro de Orden.**

**Hacer parte de la Ruta Crítica cada Cambio de Orden como Deber.**

**Consideraciones Limitantes y que Vale la Pena Negociar antes de Actuar.**

**Escaladas monetarias siempre representan pérdida económica.**

## **Sumario.**

**Planear hacia adelante mitiga retrasos y escaladas.**

**Estimado validado y programación con Montecarlo como sistema sorteador representa grandes ventajas.**

**Derecho a revisión impone obligación bilateral.**

**Documentar los hechos y eventos y transferir la información.**

**Honor al contrato, directivas de demanda por escrito.**

**Preparar y prevenir siempre listo para litigación y sobre todo para evitarla.**

**Costos evitables resultan en litigación.**

**Planear, organizar, dirigir y controlar en forma adecuada y con propiedad mitiga costos evitables.**

## PRODUCTOS Y SALIDAS DEL SISTEMA DE CONTROL EN LA OBRA (I)

**Proforma de obra y modificaciones**

**Catálogo de conceptos y modificaciones**

**Programa de obra y modificaciones**

**Organigrama de obra y modificaciones**

**Especificaciones técnicas de construcción**

**Planos constructivos para ejecución y modificaciones**

**Procedimientos constructivos y modificaciones**

**Instructivos constructivos y modificaciones**

**Manuales de aseguramiento de calidad**

**Manuales de seguridad e higiene industrial**

**Manuales del uso, control y manejo de materiales**

**Minutas de juntas de obra de construcción**

**Bitácoras de obra**

**Reportes completos de control de producción en frentes, diarios y semanales**

**Reportes completos de control de producción en frentes complementarios  
diarios y semanales**

**Costos de materiales de construcción diarios y semanales  
(salidas de almacén)**

## **PRODUCTOS Y SALIDAS DEL SISTEMA DE CONTROL EN LA OBRA (II)**

**Costos de materiales de consumo diarios y semanales (salidas de almacén)**

**Costos de mano de obra diarios y semanales**

**Costos de maquinaria propia diarios y semanales**

**Costos de maquinaria rentada diarios y semanales**

**Costos de instalaciones diarios y semanales**

**Costos de oficina de obra semanales**

**Costos de personal técnico y administrativo semanales**

**Costos de asesorías semanales**

**Costos legales semanales**

**Costos de subcontratos semanales**

**Estado de resultados semanales**

**Balance contable semanal**

**Informe contable semanal**

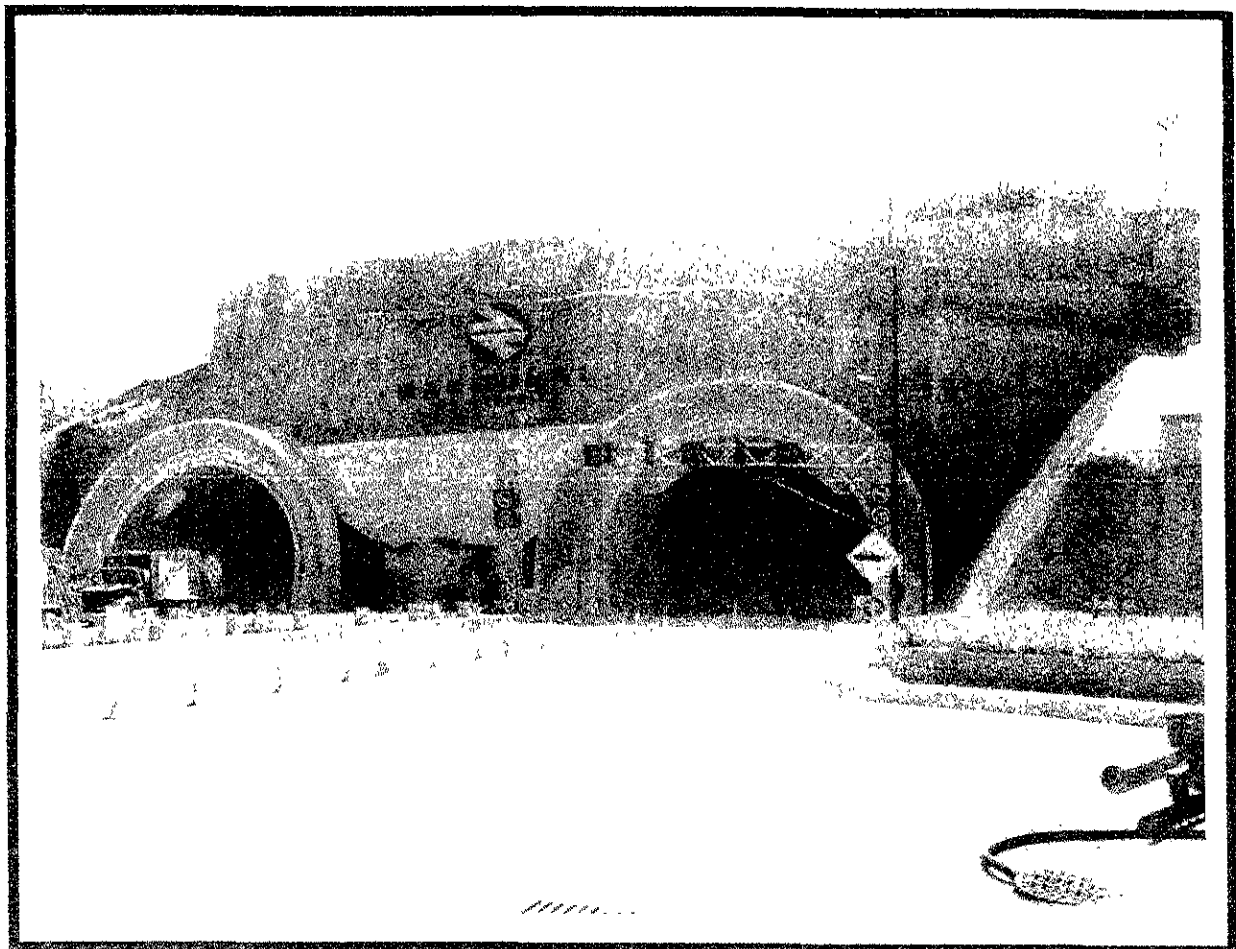
**Informe técnico semanal**

**Informe ejecutivo semanal**

**Estimación quincenal**

**Cobro de estimación quincenal**

**Finiquito de obra**



# **BIBLIOGRAFIA :**

- 1 - **TOTAL CONSTRUCTION PROJECT MANEGEMENT.**  
George J Ritz  
Mc Graw Hill Inc  
U S A., 1994
- 2.- **CONSTRUCTION PROJECT MANEGEMENT.**  
Richard H. Clough, Glenn A. Sears  
John Wiley & Sons Inc  
U.S A , 1992
- 3 - **A GUIDE TO THE PROJECT MANAGEMENT BODY OF KNOWLEDGE.**  
William R Duncan, Director of Standars  
PMI Standars Committee  
Project Management Institute  
U.S.A , 1996
- 4 - **VIZUALIZING PROJECT MANAGEMENT.**  
Kevin Forsberg, Hal Mooz, Howard Cotterman  
John Wiley & Sons Inc  
U S A., 1996
- 5 - **THE 1997 PRIMAVERA USER CONFERENCE.**  
Primavera Systems Inc  
U.S A., 1997

- 6 - **DECISION ANALYSIS IN PROJECTS.**  
John R. Schuyler  
PMI Publications Division  
Project Management Institute  
U.S.A., 1996
- 7.- **INDICES DE PRECIOS**  
Cuaderno Mensual, Marzo de 1997  
Dirección General de Investigación Económica  
Banco de México  
México, 1997
- 8 - **APLICACIONES EN INGENIERIA DE METODOS MODERNOS DE PLANEACION, PROGRAMACION Y CONTROL DE PROCESOS PRODUCTIVOS.**  
Melchor Rodríguez Caballero  
Limusa  
México. 1989
- 9 - **METODO DE LA RUTA CRITICA Y SUS APLICACIONES A LA CONSTRUCCION.**  
James M. Antill, Ronald W. Woodhead  
Limusa  
México, 1990
- 10 - **METODOS DE OPTIMIZACION**  
Jauffred, Moreno y Acosta.  
Representaciones y Servicios de Ingeniería  
México, 1988