

13



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLÁN"



"ADMINISTRACION Y CONTROL DE LA CONSTRUCCION PARA PROYECTOS DE PLANTAS INDUSTRIALES"

289940

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL

P R E S E N T A

JESUS HECTOR GARCIA MAGAÑA

ASESOR: ING, MANUEL GOMEZ GUTIERREZ



FEBRERO DE 2001



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.



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS PROFESIONALES "ACATLÁN"  
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL

SR. JESÚS HÉCTOR GARCÍA MAGAÑA  
ALUMNO DE LA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.  
P R E S E N T E .

En atención a su solicitud presentada con fecha de 02 de marzo del 2000, me complace notificarte que esta Jefatura de Programa aprobó el tema que propuso, para que lo desarrolle como tesis de su examen profesional de INGENIERO CIVIL.

"ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DE LA CONSTRUCCIÓN PARA  
PROYECTOS DE PLANTAS INDUSTRIALES".

INTRODUCCIÓN.

1. REQUISITOS ADMINISTRATIVOS.
2. PROGRAMAS GENERALES.
3. REQUISITOS TÉCNICOS.
4. CONTROL, PROCURACIÓN Y CONTRATOS DE CAMPO.
5. ENTREGAS.

CONCLUSIONES.

Asimismo fue designado como asesor de tesis el ING. MANUEL GÓMEZ GUTIÉRREZ, pido a usted, tomar nota en cumplimiento de lo especificado en la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses, como requisito básico para sustentar examen profesional, así como de la disposición de la Dirección General de Servicios Escolares en el sentido de que se imprima en lugar visible de cada ejemplar de la tesis el título de ésta.  
Esta comunicación deberá publicarse en el interior del trabajo profesional.

ATENTAMENTE.  
" POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU "  
Acatlán Edo. de México a 19 de febrero del 2001.

Jefe del Programa

Ing. Enrique del Castillo Fragoso

**A mi madre**

**MARÍA DEL ROSARIO MAGAÑA LUPERCIO**

**Quien me enseñó que la felicidad es echarse las penas a la espalda y seguir adelante.**

**A mis hermanos**

**ALFONSO, SARA, MARÍA DE LA CRUZ, ROBERTO, MARÍA,  
GUADALUPE, MAGDALENA, GUILLERMO, MARGARITA,  
JOSÉ LUIS Y JOSÉ RAMÓN.**

**A mi padre**

**ROSENDO GARCÍA PÉREZ**

**A mis familiares y amigos**

**A mis maestros y compañeros**

**A la Universidad Nacional Autónoma de México**

**Con profundo cariño y agradecimiento ayer, hoy y por toda la vida.**

**Agradezco al Ing. Manuel Gómez Gutiérrez quien desinteresadamente aceptó asesorar el presente trabajo.**

**Agradezco al Ing. Víctor Jesús Perusquía Montoya su orientación y consejos.**

**Agradezco a los Ing. Abel A. López M., Héctor Ornelas G. y Carlos González R. su tiempo en la revisión y comentarios de este trabajo.**

## INDICE

	Página
- Índice	2
- Prólogo	3
- Introducción	5
-Capítulo 1      Requisitos Administrativos	8
1.1 Organización del proyecto	
1.2 Deberes y responsabilidades del Ingeniero de Campo	
1.3 Desarrollo de procedimientos del proyecto	
1.4 Control de documentos del proyecto	
-Capítulo 2      Programas Generales	26
2.1 Programa de control de calidad del proyecto	
2.2 Programa de constructibilidad del proyecto	
2.3 Plan de automatización del proyecto	
2.4 Programa de control ambiental	
-Capítulo 3      Requisitos Técnicos	35
3.1 Diseño de instalaciones temporales	
3.2 Planes de maniobras de construcción	
3.3 Programa de topografía del sitio de construcción	
3.4 Estándares de entregas de Ingeniería	
3.5 Excavaciones de sitio	
-Capítulo 4      Control, procuración y contratos de Campo	65
4.1 Reporte de cantidades	
4.2 Reporte histórico del proyecto	
4.3 Pedidos de campo y control de materiales	
4.4 Coordinación de contratistas y subcontratistas de campo	
-Capítulo 5      Entregas	84
5.1 Terminación de construcción y entrega	
5.2 Entregas por instalación o sistema	
- Conclusiones	91
- Bibliografía	94

## PRÓLOGO

Después de haber tenido la oportunidad de trabajar por algunos años en el campo de proyectos industriales tanto en el área de ingeniería de detalle (estructuras) como en el de la ejecución de la obra misma (construcción), he notado la gran importancia que tiene la interfase Diseño-Construcción para la precisa ejecución y término del proyecto en su conjunto. Esta interfase ha sido cubierta de diversas formas, la más común es por medio de visitas temporales y esporádicas de los ingenieros de diseño al sitio de la construcción; lamentablemente esta práctica deja grandes huecos tanto en el control del proyecto como en el desarrollo profesional del ingeniero de diseño, pues la mayoría de las veces su labor se limita a revisar y proponer la solución a algún problema específico; los más comunes suelen ser interferencias entre estructuras y/o cimentaciones y líneas de tuberías y/o equipos.

Por otra parte el ingeniero de construcción, tradicionalmente se ha desarrollado como un profesional empírico, por no tener la oportunidad de desarrollar ingeniería de detalle; limitándose muchas veces, tristemente, su labor a actuar como un capataz.

Lo expuesto anteriormente me ha despertado el interés por desarrollar el presente trabajo. Es mi principal intención plasmar aquí la importancia de la interfase Diseño-Construcción como medio para llenar estos vacíos que suelen dejar las prácticas comunes que se han manejado tradicionalmente en nuestro país.

No es mi intención menospreciar la valiosa contribución de los ingenieros de diseño en el sitio de la construcción, ni la de los ingenieros de construcción cuya experiencia práctica es indispensable en la ejecución de los proyectos; por el contrario pretendo resaltar la importancia de un adecuado acoplamiento entre ambos.

Tradicionalmente las áreas de diseño y construcción se han separado como dos entidades aisladas y hasta cierto punto antagonistas, al grado que mutuamente se han llamado "ingenieros de papel" a los ingenieros de diseño y "salvajes" a los ingenieros de construcción. Estos términos suelen ser, la mayoría de las veces, mera picardía profesional; sin embargo en muchas ocasiones el recelo de cada área ha provocado situaciones no óptimas en el desarrollo integral de los proyectos. De aquí la necesidad de hacer conciencia de la importancia del desarrollo de una precisa y eficiente interfase Diseño-Construcción.

El presente trabajo no es un ejemplo de un proyecto específico, tampoco pretende ser un procedimiento que limite la iniciativa e inventiva del ingeniero, sea de diseño ó de construcción. El trabajo pretende ser una propuesta para el desarrollo de un elemento de interfase; lo he llamado Ingeniería de Campo, buscando que el concepto por su mismo nombre indique de la manera más clara su intención, hacer "Ingeniería en Campo". El concepto está más afocado al aspecto administrativo de la ingeniería en el lugar de la construcción pero no debe catalogarse el término "administrativo" como mera labor de escritorio y de aspectos estadísticos; no, el Ingeniero de Campo debe ser un profesional de la Ingeniería Civil capaz de utilizar los conceptos teóricos de su profesión para el control de situaciones reales en el sitio de la construcción vigilando siempre el buen desarrollo del proyecto en su conjunto.

Es la principal función del Ingeniero de Campo servir de interfase entre los diseñadores y los constructores permitiendo a cada uno desarrollar plenamente sus funciones y responsabilidades, buscando así la optimización de ambas áreas para el desarrollo preciso y con calidad del proyecto. El Ingeniero de Campo debe ser el paso fundamental entre lo diseñado y lo construido, haciendo que lo diseñado sea entendido en campo y que lo hecho en campo cumpla con los conceptos con que fue diseñado.

Es también mi intención que el presente trabajo contribuya al desarrollo profesional de los jóvenes ingenieros que se integran al campo de la construcción industrial, mostrando los lineamientos básicos de la administración y control de la construcción; como una guía que les ayude a visualizar el amplio campo de la Ingeniería de Campo y su importante contribución en el desarrollo y terminación óptimos de un proyecto de construcción industrial.

Quisiera por último recordar una frase de José Martí, que en mucho describe la importancia de formar a las jóvenes generaciones de profesionistas con un sentido de compromiso a formarse y desarrollarse con disciplina buscando siempre contribuir al desarrollo de nuestro país y de sus futuras generaciones:

"Hombres haga quien quiera hacer pueblos"

Jesús Héctor García Magaña



## INTRODUCCIÓN

La Ingeniería Civil toma su nombre de la palabra Civilización, y aunque la acepción de ésta es sumamente extensa debe concebirse desde el punto de vista ingenieril como creación de la infraestructura necesaria para el desarrollo humano. Dentro de la amplísima gama de la infraestructura, las instalaciones industriales tales como refinerías, complejos petroquímicos, plantas de generación de energía eléctrica, plantas químicas, plantas de manufactura, etc. representan un campo indispensable para el desarrollo de un país. Un país sin complejos industriales es un país incapaz de generar los insumos y productos que su población requiere para un desarrollo armonioso e integral.

La construcción industrial es un campo que representa un reto al Ingeniero Civil que pretende desarrollarse en él, pues a diferencia de la edificación y la construcción urbana, aquí estará en contacto y se interrelacionará con otras disciplinas de la ingeniería; por lo que deberá aplicar al máximo no solo sus conocimientos técnicos sino también sus habilidades administrativas para lograr que los objetivos del proyecto se cumplan de manera óptima.

En nuestro país, el desarrollo de los grandes complejos de infraestructura industrial ha estado a cargo del Gobierno Federal, sea directamente ó por medio de las empresas paraestatales comisionadas en cada rubro específico tales como PEMEX, CFE, FERTIMEX, etc.; sin embargo, en los últimos años el panorama ha cambiado radicalmente, no solo en nuestro país sino en el mundo entero. Países que, como el nuestro, tradicionalmente manejaban la construcción y operación de complejos de infraestructura industrial como un renglón exclusivo del Estado, se han visto en la necesidad, por causas de muy variada índole, a ceder y/o concesionar este ramo a empresas privadas. Esto ha cambiado también el panorama de la construcción industrial pues esta situación obliga a un manejo óptimo de recursos para el exacto y preciso desarrollo de los proyectos; aunado a esto la apertura comercial ha dejado a la industria de la construcción nacional sin la protección tradicional que tenía por parte del Estado. Esta situación lleva consigo el desafío para las empresas constructoras mexicanas de modernizarse para adaptarse a la competencia abierta, y no siempre leal, con consorcios constructores transnacionales.

En los últimos años también se ha popularizado el uso intensivo de sistemas de calidad en todos los ramos industriales y de servicios; la industria de la construcción no ha sido la excepción y actualmente es triste ver que muchas constructoras nacionales carecen e incluso ignoran la importancia de implementar estos sistemas en su trabajo.

Todo proyecto de infraestructura industrial implica dos grandes etapas; uno, el diseño en que se incluyen la planeación, logística, costos, diseños, etc.; y dos, la construcción, que agrupa a todas las actividades para la realización física de la obra. Estas dos etapas se han desarrollado tradicionalmente de forma que en muchos casos no han dado los resultados óptimos. Una etapa intermedia de gran importancia, y que en mucho puede contribuir a la optimización de los proyectos es la interfase Diseño-Construcción.

La interfase Diseño-Construcción desarrollada y aplicada de manera correcta puede generar grandes beneficios en la construcción de proyectos industriales, permitiendo optimizar recursos, tiempo y dinero; y simultáneamente ejecutar los proyectos bajo un sistema de calidad que controle todas las etapas de la construcción en todo momento.

El presente trabajo pretende ser una propuesta para el desarrollo de esta interfase de una manera planeada y con orden que permita entender los conceptos y los pasos necesarios a desarrollar para conseguirlo. El trabajo no es un sistema de aseguramiento de calidad, tampoco es un manual de construcción de un proyecto en especial; pretende ser un esfuerzo personal para transmitir los lineamientos que se requieren para establecer un adecuado control de la administración de la construcción. Con la intención de englobar las actividades requeridas para este fin he llamado Ingeniería de Campo al conjunto de estas actividades y sus alcances.

El trabajo está dividido en cinco capítulos.

El capítulo 1 presenta los requisitos administrativos básicos necesarios a ser vistos y desarrollados en la etapa previa al inicio de la construcción. Aquí se definen aspectos y conceptos de organización, alcances de los deberes y responsabilidades de los Ingenieros de Campo, desarrollo de procedimientos y aspectos de control de documentos dentro de la construcción. En este capítulo se presentan la mayoría de los términos que se usan a lo largo de todo el trabajo y así pretende proporcionar una visión general sobre lo que es la Ingeniería de Campo.

El capítulo 2 describe los programas generales que se requieren para la ejecución de la construcción. No se desarrollan aquí estos programas, tan solo se pretende indicar los alcances de estos así como una descripción de lo que cada uno debe contener y de la manera en que participan en el desarrollo de la ejecución de la construcción. El contenido del capítulo incluye aspectos de control de calidad, constructibilidad, automatización y de control ambiental.

El capítulo 3 presenta los requisitos técnicos que debe cubrir la Ingeniería de Campo durante la ejecución de la construcción. Este capítulo pretende indicar al lector los aspectos que todo Ingeniero de Campo realiza desde el punto de vista técnico durante el desarrollo de la obra dándole un panorama de la responsabilidad que tiene en las actividades de diseño de instalaciones temporales, la planificación de las maniobras, topografía, control de la calidad de la ingeniería y excavaciones.

El capítulo 4 contiene los aspectos de control administrativo que realiza el Ingeniero de Campo durante la obra. Indica aspectos que muchas veces no se cubren en una obra y que son de gran importancia desde el punto de vista histórico-estadístico tanto del proyecto que se ejecuta como de la compañía en su conjunto; indica también los controles en cuanto materiales, cantidades y control de contratistas que debe realizar.

El capítulo 5 presenta los requisitos que se deben cumplir antes de considerar que un trabajo de construcción se pueda considerar como terminado y listo para su entrega a la entidad ó al cliente.

Espero sinceramente que el presente trabajo sea de utilidad a toda aquella persona que lo lea; especialmente a los jóvenes ingenieros y a los estudiantes de Ingeniería Civil, que fomente en ellos el interés por desarrollar su profesión de manera integral buscando siempre el desarrollo y mejoramiento de los sistemas y métodos de trabajo tradicionales.

## CAPITULO 1

### Requisitos Administrativos

#### 1.1 Organización del proyecto.

En esencia la construcción es una combinación de organizaciones, ciencias de la ingeniería y riesgos calculados. Por su naturaleza misma las operaciones de construcción deben realizarse en el lugar del proyecto.

La construcción es esencialmente una industria de servicios. La construcción de un proyecto lleva consigo miles de detalles y de interrelaciones complejas entre los propietarios, ingenieros, contratistas, fabricantes, comerciantes de materiales, distribuidores de equipo, dependencias gubernamentales, trabajadores, y otros.

El tipo de organización empleado para llevar a cabo labores de construcción está influida por consideraciones peculiares de esta industria. Característica que es poco posible que afecten la fabricación, el comercio ó la distribución de los bienes. Esto se debe sobre todo al grado de movilidad referido, a la clase de riesgo inherente en el tipo particular de construcción y al área geográfica en la cual operará.

Un equipo de construcción realiza su trabajo sólo una vez en cada sitio; la siguiente vez lo realizará en un nuevo lugar, para un nuevo cliente y bajo nuevas ,aunque con frecuencia, similares especificaciones. Más aún, desde el comienzo de cada proyecto de construcción, el contratista se ve obligado a trabajar en el lugar en donde se encuentra la obra. Su propósito es terminar la obra de una manera tan rápida y económica como sea posible y después abandonar el lugar. En contraste, la mayoría de las otras industrias crecen en el lugar en donde tienen su planta u oficinas permanentes.

Más que en cualquier otra industria, en la construcción el éxito ó fracaso está determinado por la calidad de la organización y de la dirección. En la administración de la construcción es fundamentalmente la dirección de las personas, la capacidad de conservar a la gente unida en un grupo compacto con respecto a su jefe y a cooperar uno con otro.

Todo proyecto requiere una organización que permita conjuntar y utilizar de manera óptima los esfuerzos y capacidades de todos los elementos humanos que en él participan.

El Ingeniero de campo es parte de esta organización, y es de suma importancia que conozca su ubicación en esta organización con el fin de que ubique su posición en el proyecto.

Si bien el Ingeniero de Campo Civil no suele participar en la conformación de esta organización, el conocimiento preciso de ésta le permitirá desarrollar sus funciones con calidad y profesionalismo desde el momento en que se instala en el sitio de construcción. La responsabilidad de la conformación de la organización del proyecto en sitio es del líder de Ingeniería de Campo, llamado Ingeniero de Proyecto de Campo.

Básicamente suelen existir dos tipos de organización para el desarrollo de un proyecto de construcción:

a) Organización del proyecto por contratación directa de la construcción.

Este tipo de organización es aquella en que la compañía dueña del contrato realiza todas las actividades de contratación y ejecución de mano de obra, equipos y materiales para la ejecución de la obra. Este es el tipo de organización más común en nuestro país. La figura 1.1. muestra el organigrama típico para un proyecto de este tipo.

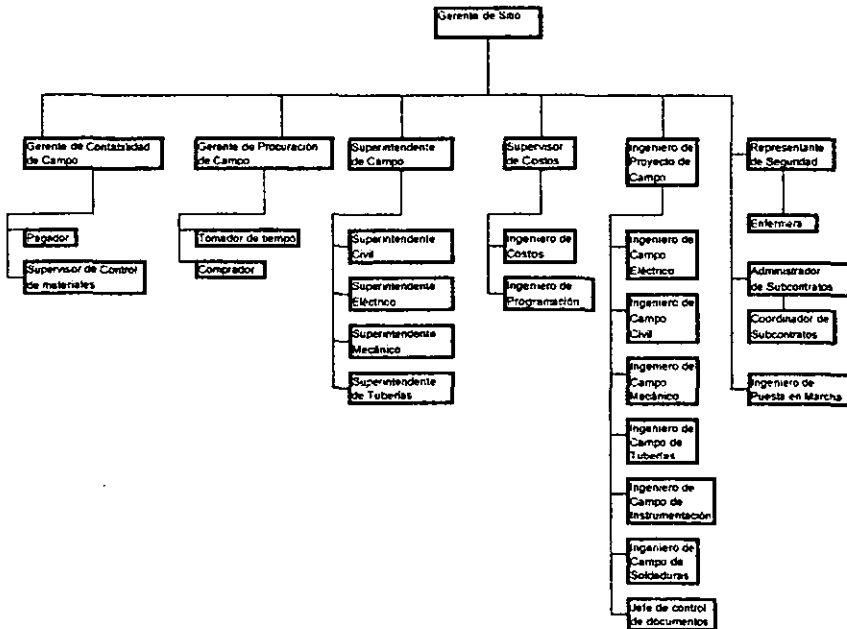


Figura 1.1 Organización del proyecto por contratación directa de la construcción

De este tipo de organización se pueden anotar las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

- 1.- Mayor control de la calidad de la obra.
- 2.- Manejo directo del personal obrero.

Desventajas:

- 1.- Mayor costo de personal técnico-administrativo por sueldos y viáticos.
- 2.- Negociaciones directas con sindicatos.

b) Organización del proyecto por administración de la construcción.

Este tipo de organización es aquella en que la compañía dueña del contrato subcontrata a otra compañía para la construcción de la obra y su labor se limita a la supervisión y administración de los trabajos. Este tipo de organización aún no es de uso común en nuestro país sin embargo en un futuro cercano será muy utilizado por razones de logística y optimización de recursos. La figura 1.2 muestra el organigrama típico para un proyecto de este tipo.

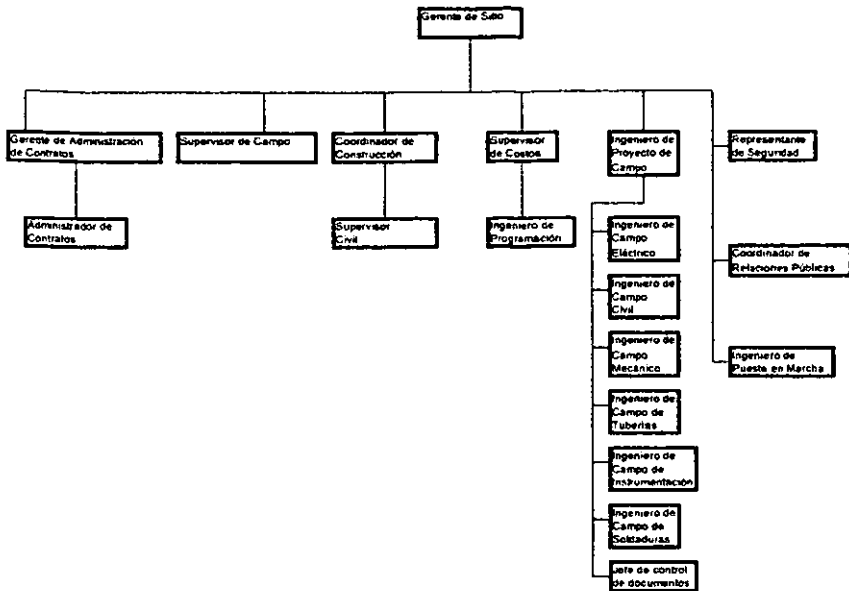


Figura 1.2 Organización del proyecto por administración de la construcción

De este tipo de organización se pueden anotar las siguientes ventajas y desventajas:

Ventajas:

- 1.- Menos personal técnico-administrativo requerido en obra; lo que implica un importante ahorro en sueldos y viáticos.
- 2.- Menos infraestructura provisional requerida.

Desventajas:

- 1.- Requiere mayor supervisión para asegurar la calidad de la obra.
- 2.- Problemas de insuficiencia y/o incapacidad de los subcontratistas.

Además de configurar la organización del proyecto el Ingeniero de Proyecto de Campo debe desarrollar los siguientes controles administrativos:

### 1.1.1 Para administración del proyecto

- a.- Desarrollar e implementar el plan de personal auxiliar de Ingeniería de Campo que apoyará a los ingenieros de campo de cada disciplina.
- b.- Preparar y/o aprobar el plan para el control del personal de Ingeniería de Campo.
- c.- Evaluar periódicamente al personal de Ingeniería de Campo.
- d.- Seleccionar al personal para cubrir las posiciones de Ingeniería de Campo.
- e.- Desarrollar un plan de capacitación del personal de Ingeniería de Campo.

### 1.1.2 Para capacitación y desarrollo profesional del personal de Ingeniería de Campo.

- a.- Evaluar las habilidades del personal de Ingeniería de Campo asignado al proyecto.
- b.- Desarrollar habilidades específicas en el personal de Ingeniería de Campo requeridas para la ejecución del proyecto.
- c.- Asegurar que el personal de Ingeniería de Campo entienda los procedimientos específicos del proyecto.
- d.- Adicionalmente a las necesidades específicas del proyecto debe implementar planes de capacitación para el desarrollo profesional del personal de Ingeniería de Campo. La capacitación específica del personal implementado puede no tener aplicación inmediata en un proyecto específico pero debe mejorar el desarrollo profesional del personal asignado al proyecto.



### 1.2 Deberes y Responsabilidades del Ingeniero de Campo.

Los Ingenieros de Campo asignados al equipo de construcción son responsables de funciones técnicas incluyendo el diseño de las instalaciones provisionales de construcción, actuar como enlace con la oficina de diseño, planificación del trabajo, administración de materiales, e inspección y aceptación del trabajo ejecutado. Los Ingenieros de Campo reportan al Ingeniero de Proyecto de Campo quien es el líder de Ingeniería de Campo en el proyecto. El Ingeniero de Proyecto de Campo y el grupo de Ingenieros de campo están bajo la dirección administrativa del Gerente de Sitio.

Las posiciones, deberes y responsabilidades de la Ingeniería de campo varían de proyecto a proyecto, sin embargo, los Ingenieros de Campo están típicamente organizados por disciplinas incluyendo Civil, Eléctrico, Instrumentación, Mecánico, y Tuberías. Cada una está encabezada por un Ingeniero de Campo Líder de disciplina. En algunos casos, un solo líder puede ser responsable de varias .

A continuación se enlistan los deberes y responsabilidades del Ingeniero de Proyecto de Campo así como del Ingeniero de Campo Civil.

#### 1.2.1 Del Ingeniero de Proyecto de Campo.

- \* Implementar el Programa de Constructibilidad del proyecto en el sitio de construcción.
- \* Implementar el Plan de Automatización de Construcción del Proyecto para las aplicaciones de Ingeniería de Campo.
- \* Desarrollar los planes de personal de Ingeniería de Campo.
- \* Preparar ó aprobar las revisiones del rendimiento del personal de Ingeniería de Campo.
- \* Dirigir el diseño de las instalaciones provisionales de construcción requeridas.
- \* Establecer las relaciones de trabajo entre la oficina de diseño y la de Ingeniería de Campo y las líneas de comunicación con el Ingeniero de Proyecto incluyendo los acuerdos para las entregas de ingeniería.
- \* Evaluar las necesidades y desarrollar el Plan de Capacitación del personal de Ingeniería de Campo.

## Capítulo 1 Requisitos Administrativos

- \* Desarrollar e implementar el Programa de Calidad de Construcción. El programa debe incluir:
  - + Un procedimiento de distribución y control de documentos de diseño.
  - + Un procedimiento de control de cambios de diseño en campo.
  - + Un procedimiento de control de materiales.
  - + Un procedimiento de control de artículos deficientes.
  - + Un procedimiento de control de equipos de medición y prueba.
  - + Un procedimiento de inspección y prueba de construcción en proceso y final.
  - + Un procedimiento de los requerimientos de retención de registros.
  - + Un procedimiento de auditorías de calidad periódicas del proyecto.
- \* Desarrollar e implementar el plan de control de topografía del proyecto.
- \* Desarrollar e implementar un programa de mantenimiento preventivo para el equipo de instalación permanente antes de su instalación.
- \* Asegurar que los planes de maniobras pesadas estén preparados como se requiera.
- \* Asegurar que los resúmenes de materiales del proyecto estén listos.
- \* Asegurar que los reportes de cantidades instaladas se realicen como se requiera.
- \* Aprobar las Requisiciones de Materiales de Campo para materiales e insumos comprados en campo.
- \* Mantener la lista de insumos críticos de construcción como se requiera.
- \* Desarrollar procedimientos de campo para procesos de trabajo críticos y especiales en cuanto a procuración, recepción, inspección, control de documentos, etc.
- \* Desarrollar el alcance y datos técnicos para los subcontratos de campo emitidos.

## Capítulo 1 Requisitos Administrativos

- \* Desarrollar un programa de entregas de área ó sistema incluyendo los requisitos aplicables para el desarrollo de documentos “as built” y entregas de registros de inspección requeridos por el contrato.  
( “as built”.- La traducción literal puede interpretarse “como está”. Un documento “as built” es generalmente un plano ó diagrama en donde queda plasmada la configuración ó arreglo final de un área ya construida.)
- \* Desarrollar un procedimiento de señalización de seguridad para el proyecto.
- \* Monitorear el rendimiento del los Ingenieros de Campo durante el proyecto.
- \* Proporcionar evaluación técnica sobre presupuestos de proveedores y/o subcontratistas cuando se requiera.
- \* Proporcionar revisión técnica de las entregas de los proveedores cuando se requiera.
- \* Desarrollar e implementar un procedimiento de cierre del proyecto.
- \* Asegurar que el Plan de Control Ambiental del proyecto este adecuadamente implementado; los aspectos mínimos que debe cumplir el plan se indican en el capítulo 2 sección 2.4.
- \* Desarrollar un proceso de rastreo y mantenimiento para los permisos y licencias requeridas en sitio.
- \* Coordinar las actividades de trabajo de Ingeniería de Campo con el grupo de Puesta en servicio.
- \* Desarrollar un proceso de adquisición de materiales así como de control de salarios y jornales de trabajo.

### 1.2.2 Del Ingeniero de Campo Civil.

Los deberes y responsabilidades específicas varían para cada proyecto en particular. En general el Ingeniero de Campo Civil será responsable de uno ó más de los siguientes puntos:

- \* Realizar las revisiones de constructibilidad del proyecto.
- \* Preparar diseños de campo en función de los acuerdos del proyecto.
- \* Diseñar las instalaciones temporales de construcción como sean requeridas.
- \* Implementar los requisitos de Control de Calidad de construcción del proyecto incluyendo inspecciones y prueba de instalaciones en proceso de construcción y/o terminadas.
- \* Desarrollar listas de pendientes en trabajos incompletos.
- \* Preparar reportes de desviación a los documentos con condiciones de no conformidad cuando se requiera.
- \* Proporcionar asistencia técnica a los ingenieros de construcción.
- \* Implementar la distribución de documentos de diseño para el proyecto.
- \* Preparar cambios de diseño de campo para el proyecto.
- \* Controlar la calibración del equipo de medición y prueba del equipo usado en el proyecto.
- \* Preparar los planes de maniobras pesadas para el proyecto.
- \* Preparar reportes de resúmenes de materiales.
- \* Reportar cantidades instaladas.
- \* Preparar Requisiciones de Materiales de Campo.
- \* Realizar la recepción, inspección y monitoreo de las áreas de almacenaje internas del sitio de construcción para materiales de instalación permanente.
- \* Realizar coordinación de subcontratistas incluyendo la administración de partidas y/o volúmenes adicionales.

## Capítulo 1 Requisitos Administrativos

- \* Apoyar a los supervisores de campo.
- \* Realizar entregas de áreas y/o sistemas incluyendo la preparación de los documentos “as built” que se requieran y la inspección de registros requeridos por el contrato.

### 1.3 Desarrollo de Procedimientos del Proyecto.

Cada proyecto de construcción requiere desarrollar los procedimientos de ingeniería de campo apropiados describiendo el proceso de trabajo que se usará para realizar sus deberes y responsabilidades. El contenido exacto de estos procedimientos de proyecto variará dependiendo del tipo de trabajo, el alcance de los servicios y de los requisitos del contrato. Es responsabilidad del Ingeniero de Proyecto de Campo desarrollar los procedimientos apropiados asegurando que estos criterios se satisfagan.

Como mínimo, los procedimientos de Ingeniería de Campo deben incluir los siguientes:

#### a.- Desarrollo y aprobación del procedimiento.

Describir como serán preparados y controlados los procedimientos del proyecto y quien será el responsable de la revisión y aprobación de estos.

#### b.- Control de documentos y requisitos de retención.

Describir como las copias electrónicas y de copia dura serán administrativamente controladas. Finalmente, los procedimientos deben también definir los requisitos de retención para cada tipo de documentos.

(Una copia electrónica es un documento que puede ser manipulado y transmitido por medio de una computadora ó red, por ejemplo, un archivo, un E-mail, un disquete, etc. En el capítulo 2 sección 2.3 se menciona mas sobre el uso de computadoras y medios electrónicos en el sitio de construcción.

Una copia dura es un documento impreso en papel.)

#### c.- Capacitación en el proyecto.

Describir como será implementada y documentada la capacitación en el proyecto. Esto debe incluir toda la capacitación del proyecto incluyendo:

- \* Capacitación de Seguridad, Medio Ambiente y Salud.
- \* Capacitación de procedimientos del proyecto.
- \* Capacitación de administración de subcontratos.
- \* Capacitación de automatización.

- \* Capacitación técnica.
- \* Capacitación de Recursos Humanos.
- \* Capacitación de habilidades.

d.- Plan de Control de Calidad y Planeación de Inspecciones de Construcción.

Describir el método y la frecuencia de las inspecciones de instalación. El procedimiento debe indicar las partidas mayores que se instalarán incluyendo concreto, acero estructural, cableado eléctrico y equipo rotativo. Los procedimientos deben definir la inspección específica, prueba y documentación requerida. Cuando el trabajo sea realizado por un contratista ó subcontratista, el plan de calidad/inspección debe indicar una división de responsabilidades definiendo los alcances de la compañía dueña del contrato, del contratista ó subcontratista y del cliente de modo que se satisfagan los requisitos del contrato.

e.- Equipo de Medición y Prueba.

Describir los métodos de control de los equipos de medición y prueba usados para las inspecciones de verificación de calidad y pruebas.

f.- Control de Artículos defectuosos.

Describir los métodos que serán usados para controlar la identificación, evaluación y corrección de los materiales, equipos e instalaciones deficientes.

g.- Control de Cambios en Campo.

Describir el proceso que será implementado para controlar los cambios de diseño en campo.

h.- Terminación de la construcción y entrega.

Describir el proceso que se usará para controlar la preparación y aceptación de las áreas y/ó sistemas para entrega.

Las aprobaciones requeridas para los procedimientos del proyecto variarán de acuerdo al tipo y características de este, sin embargo, los procedimientos de Ingeniería de Campo deben ser revisados y aprobados por el Ingeniero de Proyecto de Campo y por el Gerente de Sitio antes de su implementación.

El Ingeniero de Proyecto de Campo debe entregar una copia de los procedimientos completos del proyecto a la oficina central de la compañía para su uso potencial como procedimientos de construcción genéricos.

La figura 1.3 muestra un ejemplo de un formato propuesto para el desarrollo de un procedimiento de Ingeniería de Campo.



**NOMBRE DEL PROYECTO**  
NOMBRE DEL CLIENTE O LOCALIZACION DEL PROYECTO  
NUMERO DEL PROYECTO

**TITULO DEL PROCEDIMIENTO**

PREPARO

REVISO

APROBO

**1.0 Propósito.**

El **propósito** del procedimiento da una breve explicación de la intención del mismo. Generalmente, el **propósito** no debe exceder de uno ó más enunciados.

**2.0 Alcance.**

El **alcance** del procedimiento identifica la porción del proyecto en que se aplica el mismo. Esta sección debe ser también relativamente corta en extensión.

**3.0 Definiciones.**

Las **definiciones** son una breve descripción de alguna palabra especial ó inusual ó de expresiones usadas en el procedimiento. Normalmente, no debe haber más de dos ó tres definiciones en un procedimiento particular. La extensión de cada definición no debe exceder de uno ó dos enunciados. Si no se requieren definiciones, anotar "Ninguna" en esta sección.

**4.0 Referencias.**

Las **referencias** dirigen el procedimiento al documento ó documentos primarios en los cuales se basa el mismo. Si no aplica ninguna referencia anotar "Ninguna" en esta sección.

**5.0 Responsabilidades.**

Las **responsabilidades** resumen la responsabilidad específica de las posiciones clave en la implementación del procedimiento. Normalmente no hay más de dos ó tres posiciones con responsabilidades definidas para cada procedimiento y la definición de cada responsabilidad no debe exceder dos ó tres enunciados. Si no aplican responsabilidades específicas al procedimiento, anotar "Ninguna" en esta sección.

**6.0 Requisitos.**

Los **requisitos** delimitan los requerimientos específicos del procedimiento y pueden ocupar varias páginas de extensión. Si se requieren documentos anexos para una explicación completa de los requisitos estos deben referenciarse como "Anexos" y deben estar referidos dentro del texto del procedimiento. Siempre que sea posible, los requisitos del procedimiento deben asentarse de forma breve y concisa.

Figura 1.3 Formato de Procedimientos de Ingeniería de Campo.

1.4 Control de documentos del proyecto.

En esta parte se describen las medidas requeridas para el control de los documentos de diseño y los registros de construcción del proyecto en el lugar de la obra.

El procedimiento específico desarrollado para el proyecto para las actividades de control de documentos de construcción debe ser apropiado para el tipo de planta que se construirá.

Los siguientes elementos deben ser incluidos en el procedimiento de control de documentos del proyecto:

- a.- El procedimiento debe contemplar que se haga un chequeo regular del registro de control de los documentos de ingeniería de diseño para asegurar que la revisión más reciente este disponible en el sitio de construcción.
- b.- La información de diseño recibida en campo debe checarsse contra el transmital para asegurar que todos los documentos listados en este hayan sido recibidos. El procedimiento debe indicar como debe ser hecho el chequeo y como debe documentarse el mismo así como los pasos a seguir si existe alguna discrepancia.  
  
( Transmital es un listado de los documentos que se están entregando en un paquete dado, este debe contener el titulo, número de copias y revisión de los documentos. Todo transmital debe tener un número de identificación que permita el control de este.)
- c.- Debe implementarse una matriz de distribución de documentos y un procedimiento similar que proporcione un control integral de su distribución.
- d.- Debe definirse e implementarse un sistema de archivo en el sitio de construcción.
- e.- Deben definirse los requisitos para recepción, distribución y archivado de especificaciones, requisiciones de material y ordenes de compra.
- f.- Debe definirse el control de documentos “as built”.
- g.- Debe definirse un método para el control de documentos superados, no usados y/o cancelados.

A continuación se presenta una lista de los aspectos que deben considerarse en el establecimiento de un sistema de control de documentos:

**Preplaneación:**

Espacio requerido para el Centro de Control de Documentos considerando:

- \* Número y tipo de documentos a ser recibidos incluyendo documentos de los contratistas y documentos generados en obra.
- \* Requerimientos para almacenaje de documentos superados y/o cancelados.
- \* Tamaño de los documentos que se manejarán, considerando equipo de reproducción, almacenaje y mantenimiento de archivos.
- \* Número de escritorios requeridos para el personal del Centro de Control de Documentos.
- \* Número de mesas requeridas para la revisión de impresiones.
- \* Tipo de equipo seleccionado para usar incluyendo PC's, plotters, y copiadoras.

**Arreglo**

Arreglo del área de trabajo del Centro de Control de Documentos:

- \* Determinar los requerimientos de suministro de energía eléctrica para el equipo incluyendo computadoras, impresoras y equipo de reproducción.
- \* Determinar el número y localización de teléfonos requeridos.
- \* Considerar el número de personal.
- \* Revisar los requisitos de iluminación del área de trabajo.
- \* Considerar el método de distribución de documentos que se usará ( por ejemplo, cajas de correspondencia y/o casilleros).
- \* Determinar la localización para los inventarios y almacén de papel y consumibles.

Arreglo del área de revisión de documentos:

- \* Determinar si las mesas de revisión serán compradas ó fabricadas en sitio.
- \* Determinar cuanto espacio de revisión se requiere.
- \* Las mesas de revisión deben ser aproximadamente de 80 cm de alto, deben ser suministradas con una superficie angulada y debe tener espacio para almacenaje debajo de la superficie de revisión.
- \* Determinar el número de planeros de revisiones de dibujos requeridos.

Arreglo del área de almacén de documentos:

- \* Determinar el número de gabinetes requerido para archivos y dibujos.
- \* Determinar el número de carpetas requeridas.

Arreglo del área de reproducción:

- \* Determinar los requerimientos de ventilación.
- \* Determinar si la unidad de reproducción opera con hojas simples ó con rollos de papel.

**Seguridad del sistema de control de documentos.**

Revisar la seguridad física del Centro de Control de Documentos considerando:

- \* Determinar como se controlará el acceso al Centro.
- \* Determinar cuantos y cuales escritorios, gabinetes y archivos requieren tener cerraduras.
- \* Determinar cuantos juegos de llaves existirán y a quien estarán asignadas.
- \* Desarrollar un listado de quien está autorizado para acceder a los documentos originales.
- \* Determinar como serán destruidos los documentos superados, cancelados y/o innecesarios.

- \* Determinar si el sistema de seguridad requiere procedimientos especiales de manejo y/o control tal como distribución limitada ó impresión en papel de un color especial.

## CAPITULO 2

### Programas Generales

#### 2.1 Programa de Control de Calidad del Proyecto.

Un programa de control de calidad es básico en la administración de la construcción si lo que se quiere es dar un seguimiento óptimo al desarrollo del proyecto.

Definamos un proceso de control de calidad, de una manera práctica, como la formulación y respuesta a tres preguntas en todas y cada una de las actividades que se realizan durante el proyecto:

- 1.- Que es lo que se hace?
- 2.- Como se hace?
- 3.- Como y en donde se documenta?

Estas tres preguntas y las respuestas que se obtengan, aplicadas en todas las etapas del proyecto, nos dan una certera visión de hasta donde se está llevando la obra con calidad.

Un programa de control de calidad implica desarrollar procedimientos, formatos de revisión, etc., es un trabajo que requiere tiempo y dedicación; no se desarrolla aquí, por no ser el objetivo del trabajo, se indican tan solo los requisitos que debe contener.

El programa de control de calidad será implementado desde el inicio de la llegada de materiales al sitio de la construcción hasta que las instalaciones sean terminadas y entregadas a la entidad de puesta en servicio ó al cliente.

Los requisitos del programa de control de calidad específico de cada proyecto deben considerar los siguientes elementos:

- a.- Inspecciones de la verificación de la calidad para asegurar que el trabajo es correctamente ejecutado.
- b.- Preparación, control y retención de la documentación de la verificación de la calidad de la construcción así como de sus registros.
- c.- Control y calibración de los equipos de medición y prueba.
- d.- Control de documentos de diseño.

- e.- Control de materiales de no conformidad. Este punto es de suma importancia, ya que la calidad de los materiales debe rastrearse durante todo el proceso de construcción y hasta su instalación final. Por ejemplo el acero de refuerzo puede llegar al almacén con todos los certificados de conformidad de calidad, sin embargo durante el proceso de habilitado pueden presentarse situaciones tales como varillas que se quiebran al doblarlas; el programa de control de calidad debe prever estas situaciones e indicar las acciones correctivas pertinentes.
- f.- Procedimientos de control del trabajo para fabricación instalación, procesos especiales y pruebas.
- g.- Requisitos para la preparación de requisiciones de materiales de campo y aprobación de ordenes de compra.
- h.- Dirección técnica relacionada a los laboratorio de prueba de materiales en sitio y subcontratistas para la realización de pruebas no destructivas.
- i.- Monitoreo de la implementación del programa de control de calidad de los subcontratistas mediante la inspección y supervisión durante la ejecución de los trabajos.
- j.- Revisión de la documentación de verificación de calidad de los subcontratistas y proveedores de materiales.
- k.- Inspección de la recepción de materiales y equipos para determinar daños, faltas ó deficiencia.
- l.- Control del almacenamiento de materiales y equipos y requisitos de protección para prevenir daños, pérdidas ó deterioro.
- m.- Programación de mantenimiento preventivo para equipo de instalación permanente antes de su entrega a la organización de Puesta en servicio ó al cliente.

El programa de calidad estará definido en los procedimientos implementados en el proyecto.

## 2.2 Programa de Constructibilidad del Proyecto.

“Constructibilidad” se define como el uso óptimo del conocimiento y experiencia de los procesos constructivos en la planeación, diseño, procuración y operaciones de campo para lograr los objetivos del proyecto en su conjunto.

Un apropiado programa de constructibilidad y su correcta aplicación al proyecto permitirá un sustancial ahorro en tiempo y dinero al momento de realizar la obra; tomemos en cuenta que el pensar las cosas antes de hacerlas es más económico que corregir errores de planeación y falta de visión.

Es preciso coordinar el trabajo entre los equipos de diseño y construcción para la implementación de un programa de constructibilidad. Así mismo deben recolectarse y transmitirse al personal las lecciones aprendidas en proyectos anteriores para su uso en donde sea conveniente.

Durante el desarrollo del programa de constructibilidad es una práctica sana reunir a la mayor cantidad de los elementos que participaran en el proyecto, siempre que sea posible hacerlo, desde su diseño hasta su puesta en marcha y realizar un ejercicio de “tormenta de ideas”; durante este ejercicio cada elemento involucrado participa aportando sus ideas y experiencias de modo que puedan ser comentadas por los demás elementos participantes. Después de que cada elemento participa se debe hacer una depuración de los ideas hasta llegar a una concepción óptima del proyecto. Esta concepción será de suma utilidad para la implementación del Plan de Constructibilidad, pues estarán reflejadas la mayor cantidad de situaciones que pudieran presentarse y permite elaborar sistemas y estrategias preventivas antes de que sucedan. Recordemos que prevenir es mejor que corregir.

Un adecuado Plan de Constructibilidad debe considerar situaciones que pudieran presentarse en las primeras fases de diseño, durante la construcción y a la terminación y entrega del proyecto.



2.2.1 Constructibilidad durante las primeras fases de diseño del proyecto.

La constructibilidad debe aplicarse desde las primeras acciones del diseño y la planeación del proyecto, ya que es durante este período que las actividades de constructibilidad tendrán su mayor influencia para ahorro en el costo y programación del proyecto.

La figura 2.1 muestra la manera en que el programa de constructibilidad debe aplicarse en cada fase de un proyecto para obtener su máximo beneficio.

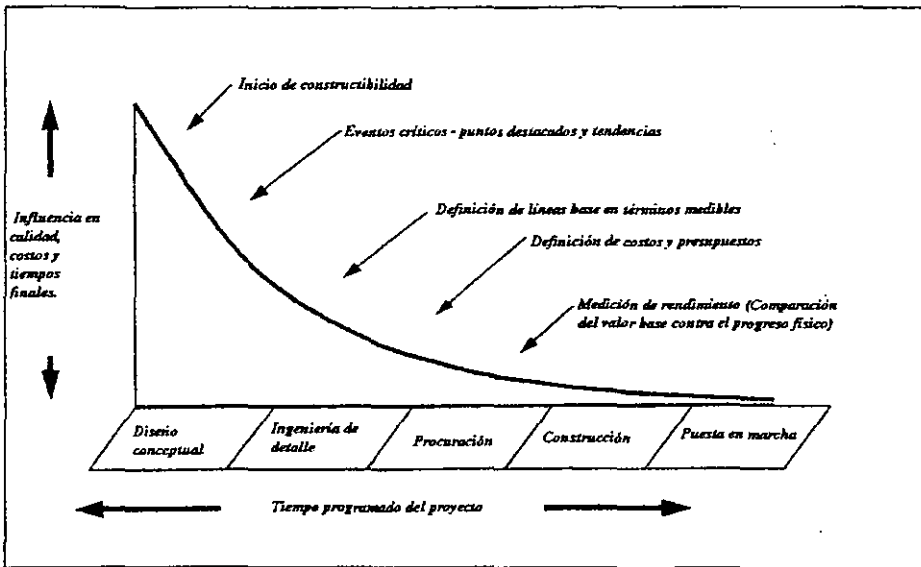


Figura 2.1 Implementación de la constructibilidad durante las fases del proyecto.

Durante las primeras fases de diseño la constructibilidad debe tener en cuenta los registros de obras similares así como en lecciones aprendidas. Los planes de constructibilidad que se establezcan durante esta fase deben ser revisados conjuntamente con el equipo de diseño para su adopción.

2.2.2 Constructibilidad durante la fase de construcción del proyecto.

El Ingeniero de Proyecto de Campo es responsable de asegurar que los planes de constructibilidad aprobados e ideas desarrolladas durante la etapa de diseño sean aplicados durante la construcción.

Si bien los ahorros en costo y tiempo potencial no es significativo durante las primeras fases del diseño, estos se muestran claramente durante la etapa de construcción; sin embargo, por más analizados y detallados que sean los planes desarrollados son susceptibles de mejoramiento durante la marcha del proyecto; por lo que deberá revisarse continuamente los métodos de trabajo así como el diseño detallado para identificar cambios potenciales.

2.2.3 Constructibilidad en la terminación y entrega.

Durante esta etapa y con el principal fin de enriquecer el archivo de experiencia de la compañía, el Ingeniero de Proyecto de Campo debe recolectar y resumir las lecciones aprendidas del equipo de construcción. Las lecciones aprendidas deben ser documentadas en un formato estándar de manera que sean fácilmente comprensibles para su aplicación en proyectos futuros. Cada reporte de lecciones aprendidas debe ser revisado y aprobado por el Gerente de Sitio. Una vez aprobadas deben distribuirse copias a todos los miembros del equipo del proyecto.

### 2.3 Plan de Automatización del Proyecto.

El término automatización se usa aquí como sinónimo de un uso amplio de computadoras y transmisión electrónica de datos. En nuestro país las obras aún no usan este recurso de manera masiva, por lo que se indican solamente los puntos más importantes que deben considerarse cuando se pretenda implementar un plan de esta naturaleza.

Dependiendo de la naturaleza del proyecto, el Ingeniero de Proyecto de Campo puede ser requerido para asistir en el Plan de Automatización del Proyecto antes de que inicie.

El plan deberá ser revisado y aprobado por el Gerente de Sitio y por el Gerente de Proyecto.

Para implementar la porción de Ingeniería de Campo en el Plan de Automatización de la Construcción, el Ingeniero de Proyecto de Campo debe considerar los siguientes puntos:

- a.- Determinar los requerimientos de información que deben estar disponibles por medios electrónicos tales como modelos tridimensionales.
- b.- Verificar que la red local que se instale en el sitio de la construcción satisfaga las necesidades de Ingeniería de Campo.
- c.- Evaluar la experiencia en manejo de computadoras del personal de Ingeniería de Campo asignado y, en su caso, determinar los requerimientos de capacitación.
- d.- Determinar los requerimientos de software necesarios en el sitio de construcción para soportar la ejecución del proyecto.

#### 2.4 Programa de Control Ambiental.

Tradicionalmente en nuestro país se había considerado que una obra debe ser antagonica al medio ambiente del lugar en donde se construye. Es la lamentable que esta práctica haya llevado a regiones enteras a un devastamiento ecológico, tal es el caso del sur de Veracruz y Tabasco en donde el desarrollo de los complejos petroleros sin un adecuado plan de control ambiental, aunado a que no existia un organismo oficial con la autoridad suficiente para vigilar este control ambiental, deterioró notablemente el medio ambiente aún antes de que comenzaran a operar.

Durante los años 80's el Gobierno Federal institucionalizó la SEDUE, Secretaría de Estado encargada de coordinar las acciones de conservación ecológica en el país. Con la aparición de la SEDUE las obras de infraestructura empezaron a someterse a un control mas estricto en cuanto al cuidado del medio ambiente. Esta situación ha ayudado mucho, sin embargo es importante que se desarrolle un actitud de conservación ambiental independientemente de que exista un organismo encargado de hacerla cumplir.

Un Plan de Control Ambiental es importante en el desarrollo de un proyecto que pretenda ser considerado óptimo; no se trata de hacer Ingeniería Ambiental, tan solo de implementar los requisitos necesarios y de desarrollar una conciencia ecológica en el personal para no dañar a la naturaleza más de lo necesario durante la construcción.

Dependiendo de la naturaleza y alcance del proyecto, el Plan de Control Ambiental de Construcción para el proyecto debe ser:

- a.- Un documento único.
- b.- Debe incluir los planes de seguridad y salud del proyecto.
- c.- Debe estar incluido dentro del plan general del proyecto y cumplir con el plan ambiental del cliente.

El Plan de Control Ambiental debe ser revisado y apropiado por el personal de Servicios Ambientales de la compañía, por el Gerente de Sitio y por el Gerente de Proyecto antes de su implementación.

El Plan debe indicar lo siguiente según sea apropiado:

- a.- Los métodos que se usarán durante la construcción para asegurar que se cumplen con todos los requisitos de las leyes y/o regulaciones ambientales a nivel local, estatal, federal e internacional.

- b.- Que se cumplan con los permisos requeridos para el levantamiento, monitoreo y mitigación durante la pre-construcción, construcción, post-construcción y puesta en servicio para identificar y proteger la integridad de los recursos naturales en el sitio del proyecto ó los recursos naturales potencialmente afectados por los trabajos de construcción.
- c.- Cumplir con las responsabilidades ambientales contempladas en el contrato principal y en cualquier subcontrato.
- d.- El nivel capacitación de conocimiento ambiental que será implementado en el proyecto.
- e.- Los trabajos de reciclaje que serán implementados en el proyecto.
- f.- Los métodos que serán implementados para identificar y controlar el manejo, almacenaje, transportación y disposición de desechos peligrosos.
- g.- El programa de desechos sólidos del proyecto.
- h.- El programa de control de derrames del proyecto.
- i.- El programa de control de polvo del proyecto.
- j.- El Plan de Inspección y Documentación de Cumplimiento Ambiental del proyecto.

El coordinador ambiental de la construcción debe:

- a.- Coordinar la capacitación de conocimiento ambiental para todo el personal de construcción del sitio.
- b.- Vigilar y documentar durante la construcción el cumplimiento del Plan de Control Ambiental de la Construcción incluyendo todos los permisos y regulaciones requeridas.
- c.- Monitorear los trabajos de construcción en representación del Gerente de Sitio e identificar oportunidades para implementar el programa de cumplimiento ambiental del proyecto.
- d.- Asistir al personal obrero de la construcción y a los subcontratistas para implementar efectivamente los requerimientos de control ambiental y reducir la generación de basura durante la construcción.

El inspector de cumplimiento debe:

- a.- Periódicamente monitorear el cumplimiento del Plan de Control Ambiental de Construcción incluyendo todos los permisos requeridos, la aprobación de condiciones y otros requisitos regulatorios.
- b.- Notificar rápidamente al Gerente de Sitio de cualquier situación que potencialmente no cumpla ó pueda no cumplir e implementar las acciones correctivas para asegurar su cumplimiento.
- c.- Monitorear periódicamente la implementación de la capacitación de conocimiento ambiental.

## CAPITULO 3

### Requisitos Técnicos

#### 3.1 Diseño de Instalaciones Temporales.

Generalmente el Ingeniero de Proyecto de Campo y el Gerente de Sitio revisaran conjuntamente el trabajo estimado para las instalaciones temporales, visitas al sitio de construcción y juntos planearan el tamaño y la localización de todas las instalaciones temporales. Es esencial que el número de trabajadores manuales y calificados requerido en todas las etapas del proyecto sea analizado cuidadosamente para dimensionar adecuadamente el tamaño de las oficinas, vestidores, y otras instalaciones temporales. Los Ingenieros de Campo típicamente localizan y diseñan todas las instalaciones temporales de construcción.

Las instalaciones temporales de construcción típicamente incluyen:

- a.- Las oficinas temporales incluyendo los servicios eléctricos y mecánicos apropiados.
- b.- Las instalaciones para bodegas temporales y áreas de descarga de materiales.
- c.- Instalaciones temporales para talleres y áreas de fabricación/construcción.
- d.- Estacionamientos temporales.
- e.- Instalaciones de energía temporal.
- f.- Sistema de agua potable.
- g.- Agua para construcción.
- h.- Abastecimiento de oxígeno y acetileno.

El Ingeniero de Proyecto de Campo es responsable de asegurarse que los diseños de las instalaciones temporales de construcción cumplan con todos requisitos de diseño aplicables de las dependencias federales, estatales y locales, así como cualquier requisito de diseño solicitado por el cliente. Esto puede requerir la revisión y aprobación del diseño por un Perito.

A continuación se proporciona una guía y algunos comentarios sobre los requerimientos típicos para el arreglo y diseño de las instalaciones temporales de construcción. Ya que las condiciones del proyecto varían en función de su localización y condiciones de contrato, las instalaciones temporales pueden variar de lo mostrado.

**Guía para el arreglo y diseño de instalaciones temporales de construcción.**

Oficinas de Construcción.

Generalmente los reglamentos de construcciones tales como el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF), el Uniform Building Code (UBC), etc., indican las áreas mínimas que deben considerarse para diferentes usos; la tabla que presento a continuación esta desarrollada en base a la experiencia de una compañía en la que tuve la oportunidad de trabajar.

Deben considerarse lo siguiente cuando se dimensionen las oficinas temporales de construcción:

TIPO DE OFICINA	ESPACIO
Personal Administrativo (incluye espacio para visitas y/o archivos)	10 m <sup>2</sup>
Personal de Ingeniería y Supervisión (no incluye espacio para visitas, mesas de trabajo, archiveros, etc.)	7 m <sup>2</sup>
Centro de control de documentos (puede variar dependiendo del tamaño del equipo de reproducción y de los documentos)	40 m <sup>2</sup>
Sala de Juntas (puede variar dependiendo del uso)	20 m <sup>2</sup>
Archivos	40 m <sup>2</sup>

**Tabla 3.1 Espacios mínimos recomendados para oficinas de campo.**



Además de lo recomendado en la Tabla 3.1, los siguientes factores deben tomarse en cuenta para el dimensionamiento de las oficinas temporales:

- a.- Determinar si el cliente requiere oficinas para su personal durante la construcción y adicionar el espacio requerido.
- b.- Adicionar espacio para almacenaje, cuartos de equipos mecánicos y área de recepción de visitantes como se requiera.
- c.- Proveer espacios para pizarrones de información y para colocar permisos que deben permanecer a la vista todo el tiempo.
- d.- Proveer espacio para sala de proyecciones cuando se requiera.
- e.- Minimizar el número de oficinas privadas y maximizar las áreas de oficinas abiertas.
- f.- Usar pisos de cemento pulido y/o loseta vinílica para reducir costos de mantenimiento.
- g.- Proporcionar un teléfono mínimo por cada dos personas.
- h.- Tener espacio para la instalación de computadoras ó estaciones de trabajo en el sitio.
- i.- Cuando se usen trailers de oficinas rentados, cuidar que los trailers tengan el cableado y salidas eléctricas y de voz-datos requeridas para el proyecto.
- j.- Proporcionar la iluminación adecuada en todas las oficinas.
- k.- Proporcionar un área centralizada para fax y copiadoras.

#### Bodegas y áreas de descarga de materiales.

Los requerimientos de bodegas y áreas de descarga de materiales varían de acuerdo al tipo de proyecto y a las necesidades de protección requeridas para los materiales e equipos descargados. Los siguientes factores deben considerarse para el dimensionamiento, arreglo y diseño de las bodegas de construcción:

- a.- Incluir espacio para almacenaje general, desempacado y clasificación en todas las bodegas de materiales.
- b.- Proporcionar espacio de oficinas para proveedores, veladores y bodégueros.

### Capítulo 3 Requisitos Técnicos

- c.- Proporcionar espacio adicional para almacenamiento general, y áreas de almacenamiento bajo llave para instrumentos (un área de calibración si se requiere), tubería y material eléctrico.
- d.- Proporcionar espacio de almacenaje para materiales temporales y herramientas y equipos de construcción.
- e.- Siempre que sea posible, construir las bodegas permanentes durante las fases iniciales del proyecto para usarlas como bodegas de construcción.
- f.- Usar materiales retardantes de fuego para las bodegas de construcción.
- g.- Incorporar un muelle de descarga en las bodegas siempre que sea práctico.
- h.- Proporcionar ventilación.
- i.- Localizar los cuartos de herramientas tan cerca como sea práctico al sitio de trabajo y dimensionarlos para el número de piezas que abastecerán.
- j.- El almacenaje de materiales flamables tales como pinturas, aceites, gases, y materiales peligrosos deben cumplir con los requisitos de seguridad.
- k.- El uso de detectores de humo y fuego debe considerarse en función del valor de los materiales almacenados.
- l.- Todos los edificios deben tener un número adecuado de extintores de fuego apropiados para combatir ó eliminar llamas.
- m.- Las áreas de almacenaje abiertas para madera ó cartón deben protegerse con hidrantes. Debe localizarse un hidrante a no más de 15 metros de distancia de cada bodega ó edificio de oficinas.
- n.- Proveer drenajes adecuados alrededor de las áreas de almacenaje y bodegas. Construir las áreas a un nivel superior del camino de acceso. Usar sardineles que puedan ser cruzados por el equipo ó construir las áreas de almacenaje angostas de manera que puedan ser servidas con una grúa desde del camino de acceso.
- o.- Siempre que sea práctico usar áreas pavimentadas para descarga de materiales.

Talleres e instalaciones de fabricación.

*Taller de fabricación de tuberías.*

Los complejos industriales suelen requerir de la instalación de grandes cantidades de tubos, que en su gran mayoría deben ser habilitados y/o armados en el sitio de construcción. Los requerimientos de fabricación de tuberías varía de proyecto a proyecto. Después de que se ha establecido una programación de cantidades de tubería, los siguientes aspectos deben considerarse en el diseño del taller de fabricación de tuberías:

- a.- Dimensionar la instalación para soportar la tasa de producción programada y el tipo de equipo que va a ser usado.
- b.- Usar materiales de construcción no-flamables siempre que sea posible.
- c.- Proporcionar la protección contra fuego requerida.
- d.- Localizar y dimensionar las puertas para acomodar y permitir el flujo de materiales a través del taller de fabricación.
- e.- Revisar los métodos de manejo de materiales a ser usados dentro del taller incluyendo monorrieles, montacargas y grúas viajeras.
- f.- Localizar los arreglos de mesas de fabricación, áreas de punteado y soldadura, y cualquier otra área de preensamble considerando el proceso de trabajo dentro del taller.
- g.- Identificar el tipo de equipo de soldadura que serán usados en el taller y hacer el arreglo de los cuartos de soldadura y abastecimiento de energía para optimizar el proceso de soldadura.
- h.- Prever la localización del almacenaje de abastecimiento de soldadura.
- i.- Proporcionar instalaciones de prueba de soldadores y área de capacitación adyacentes al taller de fabricación si es posible.
- j.- La localización del taller de fabricación debe tener suficiente área de descarga y almacenaje para cumplir con las tasas de producción programadas.

- k.- La localización del taller de fabricación debe facilitar un fácil flujo de materiales a otros talleres como pintura y aislamiento que se usaran en la fabricación de tuberías.
- l.- Proporcionar espacio de oficinas dentro del taller de fabricación para el Jefe de Taller, el Ingeniero de Campo y los Inspectores.

#### *Taller de soportes de tuberías.*

El taller de soportes de tuberías debe ser diseñado de la misma manera que el taller de fabricación de tuberías con las siguientes consideraciones:

- a.- La capacidad del equipo para el manejo de materiales puede ser menor.
- b.- Los requerimientos de soldadura son menores.
- c.- Puede requerirse equipo de corte adicional.
- d.- Comunicar el taller de pintura con el taller de soportes de tuberías.
- e.- Proporcionar un área de almacenaje de acero usando racks
- f.- Proporcionar protección ó almacenaje cubierto para instrumentos de soporte sensitivos.

#### Estacionamientos

Los estacionamientos en el sitio de construcción deben ser localizados tan cerca como sea práctico a la puerta de acceso de la obra. Las siguientes consideraciones deben incluirse en el arreglo y diseño:

- a.- El tamaño de los estacionamientos debe dimensionarse en función del número de personas en el sitio de trabajo.
- b.- Estimar el número de vehiculos por estacionamiento, un coche por cada dos personas asignadas al área de trabajo adyacente.
- c.- Ubicar los cajones de estacionamiento y el arreglo de flujo de tránsito para evitar congestionamientos y cambios de dirección.
- d.- Proporcionar iluminación al estacionamiento cuando este será usado de noche.
- e.- Proporcionar un adecuado drenaje para evitar encharcamientos.

- f.- Proporcionar superficies pavimentadas ó con grava para asegurar un rápido drenaje y un uso eficiente.

#### Instalaciones de energía temporales.

Es esencial que durante la planeación, arreglo y diseño se proporcione información para el diseño de estas instalaciones. En general, el tipo de equipo de soldadura, equipos de corte y otros de alto consumo de energía deben ser conocidos para diseñar adecuadamente el tamaño y arreglo del sistema de distribución.

Los siguientes factores deben tomarse en cuenta antes de iniciar el trabajo en el arreglo de energía temporal:

- a.- Mirar cada área separadamente y determinar las cargas mensuales así como los picos que puedan ser requeridos.
- b.- Dimensionar las cargas de los edificios separadamente.
- c.- De la programación de la construcción para cada unidad ó área, determinar el número pico de soldadores.
- d.- Determinar cuales subcontratos requieren abastecimiento de energía, sus usos pico, KW y voltaje requeridos y programa de trabajo.
- e.- Determinar el equipo de corte que será usado en el área, su programa de uso y sus requerimientos de KW.
- f.- Revisar la lista de equipo de construcción planeada para el trabajo. Visualizar los que tienen altos consumos de energía y ubicar en que áreas serán utilizados y cual es su programa de utilización.
- g.- Estimar las cargas para herramientas pequeñas e iluminación para cada área.
- h.- Estimar la carga eléctrica para los sistemas de aire acondicionado, ventiladores, calentadores eléctricos y equipos de cómputo que serán usados durante la construcción.

Después de que cada área ha sido estudiada para cargas pico, anotar estas sobre un plano de arreglo general y analizar el mejor sistema de distribución para el área. Los siguientes factores deben ser tomados en cuenta para dicho análisis:

- a.- Los sistemas aéreos cerca de los caminos por donde circulen grúas pesadas son peligrosos.

- b.- Los sistemas enterrados son costosos pero permiten más libertad de movimiento con equipos pesados. Deben tenderse en áreas en donde no se realizaran trabajos enterrados. El sistema debe marcarse a nivel de terreno y protegerse al nivel que se encuentre enterrado.
- c.- Todos los arreglos de los sistemas enterrados deben mostrarse a escala en los planos generales de sitio y su localización revisada con la oficina de diseño antes de la instalación para evitar conflictos con los sistemas permanentes.
- d.- Deben usarse centros de distribución con salidas de 480 volt en 3 fases y 120-240 volt para una fase.
- e.- No todas las soldadoras se usarán al mismo tiempo. Para el diseño de las instalaciones temporales de energía, se asume que solo el 30% de las soldadoras planeadas se usaran de manera simultanea.
- f.- En ciertas áreas, las autoridades eléctricas y/o estatales deben ser avisadas de las necesidades requeridas. Esta notificación debe ser hecha antes de la energización.

#### Sistema de agua potable.

Los requerimientos de agua potable en la mayoría de los trabajos es pequeña y puede calcularse usualmente considerando 60 lt por día por persona.

Los siguientes factores deben ser tomados en cuenta para el diseño de sistemas de agua potable:

- a.- El agua potable debe ser distribuida por tubos de acero galvanizado ó PVC.
- b.- La tubería debe ser protegida de congelamiento por aislamiento en embebiéndola.
- c.- La tubería debe ser protegida contra rupturas accidentales usando trincheras ó camisas en zonas de tránsito pesado.
- d.- En caso de que el agua sea extraída de pozos del lugar, considerar el uso de tubos de PVC si el agua del pozo tiene bajo pH.
- e.- Si la fuente de abastecimiento de agua potable es un pozo nuevo para la obra, una unidad de tratamiento y purificación completa es requerida.

- f.- Cuando el agua es abastecida de un pozo en el sitio, debe realizarse un muestreo y análisis mensual para asegurar su calidad.

### Agua para Construcción.

Los requerimientos de agua cruda, agua de planta ó agua tratada son usualmente determinados por su uso en construcción, producción y curado de concreto, lavado y pruebas de tubos y recipientes. Los estándares de producción de concreto tales como el American Concrete Institute (ACI), el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (RCDF) ó cualquier otro reglamento que se use, especifican los estándares de calidad. Los requerimientos del cliente usualmente especifican el tipo de agua requerida para la prueba de los equipos mecánicos. Las pruebas para aceros inoxidable deben cumplir con requisitos especiales por concentraciones de clorhidratos máximos permitidos.

En el dimensionamiento de los requerimientos para prueba y uso de construcción en general, considerar el uso normal en metros cúbicos por día y el gasto en m<sup>3</sup> por minuto. El gasto requerido es muy importante cuando se prueban equipos ó tanques grandes ya que una cuadrilla de prueba, generalmente compuesta por un Ingeniero de pruebas, un cabo y de seis a ocho trabajadores, normalmente permanece durante el proceso de llenado. La insuficiencia de agua suficiente puede provocar considerables retrasos en el programa de construcción.

### *Ejemplo:*

Considerar la prueba de un tanque de 4.87 m de diámetro por 42.67 m de altura.

Tamaño de la bomba para llenar el tanque. El volumen de agua a ser bombeado es 79.5 m<sup>3</sup> en 4 horas (240 minutos). El gasto requerido para llenar el tanque es por lo tanto 0.331 m<sup>3</sup>/min.

La altura del tanque, 42.67 m, requiere una presión de llenado de 0.1 kg/cm<sup>2</sup> por metro de altura X (42.67 m = 4.3 kg/cm<sup>2</sup>). Por lo tanto, debe usarse una bomba que pueda bombear 331 lt/min., y a una presión al menos de 1.4 a 2.1 kg/cm<sup>2</sup> arriba de la mínima requerida (4.3 kg/cm<sup>2</sup>) esto es a 5.7-6.4 kg/cm<sup>2</sup>.

Una buena práctica es usar una bomba elevadora para presurizar una línea a 10.5 kg/cm<sup>2</sup> y usar esta bomba para llenar y remover el aire. Después elevar la presión como se requiera con una bomba de prueba. Es bastante conveniente utilizar el sistema de agua contra incendio para distribuir el agua de prueba.

### Abastecimiento de oxígeno/acetileno.

En la mayoría de los proyectos industriales que se realizan en nuestro país puede contarse con abastecimiento de oxígeno y acetileno en cilindros presurizados los cuales son llevados hasta la obra por el proveedor. Sin embargo en algunos tipos especiales de proyectos tales como minas, u obras costa afuera puede requerirse la instalación de una planta de producción de oxígeno.

La planta debe ser ubicada en un cuarto (ó edificio) de concreto, por razones de seguridad, y montada sobre una cimentación de concreto reforzado para compensar las vibraciones del compresor.

Para el caso del acetileno, cuando no es posible conseguir un abastecimiento por medio de cilindros, la planta de producción del gas debe ser localizada en un área remota del sitio de la obra y debe ubicarse en un edificio de madera construido sobre una losa de concreto. Además, otro edificio será requerido para almacenar los químicos tales como acetona, clorhidrato de calcio, etc.

### 3.2 Planes de Maniobras de Construcción.

Las maniobras de construcción son una parte importantísima dentro del proceso de construcción de una planta industrial, ya que en ellas suelen involucrarse equipo de alto costo; por esta razón deben implementarse planes de maniobras que aumenten la eficiencia de los movimientos y reduzcan los riesgos. El tipo de maniobra, sus requerimientos de equipos e incluso sus trayectorias deben estar perfectamente definidos en estos planes.

Definiremos “maniobra de construcción” como el proceso de izaje ó posicionamiento de equipos pesados, componentes, o materiales por medio de una máquina tal como elevadores, grúas, gatos ó dispositivos similares; así como el proceso de relocalización ó movimiento (arrastre) de equipos, componentes ó materiales pesados por medio de una máquina tal como trailers, rodillos ó dispositivos similares.

Los planes de maniobras deben ser realizados por una persona con capacidad técnica y experiencia demostrada en el análisis de operaciones de izaje y para el diseño de los sistemas estructurales temporales requeridos para soportar la operación.

Independientemente del tamaño ó peso, cada operación de maniobras de construcción pesadas debe ser pre-planeada para asegurar que el izaje sea realizado con seguridad. Las maniobras de izaje en el sitio de construcción deben ó pueden clasificarse en cuatro categorías generales:



### Capítulo 3 Requisitos Técnicos

- a.- Izajes ligeros ( 10 ton ó menos). Estos izajes deben realizarse usando buenas prácticas bajo la dirección de un supervisor de izajes responsable. Estas maniobras generalmente no requieren estructuras temporales de soporte.
- b.- Izajes medios ( más de 10 y menos de 50 ton). Para estos izajes debe prepararse, y autorizarse un plan de maniobra ya sea por un Ingeniero de maniobras o por un supervisor de izajes.
- c.- Izajes pesados ( 50 ton ó más). Debe prepararse un plan de maniobra para todos los izajes pesados. A menos que otra cosa sea aprobada por el Gerente de Construcción, el Plan debe ser revisado y aprobado por el departamento de maniobras de la oficina de diseño antes de realizar el izaje. Como parte de la documentación de soporte del plan de maniobra , los cálculos de soporte que apliquen deben ser formalmente preparados, y checados por un Ingeniero de Izajes calificado, y retenidos como parte de la documentación permanente del proyecto.
- d.- Izajes críticos. Para estos izajes, independientemente del peso, debe prepararse un plan de maniobras. Los siguientes izajes suelen clasificarse como críticos:
  - \* Izajes de equipos extremadamente costosos ó sensitivos cuya perdida ó daño podría tener un impacto significativo, financiero ó de retraso, en el proyecto.
  - \* Izajes que deban ser realizados por encima ó cerca de sistemas energizados tales como líneas de alto voltaje ó líneas de vapor en operación.
  - \* Izaje de componentes inusualmente grandes que requieran especial cuidado en el manejo e izaje para prevenir daños.

Los planes de maniobras de construcción pueden ser preparados por un subcontratista; un Ingeniero de Campo debe atender todos los aspectos importantes de la maniobra. Los planes son utilizados tanto para pre-planear la maniobra con el Supervisor y/o Ingeniero de Izajes, como para la plática previa con la cuadrilla de maniobra ó con el subcontratista que ejecutará la maniobra. Los planes de maniobra deben incluir los siguientes elementos como mínimo:

- a.- Un arreglo del área de trabajo incluyendo la localización de todos los obstáculos e interferencias.
- b.- Las separaciones mínimas y las separaciones requeridas de las instalaciones existentes.

- c.- Definición de los componentes que serán izados incluyendo el peso certificado, la secuencia de montaje y los puntos de izaje.
- d.- La localización de las instalaciones enterradas que pudieran afectarse durante la maniobra y que requieran espacios y protecciones especiales para realizar el trabajo.
- e.- El equipo de izaje que será usado incluyendo grúas, cables, estrobos, vigas, ganchos y cualquier otro componente en la cadena de carga.
- f.- Cualquier precaución especial que deba tomarse en cuenta antes del izaje. (por ejemplo retirar el bastidor de embarque antes del izaje).

Los cálculos realizados para soportar la maniobra deben considerar cualquier requisito especial para el izaje, el tipo de equipo y accesorios que se usarán y la secuencia de montaje. Estos cálculos deben ser checados por un Ingeniero calificado para todos los izajes pesados y críticos.

A consideración del Ingeniero de Proyecto de Campo, cálculos formales pueden ser requeridos también para izajes ligeros y medios, dependiendo de la naturaleza del izaje.

Los planes de arrastre pueden ser preparados por un subcontratista, un Ingeniero de Campo, un Supervisor o un Ingeniero de Izajes y debe incluir todos los aspectos importantes de la operación. Los planes de arrastre deben incluir como mínimo los siguientes elementos:

- a.- Un arreglo general de la ruta de arrastre incluyendo la localización de todos los obstáculos e interferencias potenciales tales como trincheras, líneas de energía aéreas y curvas con radio de curvatura corto.
- b.- Espacios mínimos y espacios requeridos de los obstáculos, interferencias e instalaciones existentes.
- c.- Definición de los componentes a ser arrastrados incluyendo el peso certificado del artículo incluyendo el bastidor de embarque.
- d.- Localización de las instalaciones enterradas que podrían ser afectadas por la operación de arrastre y que requieran espacios ó protecciones especiales para realizar el trabajo.
- e.- El equipo a ser usado incluyendo el peso de los trailers, gatas, rodillos y cualquier otro componente usado para asegurar el transporte de la carga.

- f.- Cualquier otra precaución especial que el subcontratista ó la cuadrilla de maniobra deba considerar antes de transportar la carga tales como permisos especiales, velocidades máximas, uso de banderas especiales y vehículos de escolta. Dentro de estas precauciones debe considerarse los periodos en que no es autorizado transportar equipos de peso ó tamaño extraordinario por carreteras federales tales como Semana Santa ó la temporada de fin de año. Además debe considerarse el tiempo que puede llevar la obtención de estos permisos.

### 3.3 Programa de Topografía del Sitio de Construcción.

El Ingeniero de Proyecto de Campo debe desarrollar un plan de control topográfico específico para el proyecto. Dicho plan debe cubrir los siguientes puntos:

- a.- Definir el tipo de equipo topográfico que será usado.
- b.- Definir el uso de modelos electrónicos usando tecnología Computer Assited Design en dos o tres dimensiones (2D ó 3D CAD) para extraer datos electrónicamente para usarlos en actividades topográficas.( Si el uso de estos está contemplado en el plan de automatización)
- c.- Si existen varios subcontratistas involucrados en la construcción, definir como serán coordinadas las actividades de topografía para evitar conflictos.

Una implementación efectiva de topografía en el sitio de construcción reduce errores en los arreglos de la planta, incrementa la eficiencia de la construcción y proporciona calidad en la construcción.

Las siguientes técnicas generales de topografía son consideradas buenas prácticas para el control de levantamientos y deben ser incorporadas en los procedimientos de control topográfico de la construcción:

- a.- Todos los levantamientos deben ser cerrados y documentados adecuadamente.
- b.- Deben realizarse periódicamente chequeos independientes de los levantamientos.
- c.- Debe obtenerse y checarsé un mapa topográfico ó fotografías aéreas del sitio para determinar si los puntos de control horizontal están correctamente localizados en relación a los rasgos topográficos mayores.

- d.- Checar que todo el equipo topográfico este en buenas condiciones y adecuadamente calibrado.
- e.- Requerir que todos los croquis, notas de campo y cálculos de los supervisores sean mantenidas en el Libro de Campo y que todos los libros permanezcan como registros permanentes del proyecto.
- f.- El plan debe especificar que datos específicos serán conservados al terminar el proyecto. Los datos topográficos incluyen libros de datos de campo, archivos de topografía y registros electrónicos de datos.
- g.- Requerir que los puntos de control con una elevación dada ó predeterminada sean usados para checar los puntos existentes y para determinar nuevas elevaciones.
- h.- Realizar chequeos para asegurar que los dibujos de diseño correctos son usados para los arreglos topográficos.
- i.- Requerir que todas las notas y dimensiones se chequen por duplicado.
- j.- Requerir a los topógrafos que:
  - \* Asegurar que los arreglos sean claros y entendibles para el personal que los usará.
  - \* Checar dos veces para asegurar que el arreglo es correcto después que todos los cálculos han sido checados.
  - \* Adoptar una filosofía que los errores de levantamiento no son aceptables y deben ser prevenidos.
- k.- Determinar la calificación del personal de topografía disponible. La capacitación requerida dependerá de las habilidades personales en el manejo del equipo que se usará. El plan topográfico del proyecto debe indicar el tipo y método de entrenamiento a ser implementado.

Las siguientes prácticas de trabajo topográfico deben usarse para la implementación y control del arreglo del sitio:

- a.- Localizar los puntos de control topográfico existentes y usarlos para establecer los controles primarios y la orientación del proyecto. Pueden usarse estaciones del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), de la Dirección de Carreteras Federales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (STC), etc. Cuando exista varios puntos de control cercanos al sitio del proyecto, checar el control

horizontal primario y la orientación del sitio contra cada punto de control existente para verificar la concordancia del arreglo.

- b.- Establecer los puntos de control del sitio de construcción. Establecer estos puntos de control permanentes en lugares convenientes para el trabajo.
- c.- Localizar las instalaciones temporales de construcción tales como oficinas, bodegas y líneas enterradas como se indican en los dibujos de diseño.
- d.- Obtener un levantamiento “as-built” de las instalaciones existentes si aplica para asistir con los diseños futuros y confirmar las consideraciones de diseño asumidas.

#### 3.4 Estándares de entregas de Ingeniería.

En este subcapítulo se describen los puntos que deben verificarse para cumplir con una estandarización en los documentos de ingeniería que se entregan en el sitio de la construcción; entendiéndose por estandarización que todos los documentos tengan los datos, el formato y la información ordenados de acuerdo a los estándares establecidos. Se pretende mostrar algunas de las razones por las que es importante mantener esta estandarización.

El Ingeniero de Proyecto de Campo debe usar una lista de chequeo para revisar las entregas de ingeniería que llegan al sitio de construcción e identificar cualquier discrepancia y solucionarla con el Ingeniero del proyecto.

A continuación se da un panorama de lo que es una estandarización de las entregas de ingeniería y una lista de chequeo para la revisión de los documentos civiles.

Los estándares de entrega de ingeniería como se conceptualiza aquí está basado en la producción de dibujos de ingeniería y de otros documentos de diseño. Aunque las aplicaciones de la computadora en diseño está en proceso de convertirse en el medio más rápido y completo para la transmisión de documentos de diseño, en nuestro país su uso es aún limitado; sin embargo esta tendencia es irreversible y las compañías mexicanas tendrán que adoptarlo en un plazo medio. El costo de estas tecnologías es alto, por lo que su aplicación será conveniente en aquellas obras en las que por su tamaño el impacto porcentual de su costo sea amortizable en el menor tiempo posible. Al respecto diremos que estos sistemas comenzaron a usarse en el desarrollo de proyectos de plantas nucleares.

Los siguientes puntos muestran una visión del medio en que se desarrollan las entregas de ingeniería en una obra por medios electrónicos.

### Capítulo 3 Requisitos Técnicos

- a.- Todo el personal de construcción deberá poseer las habilidades para manejar completamente todas las aplicaciones de diseño incluyendo 3D CAD, MicroStation, Design Review, etc. (MicroStation y Design Review son marcas comerciales registradas de software de diseño).
- b.- Los documentos de diseño serán desarrollados, revisados, aprobados y transmitidos electrónicamente.
- c.- Los documentos de diseño serán proporcionados con niveles de datos que permitirán al personal de construcción y puesta en marcha anotar características especiales tales como instalaciones temporales, alcances y límites de los sistemas, etc.
- d.- El sitio de construcción tendrá la posibilidad de seleccionar porciones de una entrega electrónica de diseño (por ejemplo del modelo 3D ó de un Diagrama de Tuberías e Instrumentación (DTI)) e imprimirlo en un plano ó una simple hoja para referencia ó para ser usado los trabajadores para realizar el trabajo.
- e.- Las requisiciones de información de diseño, requisiciones de cambios y desviaciones de construcción serán procesadas electrónicamente y revisadas y resueltas de forma interactiva entre la obra y la oficina de diseño.
- f.- El modelo 3D mostrará todos los materiales y componentes a ser instalados incluyendo tuberías, ductos para cables (conduits) y ductos en general .
- g.- El modelo 3D integrará los modelos de los proveedores dentro del modelo general del proyecto.
- h.- El nivel del modelado en 3D será consistente con los materiales entregados en el sitio para la instalación.
- i.- Cada componente incluido en el modelo 3D tendrá un número de identificación único que podrá ser usado para su rastreo durante la fabricación, entrega instalación y prueba del componente.
- j.- La identificación apropiada del componente permitirá al personal de procuración, construcción y puesta en marcha extraer información por unidad, área, sistema ó alcances definidos.
- k.- La información de diseño del proyecto tales como especificaciones, dibujos de proveedor, documentos del proveedor, registros de inspección y registros de pruebas estarán accesibles vía el modelo 3D.

### Capítulo 3 Requisitos Técnicos

La visión presentada anteriormente muestra un panorama en que se eliminan por completo los documentos de diseño en papel; en nuestro país por razones de diversa índole esto no es aplicable en este momento, ni lo será en un corto plazo. Por lo tanto es necesario usar el concepto de estandarización adaptado a nuestros medios y posibilidades.

A continuación se presenta una lista de los estándares mínimos que deben contener los documentos para su entrega en campo, así como una lista de chequeo para la revisión de planos.

ESTANDAR	DESCRIPCION
NUMERACIÓN DEL DOCUMENTO	Todos los documentos de Ingeniería deben ser identificados con un número único. Indicar la revisión del documento y fecha de emisión. Indicar los documentos de referencia. Si se requiere usar un sistema de numeración del cliente debe indicarse pero no debe eliminarse la numeración de la compañía de diseño.
CÓDIGO DEL ÁREA	Los documentos de Ingeniería deben incluir el código de área que aplique.
PLAN DE AUTOMATIZACIÓN DE INGENIERIA	Identificar el software y el hardware que se planea usar para el desarrollo de la Ingeniería.
DESCRIPCION DEL SISTEMA	Una descripción operacional de la instalación en general y una descripción detallada de cada sistema mayor.

**Tabla 3.2 Estándares mínimos para la entrega de documentos de Ingeniería en el sitio de construcción.**

**Lista de chequeo para la revisión de planos.**

**1.- COORDENADAS**

- Las coordenadas NORTE, van en orden ascendente de sur a norte.
- Las coordenadas ESTE, van en orden ascendente de oeste a este.

**2.- ORIENTACIÓN**

- El símbolo de orientación o el norte, aparece en el extremo superior izquierdo, ya sea horizontal o verticalmente.
- El norte horizontal está orientado de izquierda a derecha (→).
- El norte vertical está orientado de abajo hacia arriba (↑).

**3.- NOMENCLATURA DE EJES**

- Los ejes de letras A, B, C, etc. están nomenclaturados de sur a norte; las letras "I" y "O", están excluidas.
- Los ejes de números 1,2,3, etc. están numerados de oeste a este; el número CERO está excluido.

**4.- CORTES Y DETALLES**

- Los cortes están indicados con números (excepto el cero), de izquierda a derecha y/o de arriba hacia abajo, progresivamente.
- Los detalles se indican con letras (excepto "I" y "O"), de izquierda a derecha y/o de arriba hacia abajo, progresivamente.
- Ningún corte o detalle tiene orientación diferente de como aparece en la planta o sección correspondiente.
- Los cortes y detalles están indicados ordenada y secuencialmente de izquierda a derecha y de arriba hacia abajo (como un libro).



- Un detalle no se origina de otro detalle.

#### 5.- CORRESPONDENCIA

- Los cortes y detalles corresponden en números y letras.
- Las notas indicadas en plantas, cortes y detalles, aparecen en las notas generales.
- Las notas a que se hace referencia en los dibujos, corresponden en aplicación, número y hoja.
- Todos los detalles y cortes que vienen o aparecen en otro plano, efectivamente aparecen y corresponden.

#### 6.- ACOTACIONES Y ESCALAS

- Todas las dimensiones están clara y suficientemente acotadas.
- Todas las acotaciones son cerradas, sin punto o cifras decimales.
- Los niveles están indicados con punto y tres cifras decimales.
- Todos los dibujos indican la escala a que están presentados, excepto cuando se indique S/E (sin escala), NEE (no está a escala), o cuando la escala indicada en el cuadro de encabezado sólo es válida para la planta general de localización.
- Ningún dibujo está hecho a escalas 1:80, 1:33 1/2, etc., si esto es necesario, se indica S/E donde estén así dibujados.
- Todas las plantas, secciones, vistas, cortes y detalles indican la escala a que están dibujados.

## 7.- NOTAS

- Ningún letrero, nota, encabezado, etc., tiene faltas de ortografía.
- En los planos complementarios, se hace referencia de las notas generales, excepto notas muy particulares de dichos planos.
- Cuando algún corte, detalle ó planta, relaciona alguna nota, en efecto, ésta aparece, corresponde y relaciona.

## 8.- ENCABEZADO Y TITULO

- El título del plano corresponde con su contenido y con la lista de planos del proyecto; en caso contrario, se modificó el título y se indicó en el reporte.
- El número del proyecto es correcto.
- El número del plano, tanto en el encabezado, como invertido en el extremo superior izquierdo del plano, corresponde al número dado en la lista de planos; dicho número no puede ser cambiado bajo ninguna circunstancia.
- Aparecen las iniciales o el nombre del dibujante, así como la fecha en que realizó el dibujo.
- Aparecen las iniciales o nombre y firma del calculista.


Aparecen las iniciales o nombre y firma del supervisor.

- Las escalas indicadas son correctas.
- Aparece la revisión correspondiente del plano; debe evitarse que en el extremo superior izquierdo aparezca el número de la revisión, para evitarse duplicaciones de información.
- Aparece el sello del cliente.

9.- REVISIONES

- Las revisiones deben indicar el número y motivo de la misma así como, para control interno, quien genera el avance del plano según la tabla siguiente:

NUMERO DE REVISION	MOTIVO DE LA REVISION
A	Para revisión interna
B	Para Comentarios
C	Para cuantificación preliminar, concurso, etc.
0	Aprobado para construcción
1,2,3,.....	Para revisiones y eliminación de pendientes.
N	"as built" ( cómo se construyó)

- La revisión general debe evitarse, a menos que lo apruebe el jefe de grupo.
- Los conceptos, detalles, cotas, etc. pendientes, están señalados con una nube () dibujada en la zona por modificarse en el reverso del plano.
- Todos los conceptos adicionados, modificados o eliminados deben tener el número de la revisión que lo genera, así como coordenadas y marcas (  $\Delta$  ) que los localicen fácilmente en el plano.

10.- CANTIDADES DE MATERIALES Y TABLAS

- Los planos deben contener los volúmenes de materiales de los edificios o áreas que se indiquen en los mismos.
- Los volúmenes deben indicarse en unidades congruentes y fácilmente entendibles en campo.
- Las cantidades de materiales están tabuladas en el extremo superior derecho.
- Todas las tablas muestran una columna adicional para observaciones.

## 11.- PLANOS DE REFERENCIA Y NORMAS ESTANDAR

- Se muestran solamente los planos generadores (civiles ó de otras disciplinas), así como aquellos cuya construcción anterior o posterior debe considerarse. (Un plano generador es aquel en que se generan los planos complementarios de detalles, cortes. etc.).
- Como máximo se indican cuatro planos de referencia.
- Los planos del fabricante del equipo no se indican como plano de referencia; deben aparecer en las notas.
- Cualquier referencia a normas de dibujos estándar debe aparecer en la columna titulada *normas* y corresponder a las indicadas.

A continuación se listan los principales tipos de documentos civiles que se emiten en un proyecto.

### **CRITERIOS DE DISEÑO**

**Criterios de Diseño.-** Establece los requisitos de diseño del proyecto.

### **DETALLES ESTANDAR**

**Detalles Estándar.-** Existen alrededor de 260 detalles que se usan en casi cualquier tipo de proyecto. Estos detalles son aquellos que no necesitan ser diseñados para condiciones de trabajo ó de carga específicas. Estos detalles incluyen pero no se limitan a:

- \* Pequeñas estructuras de campo (bancos de ductos, hidrantes, cercas, puertas, etc.)
- \* Estructuras de control de erosión ó sedimentos (basines de tormenta, empedrados, etc.)
- \* Caminos y pavimentos (incluyendo señalizaciones, detalles de estacionamiento, cunetas, etc.)
- \* Drenajes de tormenta (diques, registros, etc.)
- \* Mojoneras de topografía

\* Configuraciones estructurales estándar ( arreglos de varillas para losas pequeñas, traslapes de varillas, escaleras de concreto, juntas de expansión y construcción, etc.)

\* Detalles de placa antiderrapante.

\* Detalles de rejilla.

\* Contraventeos de acero estructural y detalles de conexión.

\* Detalles de paneles de concreto precolado.

\* Pedestales para equipo.

\* Detalles de anclas.

\* Detalles de acero misceláneo tales como escaleras, escaleras marinas, jaulas de seguridad y barandales.

**Detalles únicos del proyecto.-** Notas generales y dibujos de detalles específicos para un proyecto, incluyendo:

\* Notas generales.

\* Notas y detalles de acero estructural.

\* Notas y detalles de concreto.

\* Detalles de anclas y embebidos.

\* Detalles de cercas.

\* Detalles de registros eléctricos.

\* Detalles de bancos de ductos.

\* Detalles de instalaciones enterradas.

**Diseños únicos de proyecto.-** Estos dibujos diseños únicos del proyecto tales como bunkers ó silos.

## **DIBUJOS DE SITIO**

**Planta de sitio.-** Muestra el arreglo de la planta, localización de los patios de estructuras, rasgos característicos incluyendo drenajes y caminos.

**Planta de Ploteo.-** Identifica localizaciones precisas de estructuras y límites de propiedad para conocer el punto de referencia del sitio.

**Contornos de sitio existentes.-** Proporciona los contornos del sitio antes de iniciar la construcción.

**Planta de localización de barrenos.-** Utilizado por el grupo de mecánica de suelos para localizar en el sitio los barrenos de exploración necesarios para establecer las condiciones de cimentación.

**Monitoreo de asentamientos.-** Proporciona las localizaciones de las mojoneras y requerimientos para el monitoreo de asentamientos (si se requiere). Proporciona un número de identificación único para cada mojonera.

**Planta de pilotes.-** Muestra la localización, tamaño y tipo de pilotes. También muestra las dimensiones y detalles de armado de los capiteles.

**Planta y detalles de piso terminado y pavimentos.-** Proporciona y localiza las elevaciones de piso terminado, tipos de caminos y detalles.

**Planta y detalles de drenajes sanitarios y pluviales.-** Define todas las rutas de drenajes, fuentes y sistemas ( tubos, registros, etc.)

**Planta y detalles de terreno natural.-** Muestra el nivel de terreno inicial y las medidas de control de la erosión.

**Areas de disposición de desechos sólidos.-** Muestra la localización, dimensiones y detalles de estas áreas.

**Planta, secciones y detalles de excavaciones para cimentaciones.-** Muestra la localización, dimensiones y tipos de excavaciones requeridas.

**Planta secciones y detalles de achique de agua en cimentaciones.-** Muestra la localización e información básica del plan de abatimiento de agua requerido.

**Planta de demoliciones.-** Identifica las estructuras e instalaciones que deben ser eliminadas del sitio.

**Dibujos de tuberías y concretos enterrados.-** Muestra la localización exacta de tuberías enterradas en planta y elevación. Especifica el tipo de tubo, requisitos especiales de instalación y material para la cama de apoyo y concreto de cubierta.

## **DIBUJOS DE CONSTRUCCIONES TEMPORALES**

**Planta de coordenadas de sitio/instalaciones temporales.-** Muestra la localización y el tipo de instalaciones requeridas, incluyendo áreas de descarga, localización de oficinas, áreas de fabricación y bodegas temporales.

**Caminos de construcción temporales.-** Muestra la localización y requerimientos de construcción para los caminos de acceso temporal y los estacionamientos.

## **DIBUJOS DE EDIFICIOS**

**Cimentaciones de estructuras y equipos.-** Muestra las dimensiones, tipo y detalles especiales de concreto, anclas, placas base, armados, localización de pedestales de equipo, juntas de construcción y juntas de expansión.

**Dibujos de cimentación para rasgos especiales del sitio.-** Muestra dimensiones y tipo del concreto, trincheras de tuberías, armados, placas base y anclas requeridos para rasgos especiales tales como silos, transformadores, chimeneas, turbinas, etc. En los dibujos de cimentación para tanques muestran también los requisitos de la cama de apoyo.

**Losas de piso.-** Muestra las dimensiones y tipo de concreto, las líneas de colado y los armados para losas de piso.

**Plantas y detalles de losas elevadas.-** Muestra las dimensiones, tipo y detalles especiales del concreto, anclas, placas base, armados, juntas de construcción, juntas de expansión, anclas y placas embebidas.

**Secciones y detalles de edificios (Concreto).-** Muestra secciones de muros y losas e incluye dimensiones, tipo y detalles especiales del concreto, armados, juntas de construcción juntas de expansión, anclas y placas embebidas.

**Dibujos de elevaciones.-** Muestra elevaciones para estructuras de concreto.

**Misceláneos de cimentaciones de equipos.-** Muestra dimensiones de concreto, armado y requisitos de anclas. Alternativamente, esta información puede ser mostrada también en los dibujos de losas elevadas.

**Localización de anclas.-** Muestra localizaciones y tipos de anclas. Esta información puede mostrarse en los dibujos de losas elevadas.

**Planta y detalles de refuerzo de edificios.-** Muestra la localización, tamaño, espaciamiento y requisitos de doblado del armado. Alternativamente, esta información puede también mostrarse directamente en los dibujos de cimentaciones, losas elevadas ó bien en los dibujos de secciones de edificios si hay suficiente espacio para mostrar los detalles claramente.

**Plantas, secciones y detalles de concreto precolado.-** Muestra plantas, elevaciones, localizaciones y detalles de elementos de concreto precolado incluyendo dimensiones, elevaciones “tope de concreto” para elementos horizontales, tipo de concreto, requisitos de acabado, detalles especiales, armados, detalles de juntas y detalles de conexión.

Muestra dibujos detallados de todos los elementos de concreto precolado mostrando dimensiones lado a lado, localización de piezas embebidas, acero de refuerzo, chaflanes y conexiones ( incluyendo tamaño y longitudes de soldadura).

Cada elemento precolado debe tener un número de identificación único.

**Planta de localización de columnas de acero estructural.-** Identifica la localización exacta de cada columna del edificio. Pueden requerirse diversos dibujos para mostrar todas las columnas del edificio y una tabla de columnas puede incluirse también en estos dibujos.

**Tabla de columnas de acero estructural y anclas.-** Identifica los tamaños de los miembros de columnas, localización de traslapes, cargas de diseño, y únicamente correlaciona las columnas al número de columna mostrado en los dibujos de planta.

**Planta de marcos de acero estructural.-** Muestra marcos de acero estructural y tamaño de los miembros de las vigas de piso, contraventeos y acero estructural relacionado.

**Elevaciones, secciones y detalles de acero estructural.-** Muestra elevaciones, secciones y detalles adicionales necesarias para describir completamente los marcos de acero estructural.

**Planta de monorieles.-** Muestra la localización, tamaño y requisitos especiales para monorieles. Alternativamente, esta información puede mostrarse en los dibujos de acero estructural.

**Dibujos de escaleras.-** Proporciona dimensiones, perfiles, y tamaño para escaleras de acero estructural.



**Dibujos de acero misceláneo.-** Muestra la localización, dimensiones y tamaño de los elementos para plataformas, embebidos, otros misceláneos de acero estructural. Alternativamente, esta información puede mostrarse en los dibujos de marcos de acero estructurales principales.

**Elevaciones y detalles para racks y puentes de tuberías.-** Muestra localización, dimensiones y requisitos de materiales y detalles de conexión para racks de tuberías.

### 3.5 Excavaciones de sitio.

Cada proyecto debe establecer un programa de control de excavaciones en el sitio de construcción. Las situaciones especiales de excavación que el proyecto debe contemplar incluyen:

- a.- Conocer las líneas e instalaciones enterradas.
- b.- Conocimiento de peligros enterrados tales como instalaciones y líneas no indicadas en ningún plano.
- c.- Materiales peligrosos tales como plomo que pudiera estar contenido en el suelo.
- d.- Peligros en el subsuelo tales como gas metano que puede estar presente en el área de excavación.
- e.- Piezas arqueológicas que pudieran existir en al área de excavación.

Todo el personal obrero y técnico involucrado en actividades de excavación y relleno debe ser capacitado en el procedimiento de control de excavaciones. Ellos deben entender quien es el responsable de cada actividad. Los objetivos de la capacitación incluyen:

- a.- Procedimiento de permisos de excavación.
- b.- Responsabilidad del arreglo.
- c.- Requisitos de apuntalamiento.
- d.- Abatimiento de aguas freáticas.
- e.- Soluciones a materiales peligrosos.
- f.- Requisitos de disposición de desperdicios.
- g.- Requisitos de compactación.
- h.- Requisitos de acceso y salida de la excavación.
- i.- Requisitos de vigilantes de seguridad.

### 3.5.1 Permisos de excavación.

Los permisos de excavación proporciona un método de asegurar una revisión sistemática de todos los aspectos de la excavación propuesta por todas las partes involucradas. También sirve como una herramienta de comunicación y documentación de las revisiones realizadas.

Los permisos de excavación deben:

- a.- Listar todos los dibujos aplicables.
- b.- Mostrar la localización de la excavación específica en los dibujos.
- c.- Identificar todas las interferencias conocidas.
- d.- Identificar todas las precauciones necesarias y puntos de espera.
- e.- Recopilar las firmas de cada disciplina.

La persona que inicie el permiso debe coordinar con todas las otras disciplinas del proyecto para obtener su revisión y firma. El permiso no debe ser aprobado hasta que todas las revisiones estén completas.

El supervisor de la cuadrilla responsable debe tener un permiso aprobado en el lugar del trabajo antes de iniciar el mismo.

### 3.5.2 Arreglo

El Ingeniero de campo responsable debe revisar los planos adecuados para localizar las condiciones existentes en la vecindad de la excavación propuesta. El Ingeniero de Campo debe entonces determinar si la excavación propuesta tendrá alguna interferencia. Debe tenerse particular cuidado cuando se busquen instalaciones enterradas existentes y zapatas. El impacto sobre una construcción adyacente también debe ser considerada.

Los límites de la excavación y/o la posición de las instalaciones debe ser delineada con cal, cintas ó estacas de referencia. Deben proporcionarse bancos de elevación y alturas de corte-relleno.

El supervisor de la cuadrilla debe revisar el arreglo y evaluar el impacto sobre las instalaciones adyacentes, tránsito y otros trabajos que se estén ejecutando.

Si la excavación es de suficiente profundidad ó ponen en peligro las instalaciones adyacentes, debe desarrollarse un plan de apuntalamiento y los materiales necesarios deben tenerse en el lugar antes de comenzar la excavación.

Si se espera encontrar agua durante la excavación, debe proveerse un sistema para la extracción de esta. El tipo de bombas, cárcamos, suministro de energía, calidad del agua y localización de la descarga de agua deben considerarse. El uso de bases de grava, con ó sin malla geotextil ó plantillas de concreto pueden requerir excavación adicional.

Si se encuentran materiales peligrosos ó desconocidos, el trabajo debe detenerse hasta que el representante de seguridad de la obra u otra persona calificada pueda identificarlo y asegurar que es seguro continuar el trabajo. Si se requiere, el representante de seguridad especificara los medios de disposición segura para cualquier material peligroso.

Algunas áreas pueden contener piezas inesperadas de interés arqueológico. Si tales piezas son encontradas, todos los trabajos deben ser suspendidos hasta que su significancia pueda ser evaluada.

Los materiales que se extraen de una excavación pueden variar ampliamente incluso de un mismo hoyo. Algunos de los materiales extraídos pueden ser reutilizados como relleno, mientras que otros no, ó incluso ser peligrosos. El Ingeniero de Campo responsable y el representante de seguridad deben evaluar los materiales encontrados y asegurar que los materiales excavados son adecuadamente clasificados y manejados.

Una vez que se alcance la elevación del fondo de excavación, el Ingeniero de Campo responsable debe evaluar la condición del suelo. Los materiales sueltos deben ser compactados y si se encuentra material de mala calidad debe hacerse una sobreexcavación y reemplazarse con material apropiado.

Todas las excavaciones deben tener instalados medios de acceso y salida. Estos pueden ser rampas y/ó escaleras marinas espaciadas apropiadamente para la seguridad y eficiencia del movimiento de personas y materiales.

Para excavaciones en las que se pueda encontrar peligros enterrados un vigilante de seguridad debe ser asignado para permanecer en la excavación. El vigilante debe estar instruido para prestar asistencia si se encuentra algún peligro enterrado.

Cualquier cambio en los dibujos de construcción debe ser levantado tanto en localización como en la elevación antes de proceder al relleno ó continuar la construcción. La información "as built" debe ser documentada de acuerdo a los requisitos del proyecto.

CAPITULO 4

Control, procuración y contratos de Campo

4.1 Reporte de Cantidades.

El sistema de reporte de cantidades implementado en el proyecto debe satisfacer los siguientes objetivos:

- a.- Asegurar un control de cantidades efectivo y a tiempo en alcance, reportes y pronósticos.
- b.- Llevar una medida del progreso de la construcción actualizada con un esfuerzo mínimo de Ingeniería de Campo.
- c.- Apoyar consistentemente el rendimiento comparado entre proyectos.
- d.- Identificar bloques de trabajo para su medición.
- e.- Generar tablas de progreso y soportar datos de generación de costos.
- f.- Proporcionar información consistente de las cantidades mayores al Gerente de Sitio.
- g.- Proporcionar datos históricos para futuros propósitos incluyendo cantidades, precios, rendimientos y tasas de instalación.
- h.- Generar un sistema de datos de proceso para el monitoreo del progreso del proyecto.
- i.- Comparar los datos usados contra los pronosticados.
- j.- Identificar causas de desviaciones del plan y/o presupuesto original.

El Ingeniero de Proyecto de Campo coordinará el desarrollo del Plan de Reportes de Cantidades del proyecto con el Gerente de Sitio, el Ingeniero de Diseño, el Supervisor de cuadrillas y el controlador de proyecto, para asegurar que los reportes de cantidades implementados sean consistentes con los necesidades del proyecto y los procedimientos aplicables.

El Plan de Reporte de Cantidades debe direccionar como mínimo los siguientes aspectos:

- a.- El método primario de cuantificación que será usado.
- b.- El nivel de automatización que será usado para implementar el reporte de cantidades.
- c.- El método de reporte, unidades a usar (por ejemplo, porcentaje completado, metros instalados, metros colocados, etc.), y bases de estimado ( por ejemplo, 10% para descarga, 50% para montaje, etc.)
- d.- El día para el reporte de cantidades semanal.
- e.- La fuente de información de las cuantificaciones usada para monitorear las cantidades pronosticadas y el progreso de la instalación.
- f.- El nivel de detalle y codificación requerida para el rastreo y reporte de las cantidades pronosticadas e instaladas en conjunto con el código de conteo del proyecto.
- g.- La condición de estado de las cantidades reportadas como instaladas (por ejemplo tubo en posición y soportado).
- h.- Los reportes de productividad para materiales a granel deben definir claramente que materiales están incluidos en el reporte, tasa (por ejemplo incluir en la tasa de tubería los soportes, y en la de concreto las plantillas, etc.).

A continuación se muestra ejemplo del reporte de cantidades de algunos elementos para dar una idea clara del objetivo buscado.

## **TERRACERIAS**

### CUANTIFICACION

#### Excavación (metros cúbicos)

La cuantificación es una medida del volumen de excavación requerida basada en el nivel de terreno natural, elevación del fondo de concreto y dimensiones de la sección transversal. Como regla general, las excavaciones deben ser de 0.5 m por lado más grandes que la cimentación. Esta dimensión puede variar dependiendo de las condiciones del suelo. Esta dimensión debe ser establecida en las primeras etapas del proyecto y usada consistentemente para todas las cuantificaciones de excavación posteriores. Si una excavación tiene una profundidad superior a 1.5 m, el corte debe ser calculado con un talud a 45° empezando en un punto a 1.5 m arriba de la elevación de fondo de concreto. Las guías de excavación también aplican para tuberías enterradas, aumentando en 0.5 m a ambos lados de la pared del tubo. Debe verificarse los requerimientos del tamaño de la excavación con el Supervisor de Campo y con el Representante de Seguridad antes de realizar la cuantificación.

#### Relleno (metros cúbicos)

La cuantificación es una medida del volumen a ser rellenado basado en la cuantificación de la excavación menos el volumen de concreto abajo del nivel de terreno. El relleno no es una medida del material perdido colocado para cumplir los requisitos de compactación.

Las cuantificaciones de excavación y relleno se realizan manualmente y son hechas conjuntamente con la cuantificación del concreto de la cimentación. Para las cuantificaciones de excavación y relleno que no estén asociadas con cimentaciones, estas se mantienen y registran en tablas separadas.

Los planos de tuberías, eléctricos, arquitectónicos y de acero estructural deben ser revisados para elementos que puedan requerir excavación y relleno tales como tuberías enterradas, bancos de ductos, soportes de tubos, plataformas, registros, etc.

## REPORTE

- 1.- Ya que la excavación y el relleno son actividades que cambian rápidamente, las cantidades son comúnmente reportadas diariamente. Estas cantidades se reportan como el volumen excavado ó rellenado actual. Los reportes de avances parciales no son usados. Los problemas tales como disponibilidad de materiales y equipos así como de acceso al área de trabajo deben anotarse también en los reportes de cantidades.
- 2.- Dependiendo de la organización del proyecto, el reporte de cantidades puede ser hecho por el Ingeniero de Campo ó por el Superintendente.
- 3.- Independientemente de quien haga el reporte, el Ingeniero de Campo debe verificar por inspección visual que las cantidades reportadas estén realmente excavadas y rellenas. Cualquier duda ó problema debe ser resuelto con el superintendente apropiado de forma rápida. El Ingeniero de Campo junta los reportes diarios y reporta las cantidades a Control de Proyectos semanalmente.
- 4.- El Ingeniero de Campo debe mantener un plano de ploteo en donde se muestren las excavaciones (comúnmente marcadas en amarillo) y los rellenos (comúnmente marcados en azul) y un registro ó etiqueta semanal de las cantidades reportadas.
- 5.- Solo aquellas cantidades incluidas en la cuantificación original deben ser reportadas como instaladas. Si se descubren cantidades adicionales, reportar el incremento a Control de Proyectos como un potencial incremento de alcance ó como un reporte de variación.
- 6.- Todas las cantidades de terracerías deben ser reportadas como “completas”.



## CONCRETO

### CUANTIFICACIÓN

General.- Las cuantificaciones de cimbra, el acero de refuerzo, y concreto deben hacerse con suficiente detalle para permitir hacer los reportes por secuencia de colocación (por ejemplo identificar zapatas y dados como elementos separados en cimentaciones pequeñas y como secuencias de colocación en cimentaciones mayores como pedestales de turbinas y cimentaciones de compresores). Si la secuencia de colocación es una incógnita, hacer las cuantificaciones con suficiente detalle para su fácil interpretación posteriormente. Donde las cimentaciones sean repetitivas y puedan ser hechas simultáneamente, tal como las zapatas de los racks, las cuantificaciones deben estar agrupadas juntas en una cuantificación única indicando el número del dibujo.

Las cuantificaciones deben estar organizadas para coincidir con los códigos del proyecto los cuales pueden dividir el concreto en diferentes tipos tales como cimentaciones de acero estructural, cimentaciones de equipo, fosas y basines, precolados y pavimentos. Las cuestiones de como clasificar la cuantificación de un elemento en particular deben ser aclaradas por Control de Proyecto antes de que la cuantificación sea hecha.

Las cuantificaciones son comúnmente registradas por el número de dibujo y el número de la cimentación. Si no aplica el número de la cimentación, dar una descripción del elemento incluyendo su localización. Algunos ejemplos de estos casos pudieran incluir bancos de ductos, bloques para hincado de tubos y otros misceláneos de concreto colocado en sitio.

Las cuantificaciones son realizadas a mano.

Concreto (metros cúbicos) La cuantificación de concreto es una medida de la "cantidad de Ingeniería" de concreto. La cantidad de ingeniería es una medida del volumen de concreto, redondeada a un décimo de metro cúbico, como sea definido por las dimensiones de la cimbra en los dibujos de la cimentación. Esta cuantificación debe ser "neta" sin adicionar desperdicios. Las cuantificaciones para reporte de cantidades se basan en cantidades de ingeniería solamente.

Cimbra (metros cuadrados) La cuantificación cantidades de cimbra es una medida del área de la cimbra en contacto con el concreto como se define en los dibujos de cimentación y están redondeadas a un décimo de metro cuadrado. En colados mayores, los metros cuadrados adicionales de cimbra requeridos para construcción de juntas deben incluirse en la cuantificación.

### Acero de refuerzo (toneladas)

Generalmente no se requiere una cuantificación detallada del acero de refuerzo, y puede ser estimada por el peso de refuerzo por metro cúbico de concreto. Las cantidades de acero de refuerzo están comúnmente redondeadas a cada 50 kg.

**NOTA:** En estructuras y/o elementos en donde los dibujos de diseño indiquen una gran variedad de diámetros, puede ser requerida una cuantificación detallada agrupando los tonelajes por diámetros.

Embebidos (kilogramos) Cuando se requieran para reporte de cantidades, las piezas de metal embebidas y las anclas se cuantifican en kilogramos. Las cantidades deben ser tomadas de las remisiones del fabricante de las piezas. Dependiendo del proyecto, los embebidos pueden ser reportados como parte de las operaciones de cimbra cuando las horas de trabajo de su instalación sean cargadas a la cimbra.

Concreto en pavimentos y losas (metros cuadrados) Todos los trabajos asociados con pavimentos de concreto, banquetas y andadores, incluyendo cimbra, acero de refuerzo, malla y juntas de expansión son normalmente rastreadas bajo una cuenta y reportadas como metros cuadrados instalados.

Registros, Basines de captación (precolados total ó parcialmente) Los dibujos de terracerías y de instalaciones enterradas son revisados para registros, basines de captación y estaciones de izaje, los cuales pueden ser totalmente precolados ó ensamblados de secciones precoladas. Estos son cuantificadas y reportadas como un elemento simple.

Protección contra fuego (metros cúbicos) Las cantidades de protección contra fuego están cuantificadas de acuerdo a las necesidades del proyecto. Cuando el material de protección contra fuego se coloca con llana sobre una base de metal desplegado, se cuantifica en metros cuadrados ó en metros lineales del acero a ser protegido. Cuando la protección contra fuego consiste en recubrir con concreto el acero estructural la cantidad es cuantificada en metros cúbicos.

## MÉTODOS DE CUANTIFICACIÓN

Una cuantificación simple es hecha para cada dibujo de concreto (y para dibujos de otras disciplinas que contienen elementos de concreto). Esta cuantificación debe contener todos los requerimientos para el reporte de cantidades y para la requisición de materiales en campo.

Para cada dibujo revisado, las dimensiones de cuantificación, el conteo de elementos, los cálculos, y los croquis deben ser registrados y conservados para futuras referencias. Cuando las cuantificaciones son completadas, las cantidades seleccionadas para el reporte de cantidades deben ser cargadas por el Ingeniero de Campo al sistema de rastreo de cantidades usando el código de costo.

### REPORTES

- 1.- El Ingeniero de Campo comúnmente verifica las cantidades instaladas por inspección visual. Cualquier duda ó problema debe ser resuelto con el Superintendente apropiado antes de que las cantidades sean reportadas. El Ingeniero de Campo reporta las cantidades a Control de Proyectos semanalmente.
- 2.- El Ingeniero de Campo debe mantener actualizados los reportes de las cantidades instaladas semanalmente. Solamente las cantidades incluidas en la cuantificación original debe ser reportada como instalada. Debe reportarse cualquier cantidad adicional a Control de Proyectos como un potencial incremento de alcance.
- 3.- La cantidad de concreto instalada esta normalmente documentada en las cartas de colocación ó en las boletas de los camiones de concreto premezclado. El Ingeniero de Campo debe recolectar estas boletas después de que la colocación sea hecha para determinar la cantidad actual de concreto colocado.
- 4.- La cantidad actual de concreto colocado debe ser comparado con la cuantificación para determinar la cantidad de desperdicio que ha ocurrido. Esta información es comúnmente etiquetada para todas las colocaciones de concreto en el proyecto y para el porcentaje global de desperdicio calculado y rastreado.
- 5.- Las instalaciones de concreto parciales pueden reportarse como se muestra en las siguientes tablas:

ACTIVIDAD	PORCENTAJE COLOCADO
Cimbra habilitada e instalada	40
Habilitado, trazado y embebidos	20
Concreto colocado	15
Descimbrado	15
Cimbra limpia para re-uso o embarque	10

Tabla 4.1 Matriz de reporte de cantidades de concreto cimbrado.

ACTIVIDAD	PORCENTAJE COLOCADO
Acero de refuerzo habilitado e instalado	40
Acero de refuerzo sin habilitar	50
Concreto colocado	10

**Tabla 4.2 Matriz de reporte de cantidades de acero de refuerzo.**

ACTIVIDAD	PORCENTAJE COMPLETADO
Habilitados, trazados y colocados	70
Concreto colocado	30

**Tabla 4.3 Matriz de reporte de cantidades de embebidos**

ACTIVIDAD	PORCENTAJE COMPLETADO
Concreto colocado	90
Concreto resanado y acabado	10

**Tabla 4.4 Matriz de reporte de cantidades de acero**

## **ACERO ESTRUCTURAL**

### CUANTIFICACIÓN

La cuantificación para acero estructural debe seguir el código de cuentas del proyecto. El plan de reporte de cantidades debe identificar como serán cuantificados elementos como rejilla, barandales y rodapiés, escalones, etc.

El acero estructural es cuantificado en toneladas (ton) y comúnmente es organizado y compilado por su código de costo, número de dibujo y estructura. En algunos proyectos, la cuantificación debe ser por clasificación de peso. Las clasificaciones por peso son las siguientes:

Ligero.....Hasta 10 kg por metro lineal  
 Medio.....de 11 a 20 kg por metro lineal  
 Pesado.....de 21 a 60 kg por metro lineal  
 Extra pesado.....61 kg por metro lineal ó más pesado.

En algunos casos, información adicional tal como elevación ó marco es usada en la cuantificación y en el reporte en estructuras de niveles múltiples.

El Ingeniero de Campo debe mantener un juego completo de dibujos de montaje del fabricante mostrando las marcas de las piezas hechas por el fabricante usadas para la cuantificación. El Ingeniero de Campo debe también rastrear el estado de entrega y el estado de instalación para cada pieza de acero. Un método para hacer esto es marcar los dibujos de montaje usando código de colores.

### REPORTES

- 1.- El Ingeniero de Campo normalmente verifica las cantidades instaladas por inspección visual del trabajo terminado. Cualquier duda ó problema debe ser resuelto con el superintendente apropiado antes de enviar el reporte de cantidades. El Ingeniero de Campo reporta las cantidades a Control de Proyectos semanalmente. Las instalaciones parciales pueden reportarse como se muestra a continuación:

	HABILITADO Y PRESENTADO (%)	MONTADO Y PUNTEADO (%)	SOLDADO O ATORNILLADO (%)	ENTREGADO (%)
Plataformas y escaleras	5	45	35	15
Rejilla y placa antiderrapante	5	45	35	15
Puntales	5	65	15	15
Estructura de acero	5	50	25	20
Barandales	5	45	35	15

**Tabla 4.5 Matriz de reporte de acero estructural.**

- 2.- Ingeniería de Campo debe mantener tanto los dibujos marcados que muestran las cantidades instaladas y un registro de las cantidades instaladas semanalmente que han de ser reportadas.

## Capítulo 4 Control, procuración y contratos de campo.

### 4.2 Reporte Histórico del Proyecto.

Se entiende como reporte histórico del proyecto a un registro estadístico de las actividades, costos, problemas y soluciones que se presentaron durante la ejecución de la obra.

Generalmente es una buena práctica realizar este reporte para obras que por su naturaleza son de repetitivas tales como plantas termoeléctricas, plantas criogénicas, etc.

Al inicio del proyecto el Ingeniero de Proyecto de Campo debe coordinar con el Supervisor de Control de Proyectos la información que será requerida para el reporte histórico del proyecto para asegurar que esta información sea recopilada adecuada y oportunamente durante la construcción.

Los siguientes factores deben ser considerados por el Ingeniero de Proyecto de Campo para la recolección de datos para el reporte histórico del proyecto:

- a.- Identificar los puntos claves identificados por Control de Proyectos en el estimado inicial y en el reporte de costos semanal y rastrear esos puntos durante la vida del proyecto.
- b.- Mantener registros actualizados de las cuantificaciones de los dibujos de diseño de modo que las cantidades reportadas puedan ser rápida y fácilmente conciliadas.
- c.- Proporcionar diversas subdivisiones en las cuantificaciones de cantidades para facilitar el análisis de costos en las etapas subsecuentes del proyecto. Por ejemplo, todo el acero misceláneo puede ser incluido en una sola cuenta pero si ocurre un imprevisto será interesante conocer las cantidades de acero estructural, rejilla, placa antiderrapante, escaleras, barandales y escaleras marinas. Los registros de cuantificaciones de Ingeniería de Campo debe subdividir las cuantificaciones de acero misceláneo en categorías para proporcionar esta información sin cuantificaciones ó análisis adicionales.

La siguiente información es requerida en el reporte histórico del proyecto:

- a.- Una descripción del sitio del proyecto.
- b.- Copias de los dibujos llave.
- c.- Organización del proyecto.
- d.- Relaciones con el cliente.

- e.- Programas del proyecto.
- f.- Líneas de progreso mensuales.
- g.- Datos de demanda de fuerza de trabajo.
- h.- Arreglo general de instalaciones temporales de construcción incluyendo:
  - Edificios temporales.
  - Almacenes temporales.
  - Espuelas de ferrocarril temporales.
  - Areas de descarga temporales.
  - Areas de almacenaje.
  - Líneas de utilidad mayores:
    - \* Energía
    - \* Comunicaciones
    - \* Agua
    - \* Drenaje
  - Diagrama unifilar de las construcción temporales.
- i.- Datos del equipo de construcción incluyendo:
  - La programación de equipo de construcción en el proyecto.
  - Información de lecciones aprendidas con el equipo usado en el proyecto.
  - Experiencias con arrendadores de equipo y contratistas locales.
  - Costos de combustibles, lubricantes y mantenimiento.
- j.- Fotografías del trabajo.
- k.- Datos de subcontratos.
- l.- Estudios de información, incluyendo:
  - Operaciones de preparación de sitio inusuales.
    - \* Demoliciones.
    - \* Dragados.
    - \* Piloteado.
    - \* Perforación de pozos.

- Lecciones aprendidas en las operaciones de construcción.
  - \* Estructuras de concreto complejas ó únicas.
  - \* Operaciones de izajes pesados.
  - \* Montaje de calderas, turbinas, condensadores y otros equipos mecánicos mayores.
  
- Lecciones aprendidas sobre problemas del proyecto.
  - \* Problemas de manejo e izaje de equipos.
  - \* Daños por tormenta.
  - \* Costos inusuales relacionados con el clima (calor, tormentas, etc.)
  - \* Cambios de diseño mayores que impliquen demolición y/o reconstrucción.
  - \* Información de proveedores que impacte en la construcción.

m.- Nivel de automatización del proyecto.

n.- Datos de diseño

- Lista de equipos
- Lista de instrumentos
- Cantidades vaciadas de concreto
- Cantidades relacionadas a edificios
  - \* Acero estructural
  - \* Acero misceláneo
  - \* En tablados
  - \* Techumbres
  
- Reporte de cantidades de tubos de diámetro pequeño y grande.
  - \* Por sistema, material y tamaño.
  - \* Por área, material y tamaño.
  
- Reporte de cantidades eléctricas.
  - \* Alambre y cable por sistema, calibre
  - \* Alambre y cable por área, calibre
  - \* Circuitos por sistema
  - \* Conduits por área
  - \* Terminales por sistema



## Capítulo 4 Control, procuración y contratos de campo.

- Aislamientos
- Diagramas de flujo
- Diagramas de tuberías e instrumentación (DTI's)
- Dibujos de arreglo general
- Diagramas unifilares eléctricos

### 4.3 Pedidos de Campo y Control de Materiales.

El Ingeniero de Proyecto de Campo debe asegurar que los niveles de inventarios de los materiales a granel y las entregas programadas sean adecuadas para soportar el ritmo de construcción programado. Para esto debe:

- a.- Desarrollar un plan de compra de materiales a granel y solicitar el programa de suministros con la oficina de diseño.
- b.- Determinar cuales materiales serán comprados en campo mediante discusiones con ingeniería y procuración de campo.
- c.- Hacer cuantificaciones de materiales para compras de campo y verificar las cuantificaciones hechas por ingeniería para compra de materiales.
- d.- Establecer niveles máximos y mínimos de inventario para materiales a granel cuando sea apropiado.
- e.- Monitorear los niveles de inventario de materiales a granel no controlados por niveles máximo/mínimo de inventario e iniciar ordenes de abastecimiento cuando sea requerido.
- f.- Evaluar la disposición de sobrantes al finalizar el proyecto.

El Ingeniero de Proyecto de Campo debe establecer los requisitos técnicos para la procuración y control en el sitio de la construcción por medio de la revisión de las especificaciones técnicas y los dibujos de diseño. Estos requisitos deben ser implementados en los procedimientos de Ingeniería de Campo los cuales deben establecer requisitos para:

- a.- Preparación, revisión y aprobación de Requisiciones de Materiales de Campo.

#### Capítulo 4 Control, procuración y contratos de campo.

- b.- Preparación, revisión y aprobación de especificaciones técnicas y requisiciones para contratos y subcontratos de campo.
- c.- Requisitos de control de almacenaje de materiales en campo para asegurar una adecuada protección para materiales y equipo críticos del proyecto.
- d.- Inspección periódica de áreas de almacenamiento de materiales para asegurar que los materiales estén adecuadamente almacenados.
- e.- Requisitos de inspección al recibir los materiales.
- f.- Mantenimiento preventivo del equipo en almacén antes de su instalación y puesta en marcha.
- g.- Disposición de materiales defectuosos ó dañados.
- h.- Cualquier requisito especial para materiales especiales incluyendo los requisitos de documentación.

El Supervisor de Procuración de Campo, recibirá, almacenará y entregará todos los materiales, herramientas y equipos del proyecto. Esto incluye cuidado y custodia de materiales y equipos hasta que sean entregados para su instalación en campo.

El Ingeniero de Proyecto de Campo y el Supervisor de Procuración de Campo desarrollarán conjuntamente el formato y distribución de los reportes de estado de los materiales de campo. Esto incluye:

- a.- Estado de información de los Reportes de Recepción de Material.
- b.- Estado de reporte de Requisiciones de Materiales de Campo.

En adición a los materiales instalados, Ingeniería de Campo es típicamente responsable de requisitar la procuración en campo de los equipos de reemplazo y partes de repuesto. El Ingeniero de Proyecto de Campo debe coordinar estas actividades con el representante de puesta en marcha ó con el cliente.

El procedimiento para la recepción de todos los materiales debe definir:

- a.- Recepción física
- b.- Areas de recepción.
- c.- Examinación visual.
- d.- Detalles de recepción.

- e.- Etiquetado de recepción.
- f.- Reporte de recepción de materiales.
- g.- Reporte de insatisfacción, exceso, faltantes ó daños.
- h.- Reportes de inspección.
- i.- Recepción de documentación.

Los procedimientos para almacenaje de materiales y equipos de instalación permanente deben:

- a.- Establecer categorías de almacenaje separado con condiciones ambientales mínimas para cada categoría claramente definidas.
- b.- Identificar almacenajes para materiales de no conformidad.
- c.- Almacenamiento separado para materiales de no conformidad.
- d.- Control de la entrega de materiales para su instalación.
- e.- Mantener identificado el material almacenado.
- f.- Areas de seguridad para artículos costosos sujetos a un posible robo.
- g.- Proporcionar almacenaje separado a materiales potencialmente peligrosos tales como explosivos, químicos, pinturas, gases, etc.
- h.- Asegurar que las áreas de almacenaje para diferentes categorías de materiales y consumibles cumplan con los reglamentos de seguridad.

Los procedimientos para mantenimiento preventivo de materiales de instalación permanente y equipos debe incluir los siguiente:

- a.- Describir la organización responsable de realizar el mantenimiento preventivo.
- b.- Responsabilidades del Ingeniero de Proyecto de Campo, Superintendente de Construcción y del Supervisor de Procuración de Campo. Las responsabilidades típicas incluyen:

## Capítulo 4 Control, procuración y contratos de campo.

- 1.- Del Ingeniero de Proyecto de Campo ó Ingeniero de Campo designado:
  - Identificar los requisitos de ingeniería y del vendedor
  - Preparar las instrucciones de almacenaje y mantenimiento
  - Implementar el programa de mantenimiento preventivo
  - Revisar el programa de mantenimiento
  - Arreglos para atestiguar las actividades clave de mantenimiento
  - Revisar los registros de mantenimiento
  - Proporcionar soluciones a las discrepancias ó condiciones indeseables.
  
- 2.- Del Superintendente de Construcción:
  - Supervisar las actividades de mantenimiento preventivo
  - Asegurar que el equipo este almacenado de acuerdo a los requisitos del proyecto.
  - Asegurar que las herramientas, equipos y materiales requeridos estén disponibles para las actividades de mantenimiento correctivo
  
- 3.- Del Supervisor de Procuración de Campo:
  - Mantener la documentación
  - Coordinar el programa con el Superintendente
  
- c.- El programa de mantenimiento de proyecto debe incluir como mínimo:
  - 1.- Requerimientos de mantenimiento
  - 2.- Instrucciones especiales del vendedor
  - 3.- Definición del nivel de mantenimiento para cada artículo
  - 4.- Programa de mantenimiento
  - 5.- Ordenes de trabajo requeridos para actividades de mantenimiento
  - 6.- Archivos de mantenimiento
  - 7.- Archivos de deficiencias
  
- d.- Para la adecuada administración del programa de mantenimiento preventivo será necesario :
  - 1.- Tener programas para acciones de mantenimiento
  - 2.- Mantener registros de acciones de mantenimiento preventivo hechas durante la vida del proyecto

## Capítulo 4 Control, procuración y contratos de campo.

### 4.4 Coordinación de contratistas y subcontratistas de campo.

Para la formación de contratos y subcontratos de campo el Ingeniero de Proyecto de Campo debe asegurar que:

- a.- Que los contratos cumplan correctamente con las provisiones implementadas en las especificaciones técnicas y los requisitos de los dibujos de diseño.
- b.- Que los requisitos del programa de calidad estén adecuadamente incluidos en el contrato para:
  - Envío de muestras de material.
  - Aprobación técnica de los procedimientos del contratistas.
  - Control de materiales de campo del contratista.
  - Puntos de espera para inspección.
  - Atestiguación de pruebas de componentes ó sistemas.
  - Aprobación técnica de cambios de campo.
  - Disposición de las condiciones de no conformidad.
  - Entregas de documentación técnica del contratista.
- c.- Que la información de diseño requerida para soportar el contrato este completa y actualizada.
- d.- Que las cantidades de materiales estimadas en el contrato estén correctas.
- e.- Que los requisitos de control ambiental estén correctamente especificados.

Durante la evaluación del presupuesto para los contratistas, el Ingeniero de Proyecto de Campo proporcionará el siguiente apoyo técnico:

- a.- Evaluar la aceptabilidad de las excepciones técnicas y alternativas identificadas en los presupuestos.
- b.- Revisión técnica de las especificaciones y procedimientos entregados como parte del presupuesto.
- c.- Revisar los requisitos del programa de calidad entregadas como parte del presupuesto.
- d.- Revisar los planes de automatización propuestos para evaluar su compatibilidad con el plan de automatización del proyecto.

#### Capítulo 4 Control, procuración y contratos de campo.

Para la coordinación de los contratos de campo, el nivel de apoyo técnico por parte de Ingeniería de Campo variará en función de la naturaleza y alcance del trabajo. Los deberes y responsabilidades específicos en la coordinación de contratos de campo serán definidos en los procedimientos del proyecto y típicamente incluyen:

- a.- Revisión y aprobación de solicitudes de cambios técnicos.
- b.- Revisión y aprobación de condiciones de no conformidad.
- c.- Revisión y aprobación de diseños de campo.
- d.- Inspección del trabajo terminado.
- e.- Atestiguamiento de pruebas de componentes y sistemas para asegurar su cumplimiento.
- f.- Vigilancia de las áreas de descargas de materiales
- g.- Revisión y aprobación de planes de maniobras pesados.
- h.- Revisión técnica de documentación y reportes de pruebas.
- i.- Monitorear el cumplimiento ambiental.
- j.- Revisar la facturación de los avances.

Para el cierre de los contratos de campo, el nivel de soporte técnico por parte de Ingeniería de Campo variará en función de la naturaleza y alcance del trabajo. Los deberes y responsabilidades para las actividades del cierre de contrato será definido en los procedimientos del proyecto y típicamente incluirá:

- a.- Inspección del trabajo terminado.
- b.- Preparar una lista de pendiente de trabajos incompletos ó no aceptados.
- c.- Verificar que todos los documentos y reportes de pruebas requeridos hayan sido entregados.
- d.- Verificar que todas las partes de repuesto hayan sido entregadas y estén disponibles para la entrega al cliente.
- e.- Verificar que todos los dibujos “as built” hayan sido entregados y aprobados como sea requerido.

#### Capítulo 4 Control, procuración y contratos de campo.

- f.- Verificar que todas las condiciones de no conformidad estén atendidas y cerradas.
- g.- Verificar que todos los manuales e instructivos de operación hayan sido entregados.

CAPITULO 5

Entregas

5.1 Terminación de construcción y entrega.

Entendamos como entrega de construcción el proceso mediante el cual la entidad de Construcción transfiere la responsabilidad de la obra a un equipo u organización diferente, sea Puesta en Marcha o el Cliente final.

El procedimiento específico del proyecto para terminación de construcción y entrega debe indicar como serán controladas administrativamente las actividades de entrega del proyecto. En algunos proyectos, el procedimiento debe ser aprobado por la organización de puesta en marcha ó por el cliente que recibirá la custodia de la instalación ó sistema.

El procedimiento de entrega debe direccionar los siguientes elementos:

- a.- Definir quien será responsable de los alcances de los paquetes ó sistemas entregados.
- b.- Definir como será controlado el alcance de la entrega para identificar cambios y revisiones.
- c.- Definir como se realizarán los recorridos y documentación de la terminación de la construcción.
- d.- Definir como serán controladas las actividades de listas de pendientes y quien será responsable para aceptar y cancelar los puntos pendientes que se cierren.
- e.- Después que los puntos pendientes sean cerrados, definir si habrá un recorrido final.
- f.- Definir quien dará la aprobación y/ó aceptación de un paquete ó sistema entregado.
- g.- Definir cualquier señalamiento especial requerido para identificar los limites físicos de la entrega.
- h.- Describir que documentación es requerida para anexar al paquete final de entrega.



- i.- Definir que documentación de construcción será retenida en los registros del proyecto después que se complete la entrega.

## 5.2 Entregas por instalación o sistema.

En muchos proyectos, por el tamaño o complejidad, resulta mas práctico el hacer entregas parciales de la obra. Esto es, que se hacen entregas por instalación o sistema. Esta práctica es muy común en plantas tales como refinerías y plantas petroquímicas, en las cuales frecuentemente algunas áreas del complejo deben iniciar operaciones antes de que la planta en su conjunto esté terminada.

Desde el punto de vista construcción la entrega de una instalación o sistema se entiende como transferir la responsabilidad de ésta a la organización de Puesta en Marcha, la cual puede formar parte de la misma compañía que construyó la instalación, o bien puede ser una compañía independiente contratada por el cliente final.

En la práctica de la construcción industrial es común identificar las instalaciones y/o sistemas que se entregan a la entidad de Puesta en Marcha, cada compañía define la manera de identificar las entregas con nombres y características propias; para fines de hacer más explícito esto, definiremos lo siguiente:

a) Etiqueta Verde.- Es una etiqueta de identificación colocada en los equipos que forman parte de una instalación o sistema para indicar que ésta ha sido entregada a la entidad de Puesta en marcha. No puede realizarse ningún trabajo en una instalación o sistema que tenga una etiqueta verde sin una autorización de la entidad de Puesta en Marcha. La figura 5.1 muestra un formato para estas etiquetas.

b) Entrega con etiqueta verde.- Se entiende como el proceso de transferir las instalaciones o sistemas al final de su construcción y/o montaje , limpieza, prueba y operación por parte de la entidad de Puesta en Marcha. El etiquetado de los equipos se realiza durante este proceso.

c.- Paquete de entrega.- El paquete completo de la documentación requerida para la aceptación de una entrega.

La entidad de Puesta en Marcha identificará los límites de los sistemas incluidos en cada entrega. Normalmente, sistemas completos, tal y como están definidos en los DTI's o diagramas unifilares del proyecto, estarán incluidos en los límites de una entrega. Comúnmente los sistemas estarán separados por un elemento de aislamiento, tal como una válvula o un interruptor de circuito. Si no existe un elemento de aislamiento, el límite del sistema se extenderá en el sistema adyacente hasta el primer punto de aislamiento.

En algunos casos la entidad de Puesta en Marcha puede requerir que algún componente específico del sistema sean liberados para prueba antes de que se programe la entrega del sistema completo. En estos casos, puede hacerse una entrega parcial de sistema.

Tres o cuatro semanas antes de que la instalación o sistema esté lista para la entrega, las entidades de Construcción y Puesta en Marcha harán conjuntamente un recorrido y elaborarán un lista preliminar de pendientes y excepciones. La entidad de Construcción utiliza esta lista preliminar para desarrollar una lista de trabajos a realizar para la entrega del sistema.

Una semana antes de que la instalación o sistema esté lista para la entrega, ambas entidades realizarán un segundo recorrido para elaborar una lista final de pendientes. La figura 5.2 muestra un formato para el Registro de Pendientes de Entrega.

Cuando se complete el recorrido para la lista final, la entidad de Construcción establecerá la fecha de entrega final en base al tiempo requerido para cumplir con los pendientes detectados.

La entidad de Construcción debe controlar y actualizar el Registro de Pendientes de Entrega hasta completar todos los pendientes listados.

Después de la entrega, la entidad de Puesta en Marcha rastreará y comunicará a Construcción cualquier pendiente no satisfecho.

El paquete completo de entrega es preparado por la entidad de Construcción y debe incluir:

- a.- Un Registro de Entregas con Etiqueta Verde completo, el cual identifica que equipos y componentes son entregados a Puesta en Marcha. La figura 5.3 muestra un formato de este registro. Este registro correctamente lleno confirma que los equipos y componentes definidos dentro de los límites de la instalación o sistema están completos con excepción de lo indicado en el Registro

## Capítulo 5 Entregas

de Pendientes de Entrega. Con la firma de un Registro de Entregas con etiqueta verde Puesta en Marcha acepta la responsabilidad de los componentes o del sistema.

- b.- Un Registro de Pendientes de Entrega actualizado mostrando el estado actual de todos los pendientes.
- c.- Copias de todos los cambios de diseño abiertos o incompletos o registros de discrepancias tales como Requisiciones de Cambios de Campo (RCC), Notificaciones de Cambios de Campo (NCC) o Reportes de No Conformidad (RNC). También debe incluirse una lista de todos los cambios de diseño y discrepancias cerradas.
- d.- Copias de los dibujos actuales de alcance del proyecto y documentos guía para mostrar los límites de la entrega. Los documentos de alcance pueden incluir DTI's, Diagramas eléctricos unifilares, Dibujos Eléctricos Esquemáticos, listas de Instrumentos y cualquier otro documento que haya sido usado para definir los límites de la entrega.
- e.- Copias de los registros de lubricación de los equipos conforme a los requisitos y tipo de lubricantes especificados.
- f.- Copias de los registros de mantenimiento de los equipos conforme a los manuales de mantenimiento.
- g.- Copias de los registros de pruebas incluyendo Hojas de Datos de Prueba Mecánicas, Eléctricas y de Instrumentación, Hojas de Calibración, Registros de Pruebas Hidrostáticas y Procedimientos de Pruebas Especiales.

Si la Entidad de Puesta en Marcha no puede aceptar la entrega, el Paquete de Entrega debe regresarse al Gerente de Sitio junto con una explicación del porque la entrega no puede ser aceptada. Las razones de la no aceptación pueden incluir:

- a.- Trabajos de construcción incompletos previamente identificados y que requieran ser terminados antes de la entrega.
- b.- RCC's, NCC's o RNC incompletos.
- c.- Un Paquete de Entrega incompleto.

Después de la aceptación del Paquete de Entrega, la entidad de Puesta en Marcha colocará las Etiquetas Verdes en los componentes y equipos incluidos dentro de los límites de la entrega.

A partir de este momento el personal de Construcción no podrá trabajar en los componentes o equipos con Etiqueta Verde sin la autorización de la entidad de Puesta en Marcha.

<b>SISTEMA</b> _____
<b>EQUIPO</b> _____
<b>ESTE EQUIPO HA SIDO ENTREGADO A</b>
<b>PUESTA EN MARCHA</b>
<b>PARA PRUEBA Y OPERACIÓN INICIAL</b>

Figura 5.1 Formato para Etiquetas Verdes.

**REGISTRO DE PENDIENTES DE ENTREGA**

NUMERO:		FECHA:					
PROYECTO No.:		UNIDAD No.:			NOMBRE DEL PROYECTO:		
ENTREGA No.:		NOMBRE DEL SISTEMA O COMPONENTE:					
PIEZA	DESCRIPCION	AREA	RESP.	REQUERIDO		COMPLETO	COMENTARIOS
				SI	NO		

**Figura 5.2** Formato para Registro de Pendientes de Entrega

**REGISTRO DE ENTREGAS CON ETIQUETA VERDE**

NUMERO:		FECHA:
PROYECTO No.:	UNIDAD No.:	NOMBRE DEL PROYECTO:
ENTREGA No.:	NOMBRE DEL SISTEMA O COMPONENTE:	
DESCRIPCION DEL COMPONENTE O SISTEMA:		
ELÉCTRICO		
INGENIERO DE CAMPO/DISEÑADOR:		FECHA:
SUBCONTRATISTA:		FECHA:
MECÁNICO		
INGENIERO DE CAMPO/DISEÑADOR:		FECHA:
SUBCONTRATISTA:		FECHA:
TUBERÍAS		
INGENIERO DE CAMPO/DISEÑADOR:		FECHA:
SUBCONTRATISTA:		FECHA:
INSTRUMENTACIÓN		
INGENIERO DE CAMPO/DISEÑADOR:		FECHA:
SUBCONTRATISTA:		FECHA:
CIVIL		
INGENIERO DE CAMPO/DISEÑADOR:		FECHA:
SUBCONTRATISTA:		FECHA:
APROBACIÓN DE ENTREGA:		
INGENIERO DE PROYECTO DE CAMPO/DISEÑADOR:		FECHA:
GERENTE DE SITIO:		FECHA:
ACEPTACIÓN DE PUESTA EN MARCHA:		
GERENTE DE PUESTA EN MARCHA:		FECHA:

Figura 5.3 Formato para Registro de Entregas con Etiqueta Verde

## CONCLUSIONES

La administración y el control de la construcción es, en general, un proceso que requiere orden y disciplina. Los puntos presentados en este trabajo son los fundamentales que deben cubrirse para llevar una obra bajo un control claro y completo.

En la actualidad el concepto típico de un control de obra ha evolucionado de la mera residencia, aislada muchas veces de la oficina de diseño, a un plan integral de interacción entre ambas durante toda la ejecución del proyecto.

Existen técnicas de control de avances, tales como las gráficas de GANTT, que permiten una visualización clara y rápida de lo esperado contra lo real, sin embargo el control de obra no debe limitarse a esto; debe ser un proceso continuo durante todo el desarrollo del proyecto.

Este proceso debe incluir requisitos administrativos, tales como la definición clara y precisa de la organización del proyecto, desarrollo de procedimientos y de control de documentos; también debe incluir programas específicos de constructibilidad, control ambiental y de control de calidad.

Los sistemas de calidad adquieren cada vez más importancia en la construcción, de ahí la necesidad de implantar y desarrollar una eficiente interfase Diseño-Construcción durante el desarrollo de los proyectos de construcción industrial.

La interfase Diseño-Construcción, debe constituirse como una organización que ligue a la oficina de diseño con la oficina de obra de una manera eficiente y rápida. Esta organización se convierte en un área de Ingeniería de Campo.

El área de Ingeniería de Campo no forma parte de la oficina de diseño ó de la oficina central de la constructora; es un área exclusiva del proyecto y debe ubicarse en el sitio físico de la obra.

El área de Ingeniería de Campo debe instalarse en el lugar de la obra aún antes del inicio de los trabajos y deberá permanecer ahí durante todo el desarrollo y hasta la entrega, ya que entre las funciones que desempeña se encuentran el diseño de las instalaciones temporales, control de topografía, desarrollo de planes de maniobras, estándares de entregas de ingeniería, reporte de cantidades, control de materiales y coordinación de contratistas y subcontratistas.

Mediante el uso de una adecuada Ingeniería de Campo, el objetivo de este trabajo, las obras de construcción industrial pueden administrarse y controlarse de una manera eficiente, permitiendo tanto a las entidades de diseño como de construcción ejecutar y optimizar sus funciones.

La Ingeniería de Campo es un medio para lograr un objetivo que tanto diseño como construcción comparten, la perfecta ejecución y terminación de un proyecto.

La época actual es un buen momento para iniciar el desarrollo de interfaces Diseño-Construcción en las compañías, pues la necesidad de ampliar la infraestructura del país en ramas tales como plantas de energía eléctrica, aeropuertos, la modernización de la industria petroquímica y de refinación, por mencionar algunas, representaran un reto para los constructores nacionales. A manera de ejemplo, en la actualidad se están construyendo seis nuevas plantas termoeléctricas en el país, todas ellas bajo la dirección de constructoras extranjeras lamentablemente; no quiero decir con esto que las constructoras mexicanas carezcan de capacidad para realizar estas obras, tan solo quiero recalcar la necesidad de adoptar y adaptar métodos de trabajo más eficientes.

Considero importante mencionar que la implementación de la Ingeniería de Campo, si bien su efecto es más notorio en compañías que realizan obras grandes, puede y debe hacerse en compañías medianas y aún pequeñas; pues en la actualidad y dado el nuevo esquema de competencia abierto con los consorcios constructores internacionales, muchas de las obras que se realizarán en los próximos años serán subcontratadas total ó parcialmente en el sitio físico en donde se construyan. Bajo esta situación, las empresas que cuenten con un área de Ingeniería de Campo tendrán un notable ventaja con respecto a las que no lo tengan, ya que contarán con el personal calificado, los procedimientos y esquemas de trabajo, y programas de aseguramiento de calidad adecuados para la administración y control de una obra de cualquier magnitud.

En los años que en que he tenido la oportunidad de laborar en el diseño y construcción de plantas industriales he constatado, que si bien la tecnología influye notablemente en la industria de la construcción; esta es básicamente un industria de servicios, por lo que son los nuevos sistemas administrativos y de aseguramiento de calidad los que en gran medida marcan el despegue de una constructora.

El adecuado control en la administración de un proyecto es importante a tal grado que, por las fuertes cantidades de dinero que se invierten, si no existe un óptimo manejo del mismo puede provocar no solo una cuantiosa pérdida para la compañía, sino incluso la quiebra de esta.



Para ejemplificar un poco la importancia de un adecuado sistema de aseguramiento de calidad mencionemos el ejercicio de los porcentajes de pérdida en una línea de producción debidos a la mala calidad de los productos ensamblados. Si el defecto se detecta en el diseño, antes de que se inicie su fabricación, el costo de corregirlo es mínimo, tal vez 1%. Si el defecto se detecta en las primeras etapas de la línea el costo de corregirlo sea tal vez del 10%. Pero si el defecto se detecta cuando el producto este terminado el costo de corregirlo será el 100%, pues el producto no cumplirá con las características requeridas y por lo tanto no se podrá vender; aunado a esto la línea puede crear credibilidad y por tanto perder a su cliente.

Si llevamos el ejemplo anterior a la escala de un proyecto industrial, notaremos que el costo de un defecto no detectado y corregido a tiempo puede provocar que la empresa desaparezca en su primera obra.

Consiente de que el trabajo desarrollado es solo una propuesta de las muchas que se pueden plantear para la administración y control de obras industriales, considero que se alcanzó el objetivo propuesto, al establecer los lineamientos de Ingeniería de Campo para el control de obras de construcción industriales mostrando su importancia en la interfase Diseño-Construcción.

Estoy consciente de que algunos de los aspectos aquí presentados no son de aplicación inmediata por las compañías constructoras de nuestro país, tal como los sistemas de automatización; que requieren una alta inversión para ser implementados; sin embargo, los aspectos de aseguramiento de calidad, constructibilidad, control de documentos, así como el desarrollo de procedimientos y el reporte histórico del proyecto, son puntos que se pueden aplicar usando infraestructura y recursos con que la mayoría de las compañías mexicanas cuentan actualmente.

Por último quiero insistir en la necesidad de inculcar en las nuevas generaciones de ingenieros la importancia que los sistemas de aseguramiento de calidad tienen y tendrán en los próximos años dentro de la industria de la construcción.

Espero haber transmitido algo nuevo si bien no a la Ingeniería, si al Ingeniero.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Mendoza Sánchez Ernesto. Apuntes de Introducción al Proceso Constructivo. Facultad de Ingeniería UNAM. México 1984.
- 2.- Merritt, Frederick S. et al. Manual del Ingeniero Civil. Primera edición en Español. Mcgraw-Hill. México 1984.
- 3.- Rotherg, Brian. ISO 9000 La Norma y su Implementación. Primera edición en Español. Panorama. México 1992.
- 4.- Dinkel, Kochemberger y Plane. Administración Científica. Primera edición en Español. Representaciones y servicios de Ingeniería. México 1990.
- 5.- Sapag Chain Nassir y Sapag Chain Reinaldo. Preparación y Evaluación de Proyectos. Tercera edición. Mcgraw-Hill. Colombia 1997.
- 6.- Love Albert y Saxon Jamex. Listen to Leaders in Engineering. Cuarta edición. McKay Company. New York USA 1995.
- 7.- Feld, Jacob. Fallas Técnicas en la Construcción. Segunda edición en Español. Editorial Limusa. México 1989.
- 8.- Suárez Salazar, Carlos. Tiempo y Costo en Edificación. Tercera edición. Editorial Limusa. México 1985.
- 9.- Rodríguez Peña, Delfino. Diseño Práctico de Estructuras de Acero. Segunda edición. Editorial Limusa. México 1992.
- 10.-American Concrete Institute. Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado ACI-318-97. Primera edición. Ed. IMCyC. México 1997.
- 11.-Departamento del Distrito Federal. Reglamento de las Construcciones para el Distrito Federal. Talleres Gráficos de la Nación. México 1994.
- 12.-Reyes Ponce, Alfonso. Principios de Administración. Teoría y Práctica. Cuarta edición. Editorial Limusa. México 1990.