

3. LA PRACTICA DEL DISEÑO ESTRUCTURAL.

3.1 CODIGOS Y NORMAS COMPETENTES.

El objetivo principal de los Códigos y Normas es proteger la salud y seguridad del público. Los Códigos y Normas pueden influenciar el proceso de diseño, por ello es necesario que se identifiquen los adecuados previamente al diseño. El profesional de diseño debe tener conocimiento de las Normas y Códigos antes de usarlas como base para diseño.

Debido a que los Códigos y Normas conciernen a una disciplina en particular, el profesional debe esperar encontrar por separado Códigos y Normas para ingeniería civil, eléctrica, mecánica, estructural y arquitectura. El aplicar Códigos y Normas al diseño resulta en ocasiones difícil, especialmente cuando se trabaja con un proyecto en un área no familiar al profesional de diseño. Los códigos locales son comunes y usualmente son versiones modificadas de los nacionales. Sin embargo, un diseño basado en un Código nacional no necesariamente satisface los requerimientos locales. Los profesionales de diseño deben siempre tener la última versión de las Normas y Códigos tanto locales como nacionales.

En los Estados Unidos de Norteamérica.

En los Estados Unidos de Norteamérica la selección del profesional de diseño, es un punto importante para garantizar una buena calidad del proyecto. Es adecuado que el dueño establezca una política para llevar a cabo esa elección. Algunos aspectos que deberán considerarse para llevar a cabo la elección de la firma de diseño son los siguientes.

- La reputación profesional y ética del profesional de diseño, determinada por clientes previos y otras referencias.
- El director y otros miembros responsables de la firma de diseño, deben ser ingenieros y arquitectos profesionales registrados en su estado de residencia.
- El profesional de diseño debe demostrar estar calificado para desarrollar las tareas específicas del proyecto, lo cual incluye conocimiento de códigos y otras reglamentaciones gubernamentales de aplicación al desarrollo del proyecto.
- La firma debe demostrar solvencia económica para aceptar la asignación.
- El profesional de diseño debe ser capaz de asignar personal calificado al proyecto y completar los servicios en el tiempo permitido.

La selección del profesional de diseño por parte del dueño generalmente corre a cargo de un comité, en el cual debe haber al menos un ingeniero. En el proceso de selección del prospecto, es fundamental cumplir con los requisitos pedidos. En industrias grandes se cuenta con archivos en donde se establecen estos requisitos. Si el dueño no cuenta con un archivo parecido, debe adquirirlo antes de proceder a la selección.

Agencias federales de los E.E.U.U. y otros utilizan formas de gobierno especiales como norma

para la selección. El tipo de información que se incluirá en una declaración de requisitos se lista a continuación:

- Nombre de la firma
- Año de establecimiento
- Nombre de los fundadores y socios
- Dirección y teléfono del negocio
- Tipo de servicios calificados para desempeñar
- Nombre de los directores de la firma y donde están registrados
- Nombres del personal clave, con experiencia como miembros de la organización e identificados con alguna de las siguientes especialidades: Ingeniero Civil, Ingeniero Estructural, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Industrial, Urbanistas, Arquitectos, Ingeniero de Transporte, Ingeniero Ambiental, Ingeniero en Geotecnia, Diseñadores profesionales, y Encuestador
- Máximo personal a disposición en cualquier momento
- Consultores externos y asociados usualmente empleados y la calificación de su personal clave
- Trabajos similares realizados como profesional de diseño
- Actividades presentes
- Número de proyectos
- Trabajos de diseño similares completados en colaboración con otros (construidos o no)
- Actividades presentes asociados con otros
- Capacidad estimada anual en dolares
- Volumen promedio de trabajo anual en los últimos cinco años, en dolares
- Proyecto mas grande en los últimos cinco años
- Proyecto actual mas grande
- Area aproximada de oficina
- Capacidad financiera
- Referencia bancaria
- Firma con fecha de propuesta

Cuando el dueño conoce a fondo el proyecto, el proceso de selección se facilita. De no ser así, debe estar por lo menos familiarizado con los requerimientos para saber que esperar del profesional de diseño.

A continuación se presentan los pasos mas comunes en el proceso de selección. Sin embargo si el dueño ha tenido alguna experiencia satisfactoria con uno o mas profesionales de diseño en el pasado, no sea necesario seguir los puntos presentados:

- Presentar a través de una invitación o nota pública, el propósito general del proyecto y pedir los créditos y experiencia de los profesionales de diseño que pudieran ser capaces de cumplir con los requerimientos del proyecto. Los nombres y direcciones de las firmas de diseño pueden obtenerse del Directorio de Servicios Profesionales de Ingeniería Civil, publicado por el ASCE, o de otros directorios profesionales.
- Considerar los créditos recibidos, seleccionando al menos tres profesionales de diseño que aparezcan como los mejores calificados. Por razones de tiempo no se recomienda elegir mas de cinco candidatos.
- Por medio de una invitación dirigida a cada profesional de diseño, es conveniente que el dueño describa lo mas detalladamente el proyecto, y que además los profesionales de diseño envíen propuesta donde se describa el plan de trabajo, su situación financiera y carga de trabajo. Es

conveniente que cada firma seleccionada visite el lugar, y revise todos los datos previamente recopilados y se den respuesta a preguntas de importancia.

- Entrevistar a cada firma, discutiendo los objetivos del proyecto y los servicios requeridos por parte del profesional de diseño. El comité de selección debe revisar cuidadosamente la experiencia y capacidad de cada firma, asegurándose además de que se entendieron bien los requerimientos del proyecto.
- Revisar cuidadosamente con clientes previos, el desempeño en cuanto a calidad se refiere de cada firma.
- Listar a los candidatos de diseñado en orden con base en la preferencia del dueño, tomando en cuenta su localización, reputación, experiencia, situación financiera, tamaño, personal disponible, calidad de referencias, carga de trabajo y otro tipo de aspectos relacionados con el proyecto en consideración.
- Invitar a la firma considerada como mejor calificada, a una segunda entrevista para discutir con mayor profundidad el proyecto, y negociar una compensación justa por los servicios discutidos y acordados.
- La compensación requerida por el profesional de diseño, debe ser comparada con la experiencia previa del dueño y con una serie de cargos reportados por otros usuarios de servicios similares. Una compensación justa es vital para el éxito del proyecto.
- Si no se llega a un acuerdo con el primer profesional de diseño elegido, entonces se llevaría a cabo entrevista similar con el segundo candidato, y de ser necesario con el tercero hasta alcanzar un acuerdo de ambas partes. Todas las negociaciones deben ser en privado, y la compensación discutida con una firma no se discutirá con otra.
- Cuando se haya alcanzado un acuerdo, el dueño y el profesional de diseño deben formalizarlo en un contrato escrito .
- Una vez hecha la selección bajo contrato, el profesional de diseño deberá seguir el mismo procedimiento para hacer subcontrataciones.

La mayoría de los cuerpos legislativos y federales en la Unión Americana al igual que sociedades de ingeniería y arquitectura, reconocen que los profesionales que cumplen con requisitos respaldados son los mas productivos, y que el método de selección señalado arriba es altamente socorrido si se compara con el método de licitación. En la mayoría de los estados de la Unión Americana se han adoptado leyes que obligan al profesional a contratarse solo bajo los procesos descritos anteriormente.

Existen varias razones por las que la subasta o licitación de servicios de ingeniería produce resultados insatisfactorios. Entre ellas están las listadas enseguida:

- En la licitación no se toma en cuenta un juicio profesional, la cual es la llave en la calidad de un diseño.
- En la licitación no se discuten los esquemas generales de trabajo, ajustando la capacidad de trabajo a un menor precio, con lo cual seguramente las expectativas del dueño no serán satisfechas.
- A menos que se especifique otra cosa se dará lugar a que los diseños sean mínimos y en general incompletos, dejándole los detalles al constructor. Ello puede reducir el costo de diseño, pero elevar el costo final del proyecto, por posibles cambios.
- La participación del profesional de diseño se verá reducida, provocando probablemente el uso de productos mas caros.

- Al no haber supervisión por parte del profesional de diseño, se pueden generar cambios que resulten caros durante el desarrollo del proyecto.

Un método usado no recomendado para llevar a cabo una selección del candidato, es que el dueño solicite a cada uno de los interesados desarrollar el proyecto presentando en dos sobres una propuesta técnica y una presupuestal. El dueño con base a la propuesta leerá la técnica, para que a partir de ella elija al profesional de diseño más adecuado. Posteriormente verá la parte presupuestal y ya con el candidato elegido la negociará. No es conveniente que abra ambos sobres, dado que se podría caer en una negociación solo de tipo económica con sus consecuencias negativas.

En Japón.

Desde el punto de vista del proyecto de construcción en general, el Ministerio para la Construcción de Japón, por medio del Instituto de Arquitectos (AIJ) desarrolló y editó, con sus consecuentes modificaciones conforme a los avances tecnológicos en las áreas de diseño y construcción, el "Reglamento Legislativo para la Construcción". En este documento legislativo se presentan definiciones y explicaciones breves de los conceptos y tecnologías empleadas dentro de los procesos que componen un proyecto de Construcción. Estableciendo los requisitos mínimos a cumplir para lograr el nivel de seguridad y funcionalidad deseado.

Adicionalmente, se presenta una serie de especificaciones sobre el empleo de materiales potencialmente peligrosos o de utilidad para reducir el riesgo de siniestros, como los que se listan enseguida:

- Materiales no combustibles
- Materiales quasi-no combustibles y retardantes de fuego
- Establecimiento y definición de técnicas y estándares para la obtención de la seguridad estructural deseada en cimbras
- Establecimiento y definición de técnicas y estándares para aseguramiento de la seguridad de estructuras rústicas de madera

Concretamente, la reglamentación para diseño estructural, se puede presentar como se indica:

a) Reglamento Legislativo para la Construcción y sus Comentarios, donde se introducen entre otros aspectos, los siguientes:

- Conceptos básicos de cálculo estructural.
- Cargas de diseño, materiales estructurales, esfuerzos admisibles de los mismos, etc.
- Reglamentación contra siniestros.

b) Guías para diseño y cálculo elaboradas por el Instituto de Arquitectos de Japón, donde se presentan y comentan, de acuerdo con el Reglamento Legislativo para la Construcción, los siguientes aspectos principalmente:

- Métodos detallados de cálculo estructural (incluyendo cimentaciones, estructuras de concreto reforzado, estructuras de acero estructural, construcción compuesta, etc.)
- Cargas de diseño

c) Guías para el cálculo y diseño estructural elaboradas por el Reglamento Legislativo para la Construcción, donde se plantean la metodología detallada para el diseño antisísmico.

d) Guías para el diseño estructural de edificios, donde se presentan los siguientes conceptos:

- Métodos detallados de diseño.
- Condiciones de funcionalidad y diseño para cada tipo de estructura.
- Procedimiento detallado para la obtención de los permisos de construcción.

Particularmente, con respecto al proceso de diseño estructural, por medio del mismo AII, se editan una serie de reglamentos y/o normas competentes al diseño de estructuras de diversos materiales. Cada uno de esos manuales cuenta con un espacio para definición y uniformización de la nomenclatura empleada en el proceso de diseño, tratando de lograr concordancia con la nomenclatura empleada en los otros procesos consitutivos. Se presenta también la legislación competente a cada sistema estructural, contemplando las cargas de diseño para cada caso, las características de los materiales componentes, el nivel de estado de esfuerzos permisibles (si procede), las bases teóricas e hipótesis contempladas para el establecimiento de las fórmulas empleadas para el cálculo de resistencias. Finalmente, en forma de apéndice de cada uno de los Reglamentos se presenta una serie de recomendaciones sobre estructuración y detallado de los sistemas estructurales, con el propósito de lograr el comportamiento deseado de las estructuras ante las solicitaciones de diseño. Los principales reglamentos para Diseño editados son los que se enlistan enseguida:

Estructuras de Acero.

Estructuras Compuestas Acero - Concreto Reforzado.

Estructuras de Concreto Reforzado.

Estructuras de Mamposteria Reforzada.

Estructuras a base de Muros Estructurales (Concreto Reforzado o Mamposteria)

Estructuras de Madera.

Dependiendo del sistema estructural a emplear, el proceso de diseño presentará variantes. Sin embargo, en forma general el proceso de diseño se puede clasificar, para la mayoría de los sistemas estructurales, de la siguiente manera:

Fase primaria de diseño.

Proceso de diseño basado en conceptos de comportamiento elástico de los materiales y componentes estructurales, donde predomina la filosofía de diseño por esfuerzos admisible y diseño por esfuerzos de trabajo. El diseño de las estructuras de madera se basa unicamente en esta fase primaria de diseño.

Fase secundaria de diseño.

Porceso de diseño que contempla los elementos estructurales diseñados en la Fase primaria de diseño y que, considerando conceptos de comportamiento inelástico de los materiales y componentes estructurales, presenta procedimientos de diseño basados en filosofías de Estados Límite de Servicio, Resistencia Ultima y por Factores de Carga y Resistencia.

Independientemente de los procedimientos y filosofías básicas para el diseño estructural, para cada uno de los sistemas estructurales comunmente usados, así como para procedimientos de diseño y tecnologías de construcción relativamente novedosas, se generan una serie de guías para diseño y construcción como las que se presentan abajo (una parte de ellas):

- Guías para el diseño y prefabricación de estructuras de concreto reforzado precoladas.
- Guías para el diseño y abilitado del acero de refuerzo en estructuras de concreto reforzado.
- Recomendaciones para el diseño de estructuras de cimentación.
- Guías para el diseño de estructuras de concreto reforzado, basándose en el concepto de

resistencia última.

3.2 TRANSFERENCIA Y RETROALIMENTACION DE INFORMACION.

En México.

Con el avanzado estado de las telecomunicaciones, actualmente las tecnologías y procedimientos de diseño no presentan grandes variantes entre los diferentes países o zonas geográficas. Así el proceso de diseño en México es similar al empleado en otros países y se puede resumir en los pasos mostrados enseguida:

a) Estructuración.

Parte fundamental del proceso.

b) Análisis.

Modelar la estructura para fácil análisis

Determinar las fuerzas actuantes en la estructura

Determinar los efectos que general esas fuerzas actuantes

c) Dimensionamiento.

Planteamiento de soluciones preliminares

Evaluación de las mismas

Diseño detallado

Transmitir los resultados del diseño en planos y especificaciones adecuadas

Supervisión del desarrollo del proyecto, tanto en proceso de diseño, como en obra

Respecto a la información con la que deberá contar el profesional de diseño estructural, para iniciar el proceso de diseño, puede resumirse básicamente en:

- Plano del conjunto con la posición del o los edificios en el predio
- Localización precisa dentro de la localidad
- Plano topográfico, en caso necesario, con curvas de nivel y secciones transversales
- Estudio de Mecánica de Suelos realizado en el lugar de desplante. El estudio debe contemplar todo lo necesario para definir con precisión el tipo de cimentación más adecuado, así como el proceso de excavación y construcción que se requiera.
- Eventualmente y dada la importancia y magnitud del edificio, podría llegar a requerirse un estudio de riesgo sísmico del lugar de desplante.
- Planos arquitectónicos de anteproyecto en planta, corte y fachada preliminares.

Posteriormente, como complemento de la información antes citada, para el desarrollo y finiquitación del proyecto estructural, se requerirá además de la siguiente información:

- Planos arquitectónicos definitivos, con la definición y detallado adecuado y suficiente.
- Planos de instalaciones para proveer de ductos y pasos. Realizar reuniones de coordinación con las diferentes disciplinas, principalmente con el profesional del diseño arquitectónico (para modificar y/o corregir los planos estructurales, cuando se requiera).

En los Estados Unidos de Norteamérica.

En los Estados Unidos de Norteamérica el profesional o equipo de diseño arquitectónico y/o estructural, es responsable de la ejecución de la fase de diseño desde su inicio hasta la conclusión de planos, especificaciones y licitaciones.

El equipo de diseño es el punto de liga entre el dueño y el desarrollo del proyecto (equipo constructor). Este equipo de diseño tiene las siguientes responsabilidades y deberes:

- Desarrollar el presupuesto del proyecto, especificando los recursos y organización necesaria para llevar a cabo el trabajo.
- Asignar dentro del tiempo global del proyecto uno específico relacionado con el diseño.
- Desarrollar facturas para documentos de contrato para el dueño, y tiempos de entrega.
- Coordinar el desarrollo de los procedimientos del proyecto.
- Monitorear y administrar el desempeño del equipo de diseño.
- Actualizar los documentos de diseño debido a cambios.
- Establecer itinerarios para revisiones internas y por parte del dueño.

Los miembros del equipo de diseño deberán ser elegidos con base en a su experiencia personal y a los requerimientos del proyecto. Las personas con mas experiencia deberán supervisar a las de menor experiencia, y asignárseles tareas de mayor jerarquía.

Cada proyecto debe ser iniciado através de una junta de equipo. Durante dicha junta el equipo que encabeza el diseño, revisa conjuntamente los objetivos y esquema general del proyecto. Las tareas relativas al presupuesto son revisadas y su relación con otras tareas son discutidas. El compromiso del personal de diseño para desempeñar el proyecto dentro del tiempo y presupuesto determinados es revisado.

El equipo de diseño deberá tener con regularidad reuniones con el dueño o su representante para revisar el tiempo de entrega de los servicios profesionales. Si el dueño requiere de cambios, estos deben ser revisados junto con los miembros del equipo de diseño para evitar conflictos posteriores.

La habilidad de un equipo de diseño para cumplir a tiempo con los compromisos y permanecer dentro del presupuesto depende mucho de las respuestas del dueño a preguntas que surgieran entorno al proyecto.

Cada proyecto tiene una serie de requerimientos, los cuales deben ser comunicados o desarrollados por el equipo de diseño. Existen casos en que el dueño puede tener o no una idea completa del proyecto. En caso de no tenerla esta idea completa es necesario que el equipo de diseño discuta con otro equipo que represente al dueño y fijar una serie de lineamientos que los lleve a cumplir con los requerimientos del dueño. Dentro de estos lineamientos se pueden incluir estudios alternos que permitan evaluar cada solución posible. Estos requerimientos deben apegarse a los códigos federales, estatales y locales.

Conforme se avance en el diseño del proyecto, es conveniente tener informado mensualmente al dueño acerca de estos avances, así como de reuniones realizadas. Conviene discutir los conceptos vertidos en los reportes con el dueño o representante, relativos a presupuestos tiempos y criterios de diseño de las diversas especialidades que estén involucradas. De haber cambios estos deben ser discutidos y resueltos, de no ser así conviene realizar una reunión con el dueño.

Algunos puntos a seguir para no poner en riesgo la calidad del proyecto, una vez que se ha seleccionado la firma de diseño particular o gubernamental, pueden ser:

- Desarrollar un esquema general de trabajo para cumplir los requerimientos del dueño.
- Desarrollar un plan de trabajo para la fase de diseño del proyecto.
- Estimar de manera exacta las horas de trabajo requeridas, la agenda y costo que implica cumplir con la calidad de diseño.
- Desarrollar una agenda realista.

Los profesionales de diseño deben aceptar solo proyectos que estén dentro de su especialidad, a no ser que se agreguen consultores especialistas. Otra manera de evitar obstáculos en la calidad de un proyecto es asignando profesionales con experiencia en actividades, como lo es la recopilación de información y la inspección de campo. Gente sin la suficiente experiencia podría pasar por alto detalles que repercutan de manera significativa en el proyecto.

La evaluación ingenieril es un proceso por separado, llevado a cabo por personal independiente de aquel que conforma el equipo de diseño. Es sugerido como un método de revisión de los criterios ingenieriles y métodos de diseño. Este procedimiento se sugiere sea llevado a cabo después de que se hallan hecho las decisiones preliminares de diseño. Esta actividad usualmente involucra cuatro pasos que intentan contestar las siguientes preguntas:

- Durante la etapa de información:

- a) ¿Que es el proyecto?
- b) ¿Cual es su función?
- c) ¿Cual es el valor y costo de su función?

- Durante la etapa de especulación:

- a) ¿Es la función necesaria?
- b) ¿Que mas va a desempeñar la función?
- c) ¿Puede implementarse la misma función de una manera mas efectiva?

- Durante la etapa de análisis:

- a) ¿Cuanto costarán las alternativas?
- b) ¿Darán las alternativas una calidad igual o superior al proyecto?
- c) ¿Como se comparan los costos de las alternativas con el del diseño propuesto?

- Durante la etapa de presentación:

Convencer al equipo de diseño arquitectónico las mejoras derivadas del análisis y diseño estructural.

La etapa de presentación resume las recomendaciones para cambios en el diseño propuesto para ser considerados por el equipo de diseño arquitectónico. Es importante que los miembros del equipo de diseño arquitectónico y/o estructural, tengan la oportunidad de considerar los cambios y defender su propuesta. El dueño debe estar enterado de los cambios que modifiquen la apariencia o función del proyecto. Dado que la evaluación ingenieril puede incrementar el costo del proyecto, esto puede limitarse solo a proyectos de cierto grado de complejidad.

En Japón.

El proceso de diseño en Japón aunque presenta la reglamentación o normatividad mínima requerida para alcanzar la seguridad deseada, deja libertad opcional al profesional de diseño estructural para elegir el procedimiento o filosofía de diseño que crea conveniente para cumplir con las necesidades funcionales de la estructura y que puede ser llevado a cabo con la tecnología

de construcción con que cuente el constructor. Obviamente, al ser un procedimiento de diseño no contemplado en los reglamentos, el producto final del diseño estructural será sujeto a revisión por un comité calificado por el AIJ y el Centro de Arquitectos de Japón, comité que estará formado por profesores universitarios (profesor de carrera), profesionales de diseño de reconocido prestigio que no tengan vinculación con el profesional de diseño estructural a calificar y personal gubernamental calificado para la realización del trabajo de revisión de proyectos estructurales. El proceso de diseño y revisión anterior se muestra gráficamente en la Fig.3.1, dividiéndose en edificaciones con altura menor de 60 metros en la parte superior de la figura, y estructuras con altura mayor de 60 metros en la parte inferior.

Dentro de este contexto, los procedimientos de diseño más socorridos están basados en los siguientes conceptos para diseño sísmo-resistente.

Diseño sísmico ante sismos de moderada intensidad (denominada también fase de diseño No.1). Es el proceso de diseño denominado por esfuerzos de trabajo o por esfuerzos admisibles, es un proceso de diseño elástico analizando el comportamiento de la estructura a nivel de materiales. Se basa en los siguientes aspectos más importantes:

- 1) Coeficiente de cortante basal estándar: $C_o = 0.2$, con un análisis estático equivalente.
2. El estado de esfuerzos en todos los materiales no deberá exceder los esfuerzos admisibles para cargas temporales.
3. La distorsión angular de entrepiso deberá ser menor que $1/200$ la altura del entrepiso.

Diseño sísmico ante sismos intensos (denominada también fase de diseño No.2). Parte del proceso de diseño que se basa en los conceptos de diseño por estados límite o por resistencia última de los elementos estructurales, o bien se basa en los conceptos de diseño por capacidad considerando la resistencia de la estructura total. Esta fase de diseño se basa en los siguientes aspectos de mayor importancia:

- 1) Coeficiente de cortante basal estándar: $C_o = 1.0$, con un análisis estático equivalente.
- 2) La resistencia última a cortante lateral no deberá ser menor que la resistencia última a cortante especificado.

La práctica general del proceso de diseño por resistencia última propuesto por el Instituto de Arquitectos de Japón, sigue el patrón presentado enseguida:

- 1) El estado de resistencia última de la estructura deberá estar claramente definido.
- 2) Definición y obtención de un modo "total" de falla, avoliendo los modos "parciales" de falla, así como aparición de fluencia del acero de refuerzo en columnas o elementos donde se haya proyectado un comportamiento elástico.
- 3) Aseguramiento de suficiente capacidad de rotación plástica o capacidad de deformación de los elementos en particular y la estructura en general, proporcionando suficiente resistencia ante corte para eliminar posibles fallas de tipo frágil en elementos de concreto reforzado. Para elementos de acero estructural se respetarán las relaciones ancho-espesor de placas y las relaciones de esbeltez (ante fuerza axial y flexión) con el fin de evitar fallas por pandeo local o general en el rango de comportamiento elástico del material. En el caso de acero estructural se respetarán las relaciones propuestas en los reglamentos correspondientes con respecto a la relación entre resistencia última y resistencia a la fluencia.

En el caso de estructuras especiales (hospitales, escuelas, estaciones de bomberos, etc.) el proyecto de diseño deberá sujetarse a la revisión y evaluación técnica por un comité de expertos propuesto por el Ministerio de la Construcción, el Instituto de Arquitectos y el Centro de Edificación de Japón. El material a presentar ante dicho comité estará compuesto por los siguientes conceptos:

- 1) Se requiere la respuesta en el tiempo de la estructura analizada en forma dinámica lineal y no-lineal.
- 2) Se presentarán los registros sísmicos (sintéticos o reales) empleados para obtener la respuesta en el tiempo mencionada en el punto anterior. Dentro de los registros sísmicos reales mas empleados se encuentran los siguientes:
 - Registros estandar (El Centro, Taft, Hachinohe, etc.)
 - Registros que representen las condiciones específicas del sitio (Tokyo No. 1 hasta 20)
 - Registros que contengan componentes de periodo largo (Tohoku, Michoacán-SCT, etc.)
- 3) La intensidad del registro sísmico empleado en los análisis anteriores se normalizará a cumplir las siguientes velocidades máximas, 25 cm/s (en Tokyo) para análisis lineal (fase No.1), y 50 cm/s (en Tokyo) para análisis no-lineal (fase No.2).
- 4) Se presentarán y discutirá sobre la selección de las características fuerza - deformación y las reglas histeréticas de comportamiento ante cargas cíclicas, consideradas para definir el comportamiento elasto-plástico de los elementos estructurales al sujetarse al análisis durante la fase de diseño No. 2.
- 5) Se presentará y discutirá sobre la selección de un factor de amortiguamiento apropiado para el tipo de material y sistema estructural seleccionado para el proyecto en cuestión.
- 6) Se presentará la corroboración de que ante sismos propios de la fase No.1 de diseño, los miembros estructurales permanecerán cercanos al rango elástico y las distorsiones angulares máximas de entrepiso no excederán 1/200 veces la altura de los entrepisos.
- 7) Se presentará la corroboración de que ante sismos propios de la fase No.2 de diseño, no se presentará falla estructural parcial o total, que las máximas demandas de ductilidad de entrepiso en cualquier nivel no excederán a 2.0, y que no se presentarán fallas o desprendimiento de los elementos de acabados.

3.3 PRODUCTO FINAL Y SUPERVISION.

En México.

Al finalizar el trabajo de oficina inicial concerniente al proceso de diseño estructural, el profesional de diseño deberá entregar al dueño y, si el contrato así lo estipula, al constructor, el resultado de su trabajo en información que deberá cubrir al menos los siguientes rubros:

- Planos de anteproyecto estructural dimensionados.
- Tipo de cimentación elegida y plano de cargas verticales (incluyendo los efectos de sismo y/o viento) para el estudio de mecánica de suelos.
- Memoria de cálculo conteniendo:
 - Análisis preliminar (método aproximado)
 - Análisis final. Elementos mecánicos para diferentes condiciones de carga
 - Procedimiento de diseño de la estructura en total y elementos en particular
- Elaboración de planos generales o en cada una de las plantas diferentes que tenga la estructura,

posición de las columnas, trabes, losas, etc. Desde nivel de cimentación hasta nivel de azotea. Grupo de planos que básicamente contemplará los siguientes conceptos

Planos de cimentación

Planos de muros de contención y detalles de conexión con cimentación y superestructura

Planos de columnas y muros

Planos de trabes y losas

Planos de cortes y detalles arquitectónicos

Planos de cortes, conexiones y detalles estructurales

- Toda la información gráfica que se presente deberá ser sencilla, clara, precisa, de fácil interpretación, y que satisfaga requisitos de construcción y fácil ejecución dentro de los lineamientos del Reglamento para las Construcciones competente.
- Detallado adecuado en planos, con especificaciones propias para el entendimiento tanto del plano, como del detallado mismo. Por ejemplo, traslapes del acero de refuerzo longitudinal, doblado de los aceros de refuerzo longitudinal y transversal, colocación precisa de los armados. Se presentarán especificaciones claras y sencillas sobre materiales, características de las superficies de los concretos en junta de colado, colocación de los refuerzos longitudinal y transversal, etc.
- Descripción precisa y detallada del proceso de excavación (metodología y programa de ataque y seguimiento).
- Tipo, diseño y especificaciones sobre el cimbrado.
- Procedimiento de colocación del concreto en sitio.
- Detallado de las holguras necesarias entre elementos estructurales y no estructurales, como son los muros de mampostería y marcos de concreto.
- Cuando se presente el uso de precolados, se detallará el procedimiento de colado o fabricación de los elementos, método de erección, colocación y anclaje de los mismos con respecto a los elementos colados en sitio. Procedimiento de instalación de la planta de concreto si los elementos se fabricarán en el sitio de construcción.
- El corresponsable de la Seguridad Estructural y los supervisores verificarán que los colados tengan la calidad y acabados adecuados (sin cavernas, huecos, etc.), y determinará si es preciso su demolición, reparación, o lo que considere conveniente para que alcance la resistencia de diseño.
- El profesional de diseño estructural deberá detallar, en los planos de diseño a presentar como producto terminado del proceso, la instalación de obras secundarias de apoyo, como son las grúas y/o plumas empleadas durante el proceso constructivo. Verificará de igual modo que la seguridad estructural no se vea alterada por algún mal empleo de las mismas.

En los Estados Unidos de Norteamérica.

En los Estados Unidos de Norteamérica las oficinas de diseño deberán tener una biblioteca de fácil acceso a catálogos de diseño, catálogos de fabricantes, Normas y Reglamentos. La calidad de un diseño además de satisfacer los Reglamentos y Normas, también debe satisfacer los requerimientos del dueño. Los Reglamentos y Normas pueden establecer criterios mínimos, en cambio los que establezca el dueño pueden ser de mayor amplitud. Es por ello que una comunicación durante el proceso de diseño debe ser efectiva para que el dueño esté informado del progreso del trabajo y que no exista desviación respecto del concepto original.

El objetivo principal de los Reglamentos y Normas es proteger la salud y seguridad del público. Los Reglamentos y Normas pueden influenciar el proceso de diseño, por ello es necesario que se identifiquen los adecuados al proyecto antes de iniciar el proceso de diseño. El profesional de diseño debe tener conocimiento de las Normas y Reglamentos antes de usarlas como base para diseño.

Debido a que los Reglamentos y Normas conciernen una disciplina en particular, el profesional debe esperar encontrar por separado Reglamentos y Normas para ingeniería civil, eléctrica, mecánica, estructural y arquitectura.

El aplicar Reglamentos y Normas al diseño resulta en ocasiones difícil, especialmente cuando se trabaja en un proyecto en un área no familiar. Los Reglamentos locales son comunes y usualmente son versiones modificadas de los nacionales. Un diseño basado en un Reglamento nacional no necesariamente satisface los requerimientos locales. Los profesionales de diseño deben siempre tener la última versión de las Normas y Reglamentos.

Una parte importante del producto final del proceso de diseño lo constituyen los planos de taller, los que también son usados por el supervisor para implementar los procedimientos de control de calidad durante el proceso de construcción.

En seguida se presentan algunas guías de responsabilidades y autoridad de las partes involucradas en la producción y proceso de los planos de taller.

- Identificación de los tipos generales de planos de taller
- Breve descripción de los materiales de construcción y tipos de componentes
- Responsabilidades y autoridad de las partes que revisan y aprueban los planos de taller

Existen tres clases generales de planos de taller:

Clase 1: Planos para componentes estructurales que serán parte de una estructura y que serán fabricados o contruidos de acuerdo a requerimientos específicos definidos por el profesional de diseño en los documentos de contrato.

Clase 2: Planos de componentes estructurales que serán parte de una estructura y son suministrados como artículos manufacturados de acuerdo a los requerimientos definidos por el profesional de diseño en los documentos de contrato.

Clase 3: Planos de componentes estructurales que no serán parte de una estructura, pero que serán usados temporalmente durante la construcción para propósitos de erección, apuntalamiento, contraventeo, cimbra para andamios o acceso.

En cuanto a las responsabilidades de cada una de las partes integrantes del grupo de trabajo, respecto al producto final del proceso de diseño, se pueden mencionar las siguientes:

a) Responsabilidades del dueño: El dueño es responsable de la calidad de la estructura en la medida en que se sirva de los profesionales y proporcione respuesta a las consideraciones hechas por los mismos.

El dueño debe considerar un itinerario en el que exista suficiente tiempo para que el profesional de diseño revise y apruebe los planos de taller, tomando en cuenta que esta es una tarea necesaria dentro del proyecto.

b) Responsabilidades y autoridad del profesional de diseño con respecto a planos de taller clase 1:

El profesional de diseño debe tener una autoridad y responsabilidad general en el diseño

estructural. Por otra parte a través del contrato se estipula si el profesional de diseño se hace cargo de diseñar las conexiones, o estas se les asignan a otro profesional calificado a través del constructor.

En cualesquiera de estos casos el profesional de diseño debe revisar y aprobar los detalles de conexión y documentación asociada, asumiendo la responsabilidad de que se cumplan los requerimientos generales de diseño. Todo ello no le quita responsabilidad ni al constructor ni al profesional de diseño en cuestión.

El profesional de diseño debe proporcionar suficiente información sobre requerimientos de carga para el diseño de conexiones e información para que el subcontratista produzca los planos de taller de manera completa.

El fabricante detallista y subcontratista son la parte del grupo de diseño, que prepara los planos de esta clase como detallista. El detallista puede ser empleado o trabajar como subcontratista del fabricante. Dependiendo del material en consideración, el término subcontratista será equivalente a fabricante o detallista.

En los documentos del contrato se debe especificar si el subcontratista detalla y fabrica las conexiones como fueron diseñadas por el profesional de diseño, sujetas a su aprobación o diseña detalla y fabrica las conexiones sujetas a la aprobación del profesional de diseño. El subcontratista es responsable de los planos de taller, el acabado apropiado de los materiales, la mano de obra, el mantener la fabricación especificada con sus tolerancias de erección y dimensiones detalladas.

Cuando el subcontratista solicita permiso para revisar o modificar algunas conexiones para facilitar la elección del material, fabricación o erección, el profesional de diseño debe revisar y aprobar dichos cambios o revisiones. La certificación de calidad debe hacerse a través de un programa de calidad del AISC (en el caso de acero estructural), API o cualquier agencia gubernamental apropiada.

Cuando el subcontratista tiene el permiso para subcontratar los planos con un detallista, es aún responsable de todos los aspectos referentes a preparar los planos de taller.

La comunicación técnica entre el detallista y el profesional de diseño puede ser directa, pero el detallista debe tener informado al subcontratista.

Todas las conexiones deben ser supervisadas directamente por un ingeniero profesional con licencia del estado donde se lleva a cabo el proyecto.

El detallista debe preparar los dibujos de acuerdo a los documentos del contrato, especificaciones aplicables y a la práctica en la fabricación de la estructura en cuestión, lo cual incluye los requerimientos regulatorios aplicables.

c) Responsabilidades y autoridad del profesional de diseño con respecto a planos de taller clase 2:

En el aspecto de artículos manufacturados como escaleras de acero, escaleras precoladas, etc, el profesional de diseño debe especificar en los documentos de contrato que un Ingeniero profesional apruebe el artículo manufacturado para el servicio requerido, y agregue un sello de calidad en los documentos.

Si el profesional de diseño especifica algún producto manufacturado, el tendrá la autoridad y responsabilidad de aprobar o rechazar los certificados y muestras suministradas por el proveedor.

El proveedor tiene la responsabilidad del diseño de dichos productos y de suministrarlos de acuerdo a lo estipulado en los documentos de contrato. En tanto el profesional de diseño es responsable de verificar que los certificados que suministra el encargado de la manufactura de los productos estructurales, cumplan los requerimientos de contrato.

Los manufactureros y proveedores generalmente preparan planos de clase 2. Todos los requerimientos por cumplir deberán estipularse en el contrato. El manufacturero tiene la responsabilidad; además de cumplir con los requerimientos, de especificar los parámetros limitantes para los que el artículo en cuestión esté garantizado.

d) Responsabilidades y autoridad del profesional de diseño con respecto a planos de taller clase 3:

Cuando el proyecto requiere de construcciones temporales, el profesional de diseño debe determinar que grupo es responsable del diseño y construcción de las mismas y el tiempo que deben permanecer en uso. El profesional de diseño revisará los planos de esta clase de elementos, solo si es necesario determinar compatibilidad con la estructura global. No es responsable del diseño o construcción al menos que afecte a la estructura completa.

Cuando se requiera procedimientos de cálculo y diseño de estos elementos, el profesional de diseño deberá requerir del constructor un ingeniero competente para llevar a cabo esta tarea, lo cual se especificará en el contrato.

El constructor debe tener una responsabilidad general del diseño y construcción de componentes estructurales temporales que no sean parte de la estructura completa. Es responsable de preparar, revisar y aprobar los planos clase 3. La erección, apuntalamientos y otras actividades que requieran un análisis ingenieril deben ser llevados a cabo por el profesional competente que tenga licencia del estado donde se lleva a cabo el proyecto.

El constructor debe proporcionar los planos clase 3 al profesional de diseño solo para su revisión y aprobación como requerimientos intermedios del proyecto completo.

El constructor debe ser responsable y tener la autoridad de implementar apropiadamente toda clase de planos de taller, incluyendo un acabado apropiado de los materiales y mano de obra, mantener las tolerancias especificadas, la factibilidad de erigir la estructura y coordinarse con otras firmas. Debe ser responsable de desarrollar e implementar procedimientos de seguridad y de todas las actividades de construcción, así como la de ejecutar su trabajo de manera eficiente.

En Japón.

Como producto final del proceso de diseño arquitectónico y estructural, se proporciona básicamente la siguiente información:

a) Planos (producto directo de las oficinas de diseño)

- Arquitectónicos y estructurales.
- Instalaciones mecánicas y de plomería.
- Instalaciones eléctricas.
- Especificaciones y planos de colindancias.

b) Planos y programas de construcción (producto conjunto de oficinas de diseño y constructor)

- Plan de excavación.
- Programa de estabilización y apuntalamiento de tierras.
- Planos de las fases de construcción.
- Planos de erección de las estructuras metálicas.
- Planos de cimbrado en estructuras de concreto reforzado.

c) Planos de equipo e instalaciones temporales.

- Planos de las oficinas in-situ.

- Accesos a la construcción.
- Protección temporal al rededor del sitio de construcción.
- Programa de suministro de materiales.
- d) Planos de taller (Producto conjunto de oficinas de diseño y subcontratistas)
 - Planos de taller.
- e) Plan o programa de construcción (Producto del constructor)
- f) Manual de construcción y de procedimientos estandar.

En cuanto a la supervisión y los servicios de supervisión que desarrolla el profesional de diseño, o le son requeridos por contrato, se pueden señalar los siguientes:

- a) Reuniones de coordinación del progreso de los programas. Reuniones que deberán realizarse periódicamente, a las que asistirán el dueño, el profesional de diseño y el constructor. Se llevará minutas de las mismas, donde se asentará el lugar y tiempo de su realización y las personas asistentes. Generalmente el profesional de diseño funge como moderador, fungiendo el constructor como el encargado de elaborar las minutas.
- b) Elaboración de un diagrama de flujo indicando las instrucciones y aspectos de importancia a ser comunicados a los otros miembros del equipo de construcción. Así, en este diagrama de flujo se indicará lo siguiente:
 - Instrucciones pertinentes y avisos de cambio en el diseño y estimación de costos. Instrucciones que se dan entre el dueño y el profesional de diseño, el equipo de supervisión; así como entre el constructor y el equipo de supervisión.
 - Testimonio de la supervisión de los trabajos de construcción, transmisión de documentos varios. Función desarrollada entre el dueño y el equipo de supervisión; así como entre el constructor y el equipo de supervisión.
 - Conceptos que requieren de comunicación urgente. Comunicación que se llevará a cabo entre el dueño y el profesional de diseño, el equipo de supervisión y el constructor; igualmente se desarrollará entre el profesional de diseño y el equipo de supervisión, y el constructor y el equipo de supervisión.
 - Planos para construcción y planos para aprobación. Transmisión de documentos a desarrollarse entre el dueño y el equipo de supervisión; así como entre el profesional de diseño y el equipo de supervisión, y entre el constructor y el equipo de supervisión.
- c) Aspectos a cuidar al iniciar los trabajos.
 - El constructor no deberá iniciar los trabajos de construcción, si existe alguna anomalía o querrela respecto a los documentos de diseño o a los procedimientos de construcción.
 - Requerir al constructor la preparación y elaboración de los programas y procedimientos de construcción basándose en los documentos de diseño, la elaboración y confirmación de estos documentos deberá realizarse con antelación a los trabajos de construcción.
 - Cuando surjan cambios en el diseño o la necesidad de desarrollar un trabajo adicional, se requiere del constructor la elaboración de una estimación de costos (aproximada), con objeto de ser aprobada por el dueño. No se deberá permitir al constructor iniciar o continuar cualquier trabajo de construcción, si no se cuenta con la aprobación del dueño.
 - Se instruirá al constructor sobre la elaboración de tablas de tiempos sobre la entrega de los trabajos, planos de taller y planos aprobados.
 - En caso de construcción de edificios, deberá instruirse al constructor sobre la elaboración y presentación de planos detallados de todos los niveles de construcción del inmueble (a escala 1/50).

- Requerir al constructor sobre la pronta elaboración y presentación de la lista de subcontratistas y manufactureros seleccionados.
- Requerir al constructor para asentar por escrito todos los aspectos discutidos o comunicados.
- Requerir al constructor para presentar los certificados de calidad de los materiales en tiempos razonables, así como confirmar dichos certificados.
- Requerir al constructor en la elaboración de su propio sistema de control de calidad.

La supervisión dentro del proceso de construcción se puede considerar dividida en cuatro fases:

a) Fase-1.

- Se determina la calidad deseada del producto (que se debe producir y a que nivel de calidad).
- Transmisión del concepto completo del proyecto de diseño al constructor por medio de planos de diseño, planos de construcción y especificaciones.
- Elaborar y difundir ordenes de cambio en el diseño (si procede).
- Checar los planos de taller y algunas muestras de prueba.

b) Fase-2.

- Determinar como producir el objeto del proyecto.
- Estudiar metodología para producción y construcción.
- Checar los programas y planos de construcción.
- Consultar sobre la metodología adecuada para construcción.

c) Fase-3.

- Confirmación del método de construcción y el nivel de calidad deseada.
- Checar planos de taller y planos de construcción.
- Supervisar la capacidad profesional de los subcontratistas.
- SUPERVISAR los productos.

d) Fase-4.

- Administración del proceso de construcción.
- Control del contrato (pagos, control de costos, elaboración de reportes de construcción).
- Programar reuniones de coordinación del progreso del programa de construcción.

En cuanto al chequeo de documentos, se revisaran los siguientes documentos, provenientes del constructor:

- Programa y plan general de construcción.
- Croquis temporales del trabajo y cálculos relacionados con ellos.
- Lista de subcontratistas y de los productos a suministrar.
- Planos de taller y de construcción.
- Manuales de construcción, de fabricación y de control de calidad.
- Reporte de pruebas en materiales e inspecciones realizadas por el constructor.

El sistema de control de calidad está basado en un proceso o rutina de programar, hacer y checar lo realizado. El plan de trabajo y procedimientos de control de calidad (referente a personal, herramientas y equipo, métodos, tolerancias, reparaciones, revisión iterativa, etc) deberá sumitirlo el constructor y aprobarlo los ingenieros de diseño, supervisión y responsables de la obra.

En cuanto a las pruebas e inspección, el propósito de supervisión presentado en la fase No.3, es con la finalidad de checar y confirmar que los productos (parte de la estructura o la estructura

en total) de calidad especificada, se producen empleando el método especificado. Respecto a las funciones y responsabilidades que tienen cada participante del proceso de construcción en el control de la calidad del producto, se menciona lo siguiente:

a) Los ingenieros de diseño, supervisión y responsables de obra, estarán encargados de confirmar y checar los programas de construcción del constructor y los reportes de inspección del mismo. Deberán realizar personalmente inspecciones (en forma aleatoria, checando los resultados de inspección presentados por el constructor). Tendrán a su cargo el chequeo de los documentos contractuales (planos de diseño, especificaciones, etc.,) para determinar la aceptación de los mismos.

b) El contratista (constructor) y subcontratista estarán encargados de checar sus propios trabajos, conservar, mejorar y checar su propio sistema de control de calidad, en el caso del constructor checar y aceptar el trabajo del subcontratista.

c) Las autoridades locales harán una revisión de los documentos contractuales y realizarán una inspección directa, esto llevado a cabo de acuerdo con la legislación respectiva.

A modo de ejemplificar el procedimiento de supervisión de los productos terminados, se presentan dos ejemplos de procedimientos de revisión en estructuras de concreto reforzado y acero estructural.

a) Para estructuras de concreto reforzado.

- Revisión y aprobación de los planos de cimbrado.
- Revisión y aprobación del manual de construcción.
- Revisión y aprobación del reporte de diseño de mezclas de concreto.
- Inspección del material adquirido (documentos de adquisición).
- Implementación de técnicas de calificación de pruebas de soldaduras a presión y gas en barras de refuerzo (usualmente revisión de un certificado de aprobación de pruebas realizadas por personal calificado y con la respectiva licencia).
- Inspección directa del abilitado del acero de refuerzo.
- Inspección del las soldaduras a presión.
- Inspección directa de la erección del cimbrado.
- Aprobación del mezclado del concreto y pruebas relacionadas.
- Inspección del concreto colado inmediatamente después del descimbrado.

b) Para estructuras de acero estructural.

- Revisión y aprobación de los planos de taller.
- Revisión y aprobación del manual de fabricación de taller.
- Revisión y aprobación del manual de erección en campo.
- Certificación de las pruebas de materiales.
- Certificación e inspección de los planos de escala natural.
- Certificación y calificación de las pruebas de soldadura.
- Inspección directa y certificación de la pruebas de deslizamiento realizadas en conexiones con remaches de alta resistencia.
- Inspección directa de los elementos fabricados en taller.
- Inspección de la pintura anticorrosiva.
- Inspección de la instalación de tornillos de alta resistencia.

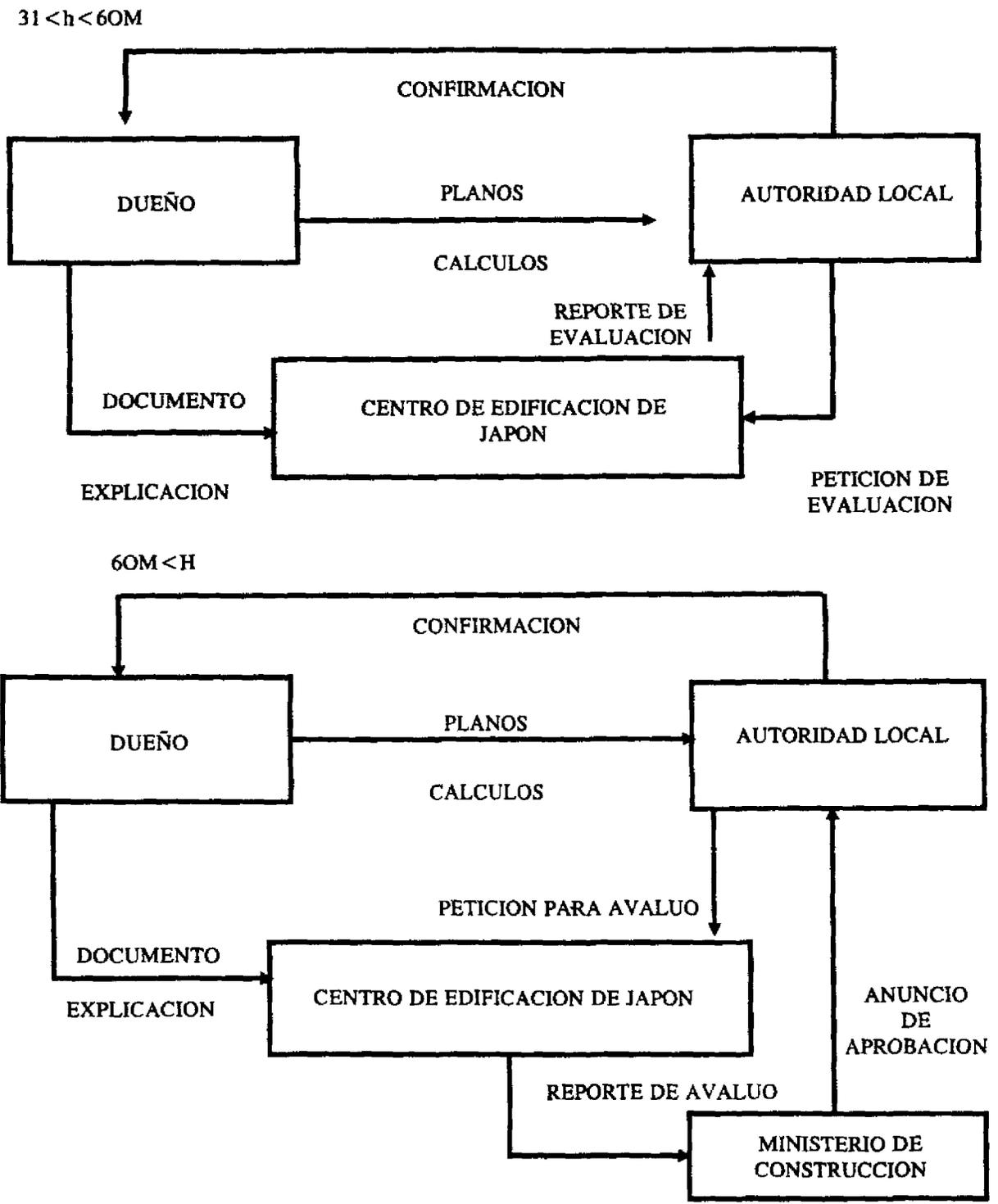


Fig.3.1 Proceso de Diseño y supervisión del mismo en Japón.