

T-119



**Universidad Nacional Autónoma  
de México**

**FACULTAD DE INGENIERIA**

**“ El Control de la Calidad en la Construcción de la  
Planta Nucleoeléctrica, Laguna Verde ”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:  
INGENIERO CIVIL**

**P R E S E N T A :**

***Jorge Retana Ramírez***

MEXICO, D. F.

1979



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.



VIVERIDAD NACIONAL

AYUNTAMIENTO

FACULTAD DE INGENIERIA  
EXAMENES PROFESIONALES  
60-1-116

Al Pasante señor JORGE RETANA RAMIREZ,  
P r e s e n t e .

En atención a su solicitud relativa, me es grato transcribir a usted a continuación el tema que aprobado por esta Dirección propuso el Profesor Ing. José I. Ruiz Barra, para que lo desarrolle como tesis en su Examen Profesional de Ingeniero CIVIL.

"EL CONTROL DE LA CALIDAD EN LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA-NUCLEOELECTRICA, LAGUNA VERDE"

- I. Antecedentes de la planta nucleoelectrica Laguna Verde.
- II. Requerimientos relacionados con la seguridad en la construcción de la P.N.L.V.
- III. Ejemplos.
- IV. Conclusiones

Ruego a usted se sirva tomar debida nota de que en cumplimiento de lo especificado por la Ley de Profesiones, deberá prestar Servicio Social durante un tiempo mínimo de seis meses como requisito indispensable 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 los ejemplares de la tesis, el título del trabajo realizado.

Atentamente,  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, 19 de junio de 1979  
EL DIRECTOR

JAVIER JIMENEZ ESPRIU

JJE/0224/ser

## I N D I C E

### EL CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCION DE LA PLANTA NUCLEO ELECTRICA LAGUNA VERDE, VER.

#### I.- Antecedentes de la Planta Nucleoeléctrica Laguna Verde.

- 1.1.- La necesidad de una Planta Nuclear en México.
- 1.2.- Funcionamiento y partes de que se compone la P.N.L.V.
- 1.3.- La necesidad del control de calidad en la construcción de Plantas Nucleares.

#### II.- Requerimientos relacionados con la seguridad en la construcción de la P.N. L. V.

- 2.1.- Control de calidad y garantía de calidad.
- 2.2.- Aplicación del control de calidad y la garantía de calidad en la construcción.
  - 2.2.1.- Control de calidad y garantía de calidad en el concreto.
  - 2.2.2.- G. C. y G. C. en el cemento.
  - 2.2.3.- C. C. y G. C. en el Acero de Ro.
  - 2.2.4.- C. C. y C. C. en la cimbra.

#### III.- Ejemplos: Conclusiones.

CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCION DE LA  
PLANTA NUCLEOELECTRICA LAGUNA VERDE, VER.

1).-ANTECEDENTES DE LA P.N.L.V.

1.1).-La necesidad de una Planta Nuclear en México.

Comisión Federal surge en 1937, destinada al suministro de energía eléctrica para el consumo nacional. En este año arrebatada de manos privadas una pobre y desorganizada distribución de energía eléctrica que en esos días sólo obstaculizaba el progreso Industrial y Económico del País. Se da origen en este entonces a un decreto hacerca de un "Sistema Nacional de Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica" basado en principios técnicos y económicos.

En estos primeros días, la industria en México se hallaba en manos de empresarios extranjeros y la escasa y desordenada producción se restringía, en lo relativo a abastecimiento, a los grandes centros urbanos. Era manifiesto entonces la carencia absoluta de servicios eléctricos públicos en pequeñas ciudades y en la abrumadora mayoría de los poblados del territorio nacional.

Era evidente, que un plan de desarrollo en lo relativo a generación y distribución de energía eléctrica, ordenaría las diversas plantas construidas de manera que formarían un solo sistema. Es decir los diversos centros productores - entre lasarían sus líneas de distribución a fin de aprovechar al máximo cada una de las unidades generadoras del complejo endrenaje de muchos sistemas con objeto de crear uno solo. Era preciso entonces un logro impensable. Una misma frecuencia de generación no obstante, en 1944 se producía un 55.5% de energía eléctrica con una frecuencia de 60 ciclos, - un 41.5% a su ciclo; un 0.5% a 42 y un 0.81% a 25.

En un lapso de siete años 1938, 1944 - el incremento global de la generación fué de 8.7% respecto al presentado - en 1937. No hay pues un equilibrio entre la generación y las crecientes necesidades del consumo nacional particularmente del consumo industrial. Pese a la gravedad de la situación, - las diferentes empresas de servicio eléctrico público no realizan durante este período ninguna nueva inversión: su móvil no muy oscuro consistía en presionar los centros de decisión gubernamentales a fin de obtener concesiones excesivas y una mayor libertad en la fijación de tarifas.

Se siente pues la necesidad de que surja una comisión federal, para regular esta situación crítica. Aparece - entonces inadvertida en un horizonte se empezaba ya a establecerse a fin de cumplir una tarea que parecía trascenderla. Cabe recordar que su primer presupuesto fué de 50 mil pesos - y que su planta generadora tenía una capacidad de 68 kw.

Actualmente se realizan grandes tareas en lo relativo a electrificación rural y los centros urbanos pueden - - atender en buena medida la creciente necesidad de servicios de la población en lo referente a alumbrado público y bombeo de agua.

Sin embargo, México es un país en subdesarrollo por lo cual aún necesita resolver el problema de su producción; para ello es preciso seguir impulsando con mayor brío el desenvolvimiento de la industria y del comercio, del campo y de los centros urbanos. Debido a esto, la industria eléctrica mexicana procura abrir nuevas y sólidas rutas de desarrollo y eficacia, y se aspira a la consecución de nuevas fuentes de energía como la nucleoelectrica y la geotérmica a fin de acrecentar la capacidad instalada y la efectividad del sistema eléctrico interconectado. En efecto como lo - - hemos dicho con las palabras anteriores el modo de generar energía eléctrica se desarrolla en virtud de las necesidades histórico-económicas de los pueblos y hoy la producción de energía eléctrica usando como combustible al uranio - - (energía nuclear) es una respuesta contundente a la demanda progresiva de energía eléctrica en México.

Dicho lo cual el combustible nuclear es un nuevo -- energético cuya utilización mundial está substituyendo a los energéticos convencionales para satisfacer las demandas recientes de energía eléctrica. Haciendo un poco de historia se tiene que, los principales recursos naturales que se utilizan en México como energéticos para producir electricidad son:

Las caídas de agua utilizadas en plantas hidroeléctricas.

Los combustibles fósiles (carbón, gas natural y petróleo y sus derivados). Utilizados en plantas termoeléctricas, plantas turbogás, generadoras diesel, etc.

El vapor geotérmico, utilizado en plantas geotérmico-eléctricas.

Analizado cada uno de ellos se tiene:

En las plantas hidroeléctricas la energía mecánica del agua hace girar, a una turbina acoplada a un generador eléctrico. En este caso el energético, o sea la caída de agua, es renovable y su disponibilidad depende de la frecuencia e intensidad de las lluvias y de la capacidad de las presas y vasos de captación. La capacidad eléctrica instalada en México en 1974, fué de 10,000 mega watts, los cuales se obtuvieron aproximadamente en un 45% mediante plantas hidroeléctricas. Con esto vemos que los recursos hidroeléctricos en el país están siendo desarrolladas y utilizados muy ampliamente y se puede prever que en un corto tiempo habrá llegado a la máxima capacidad de producción de electricidad todavía costeable por este medio. En las plantas termoeléctricas, la energía de los combustibles fósiles se emplea para producir vapor de agua en un generador de vapor, el cual hace girar a una turbina acoplada a un generador eléctrico.



En las plantas turbogas, en gas natural o algunos - en estos casos el energético, o sea combustible fósil, es - un recurso natural no renovable, con reservas limitadas y - costos crecientes de exploración y explotación, además de - que su extracción del subsuelo en un futuro próximo será - insuficiente para satisfacer la demanda de electricidad, la cual requiere una capacidad de generación que debe duplicar se cada (6) años. Además, estos hidrocarburos pueden transformarse con más provecho en productos petroquímicos tales - como plásticos y fertilizantes, en lugar de quemarse en una planta termoeléctrica.

Igualmente los recursos carboníferos también son recursos no renovables y tienen limitaciones tanto por su disponibilidad como por sus costos, siendo previsible que en un futuro cercano se habrá optimizado su explotación para un consumo limitado.

En las plantas geotermoeléctricas, la energía calorífica del núcleo terrestre produce vapor de agua que hace girar una turbina acoplada a un generador eléctrico. Para generar y extraer este vapor se requieren condiciones geológicas apropiadas. Además de que los recursos geotérmicos -- disponibles para explotación comercial son relativamente escasos y pocos podrán contribuir en la producción total de electricidad.

Aún cuando existen otras fuentes de energía utilizables para producir electricidad tales como el sol, el viento el oleaje de mar o las mareas, su utilización se encuentra aún en proceso de investigación y experimentación sin que se puedan prever soluciones económicas inmediatas.

Por estas muchas razones destaca, en forma principal la aplicación de la energía nuclear para la generación de electricidad. Entonces podemos decir que la producción de electricidad mediante la utilización de los reactores es en la actualidad más barata que la producción por medio de plantas termoeléctricas y dado que por una parte, los costos de exploración y explotación de los combustibles fósiles son cada vez mayores y por otra que la tecnología de la plantas nucleoelectricas está evolucionando rapidamente puede esperarse que este medio de generación de electricidad llegue a ser considerablemente más económico que los medios convencionales actualmente usados.

Entre las principales ventajas que podemos mencionar de una planta nuclear, son las siguientes:

- a).- Requiere menor cantidad física de combustible,
- b).- Proporciona energía limpia.
- c).- Los combustibles fósiles son muy vulnerables a las fluctuaciones del precio.

Cabe volver a insistir, que México ha sido favorecido por la naturaleza en cuanto a la disponibilidad de hidrocarburos. Sin embargo, se ha visto la conveniencia, de que el país diversifique sus insumos energéticos primarios, reduciendo así su gran dependencia actual del petróleo (del orden del 90%). Esta conveniencia obedece a la realización universal de la necesidad de administrar prudentemente el empleo de los hidrocarburos. Basta notar que aunque se en cuentren las reservas que se supone tiene el país, solamente el crecimiento de la población y las necesidades consecuentes del desarrollo económico, significan que cerca del 60% del total de los recursos petrolíferos serían explotados en menos de 25 años.

Ahora bien, la situación del petróleo por otros recursos es más inmediata en la generación de energía eléctrica que en la mayoría de las aplicaciones directas de los hidrocarburos. Un plan general razonable consistía en desarrollar los aprovechamientos hidroeléctricos factibles y construir centrales, eléctricas a base de carbón y uranio, además con base a los precios internacionales actuales del petróleo, tanto el carbón como el uranio generan energía eléctrica con considerable ventaja económica. Como lo hemos los recursos hidroeléctricos con que cuenta México son aproximadamente la tercera parte de los requerimientos.

De potencia y la quinta parte de los de energía eléctrica para finales de siglo. Por ser un recurso renovable, - por sus bajos costos de operación y mantenimiento y por los beneficios que se derivan de las obras de captación y almacenamiento del agua, este tipo de obras es el más atractivo para basar en el crecimiento inicial del sistema eléctrico, pero por esa misma razón será el primer recurso energético que se desarrolle exhaustivamente así, por ejemplo, si de 1980 en adelante se instálase un promedio de 2500 MW. anuales, en 1990 ya no habría recursos hidroeléctricos que explotar en México.

El conocimiento actual de las reservas hidroeléctricas y petroleras (15000 X 106 barriles) se deriva de estudios exhaustivos, por lo que las cifras con que contamos son muy confiables. En el caso del carbón (2400 X 106 ton.) y de la geotérmica existe discrepancia, por lo que estas cifras estarán sujetas a modificaciones según vayan progresando los estudios.

Finalmente en el caso del uranio (8000 ton.  $V_3 O_8$ )<sup>4</sup> se estima que nuestras reservas exceden la cifra que actualmente se maneja como reservas probadas pero saber cual es el máximo aceptable cae en el terreno de lo puramente especulativo y solamente mayores inversiones en exploración podrán dilucidar esa cuestión.

Según proyecciones del mercado de la energía en México, se tienen las siguientes comparativas.

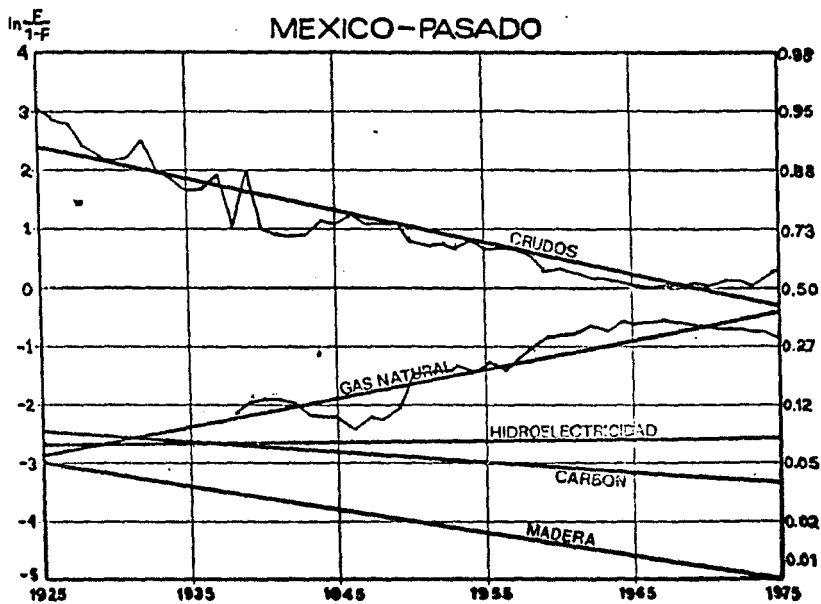
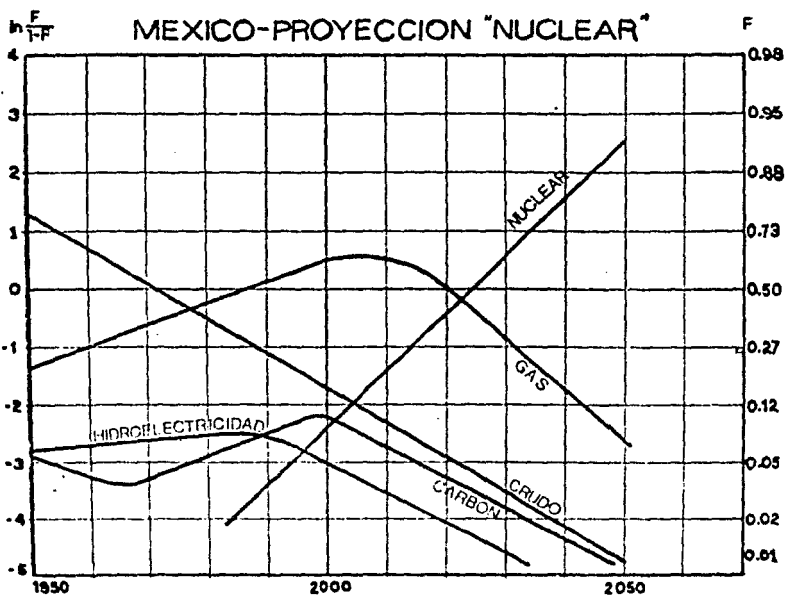


Figure 2.



Las curvas obtenidas en los (2) casos examinados, reproducen el hecho experimental de que los cambios en el mercado de la energía son menos y paulatinos puede suponerse que esto obedece a diversas cosas económicas y sociales, pero principalmente a la magnitud de las inversiones involucradas en el sector de la energía que hacen impráctico.

Un cambio brusco en el empleo de los energéticos. -- Por otra parte, el modelo utilizado se ajusta bien a los de un período de economía "libre" que muy probablemente no continuará en el futuro. El particularmente ilustrativo que menos energéticos hayan sustituido a los anteriores cuando -- existían todavía reservas considerables de estos últimos; es el caso del carbón con la madera, del petróleo con el carbón -- del gas con el petróleo, en la actualidad se puede esperar -- que el agotamiento previsible de algunos energéticos, -- unido a políticas definidas de prohibición de ciertos energéticos para algunos usos (sustitución del gas y el gas y el -- petróleo por el carbón y el uranio en la generación de electricidad). Sin olvidar tampoco presiones sociales (oposición a las plantas nucleares, por ejemplo).

Pero apesar de lo antes mencionado puede hacerse notar que aún en el caso "poco nuclear" estudiando la energía nuclear de fisión es un ejemplo importante del mercado durante casi cien años y sólo se vuelve relativamente insignifi -- cante pasado el año 2050. Basados en la penetración que ya -- ha logrado la energía nuclear en el mundo, en los factores -- tecnológicos y económicos de ámbito internacional y en los -- fenómenos de "inercia económica" a quien se refiere más arriba -- se puede suponer que la energía nuclear jugará un papel -- importante en el futuro energético de México.

## 1.2). FUNCIONAMIENTO Y PARTES DE QUE SE COMPONE LA P.N.L.V.

### 1.2.1).-GENERALIDADES.

Un nuevo energético se esta explotando mundialmente en la actualidad, para la producción de energía eléctrica, este combustible es el uranio y la energía que de él se obtiene, proviene de los núcleos de uranio 235 (isótopo del uranio atómico 92 y número de masa 235), que se fisioan o parten en fragmentos al sostenerse una reacción en cadena con neutrones en un reactor nuclear.

Esta energía aparece como calor que genera vapor de agua para mover a una turbina acoplada a un generador eléctrico.

La energía del átomo que se utiliza en la mayoría de los reactores nucleares para producir electricidad proviene principalmente de los núcleos de uranio 235. El núcleo de uranio 235 está formado por (92) protones y -- 143 neutrones unidos entre si por pzas. nucleares de atracción.

Quando un neutrón proviniente del exterior choca con un núcleo de uranio 235, el núcleo puede fisioarse o partirse en fragmentos que salen disparados con gran energía y que son en si nuevos núcleos de elementos -- más ligeros de esta fisión se obtienen también (2) ó (3) -- nuevos neutrones.



Estos neutrones se frenan al chocar con los núcleos lijeros de un medio moderador ( agua lijera, agua pesada, - gráfita, etc.) reduciendo su velocidad hasta un valor que -- las permite volver a producir la fisión de otros núcleos de uranio 235.

La energía de los fragmentos de fisión tiene su origen en la conversión de materia a energía si se hace un balance de masa, se encuentra que la suma de las masas, de -- los fragmentos de fisión y de los nuevos neutrones resultan es menor a la suma de las masas del núcleo de uranio y del neutrón que originó la fisión. La masa se convierte en energía de acuerdo con la fórmula de eistein.

Parte de esta energía aparece como energía cinética de los fragmentos de fisión la cual se transforma en calor cuando estos chocan con núcleos vecinos de uranio, aumentan do la temperatura del combustible. Esta energía calorífica se extrae enfriando el combustible con un fluido enfriador (agua, gas, sodio líquido, etc.) que circula en un circuito cerrado a presiones y temperaturas adecuadas.

La energía que se puede extraer de una cantidad pequeña de combustible nuclear, se calcula multiplicando su masa por la velocidad de la luz al cuadrado. Con lo cual es posible obtener una gran cantidad de energía a modo de comparación: de un largo tanque de petróleo con 38,000 litros se obtiene la misma energía que es posible obtener de 2.56 kg. de uranio natural.

Para controlar la producción de energía en el reactor basta controlar la ganancia o pérdida de los neutrones capaces de producir fisión. Uno de los métodos usados para ello consiste en introducir un material absorbedor de neutrones ya sea en forma de barras o de líquido (por ejemplo un compuesto de boro).

En estas condiciones, el reactor está esencialmente formado por un núcleo que contiene al combustible, un material moderador (la agua ligera, agua pesada, grafito etc.) y un fluido enfriador (agua ligera, agua hielo, sodio líquido, etc.) que rodean al combustible y además las barras o elementos de control.

Con la obtención de la energía nuclear también aparece la radiación nuclear en forma de rayos gamma, partículas beta o partículas alfa, además de los neutrones, con una intensidad que depende directamente del nivel de potencia a que opere el reactor.

Esta radiación nuclear proviene de la fisión del uranio y del decaimiento de los distintos elementos radiactivos principalmente de los fragmentos de fisión en forma sólida o gaseosa (xenón, kriptón, yodo, bromo, cesio, estroncio, etc.).  
ahora bien:

Se tienen las siguientes radiaciones nucleares:

Los rayos gama: son radiaciones electromagnéticas de alta energía de la misma naturaleza que los rayos (X). Tienen una alta capacidad de penetración aún en materiales densos y producen cierta ionización al ser absorbidos.

Las partículas Beta: Son electrones de alta velocidad con una capacidad de penetración cien veces menor a la de los rayos gama aún cuando pueden ser cien veces más ionizantes.

Las partículas alfa: son núcleos de helio emitidos con determinada energía aún cuando su capacidad de penetración es todavía menor a la de las partículas beta, su capacidad de ionización puede ser cien veces mayor que la de estas partículas o diez mil veces mayor que la de los rayos gama.

De estas radiaciones nucleares, los rayos gama son los más penetrantes y en consecuencia los más importantes desde el punto de vista de la exposición de personas y equipo.

Por ello es que debido al alto nivel de radiactividad que se alcanza después de operar el reactor a su potencia normal, es muy importante disponer de medios adecuados de protección y control, los cuales se logran mediante barreras múltiples de construcción, blindajes, monitores de radiación, etc.

Existen varios tipos de reactores nucleares que se distinguen por los materiales moderadores o enfriadores que emplean, el contenido de uranio 235 en el combustible y la velocidad de los neutrones que producen fisión.

De acuerdo a los materiales moderadores o enfriadores empleados, los principales tipos de reactores son de gas y grafito, de agua pesada, de agua ligera a presión, de agua ligera hirviendo y de sodio líquido.

De acuerdo al contenido de uranio 235 en el combustible los reactores pueden ser de uranio ligeramente enriquecido o de uranio altamente enriquecido.

De acuerdo con la energía de los neutrones que producen la fisión, los reactores pueden ser térmicos (neutrones lentos o de baja energía) o rápidos (neutrones rápidos o de alta energía).

Estos últimos, de diseño más avanzado, no emplean moderador y tienen la ventaja de producir más material fisiónable del que consumen al formarse plutonio 239 a partir de uranio 238, a partir de uranio 235.

## FUNCIONAMIENTO Y PARTES DE QUE SE COMPONE LA P. N. L. V.

La Planta Nucleoeléctrica Laguna Verde consta de -- dos unidades independientes de 675 megawatts eléctricos cada una, destinadas a alimentar al sistema interconectado a una frecuencia de (60) ciclos por segundo.

Cada unidad está formada por los edificios del reactor, del turbogenerador, de desechos radiactivos (un solo edificio para las (2) unidades), de generadores diesel de emergencia y de control principal.

Los reactores usados son del tipo de agua hirviente que emplea agua ligera como moderador y enfriador y dióxido de uranio ligeramente enriquecido con uranio 235 (del (2) - al 3%), como combustible.

Su núcleo está compuesto por 444 ensambles de combustible con 21.756 barras de combustible en total, construidas con pastillas sinterizadas de dióxido de uranio y encamisado de una alfaición de zirconios.

Se tiene que los componentes del reactor nuclear -- son: El núcleo que contiene al combustible y a barras de control.

El moderador y/o enfriador contenido en el núcleo, en el recipiente del reactor y en el circuito de enfriamiento.

Los sistemas de control que introducen en el núcleo un material absorbedor de neutrones o bien reducen el volumen del material moderador dentro del núcleo.

El recipiente del reactor y tubos a presión, las componentes estructurales del núcleo y componentes internas diversas.

Detectores, medidores, registradores y sistemas de protección y control.

Al operar al reactor, la energía producida depende del número total de fisiones que en él se produzcan. Al extraer las barras de control (absorbedores de neutrones), aumentarán las fisiones y el nivel de potencia, al insertar las barras de control disminuirán las fisiones y el nivel de potencia.

El calor producido en el combustible se extrae mediante el enfriador del circuito primario, si el reactor es de agua hirviente, el vapor se genera en el interior del recipiente del reactor a altas presiones y temperaturas y se envía directamente a la turbina.

Para ello el reactor tiene dos circuitos primarios de enfriamiento que conducen el vapor de agua del reactor a la turbina y regresan el agua condensada que se obtiene al pasar el vapor de la turbina al condensador. Consta también de dos circuitos de recirculación para el enfriador primario, que aumenta eficientemente el flujo de agua en el núcleo y controla fácilmente el nivel de potencia del reactor.

tor. Es decir entre los ensambles de combustible se intercalan las barras de control que son insertadas o extraídas por el fondo del recipiente para apagar o arrancar el reactor y ajustar su nivel de potencia.

El recipiente del reactor está construido de Ao. especial con paredes de (15)(20) cm. de espesor. Su forma se asemeja a un cilindro vertical con domos en los extremos, el cual se destapa por la parte superior para cargar combustible en el interior del recipiente se alojan el núcleo con sus ensambles de combustible, barras de control y medidores de potencia, los separadores de humedad y secadores de vapor, las bombas de chorro de los circuitos de recirculación, los aspersores para enfriamiento y componentes estructurales diversas.

El reactor se instala dentro de una estructura de contención primaria a la cual se conoce en la práctica como contenedor primario; cuya forma es troncocónica y esta formada por una placa de espesor =0.9 cm. e inmediatamente un muro de concreto de 1.5 mts. de espesor, el cual tiene a su vez un refuerzo de Ao. de 10 capas (4. verticales, 2 diagonales y 4 horizontales) el Ao. usado es del #18 cuya fabricación no es comercial, por lo mismo se tiene que mandar a fabricar especialmente para esta obra, bajo un control de calidad estricto.

La contención secundaria llamada también edificio de del reactor está formada por muros interiores y exteriores - cuyos espesores fluctúan. Entre 0.5 mts. y 100 mts. y cuyo refuerzo es en promedio con Va. #10 la estructura de contención primaria, en forma de cono truncado sirve para contener las fugas de vapor o agua del reactor y hacer posible el funcionamiento efectivo de los sistemas de emergencia para enfriamiento del núcleo. Podemos decir que su papel principal es constituir una barrera contra la liberación de radiactividad al exterior.

La estructura de contención secundaria es un segundo medio para contener las fugas de vapor o agua del reactor y al igual que el contenedor primario, forma una barrera adicional contra la liberación de radiactividad al exterior.

En el edificio del turbogenerador adyacente al edificio del reactor, se aloja la turbina de vapor y el generador eléctrico montados sobre una misma flecha, el condensador principal, los separadores de humedad y recalentadores y otros componentes de sistemas y equipos.

El agua de enfriamiento del Golfo de México sirve para enfriar y condensar el vapor utilizado en la turbina a fin de alimentar al reactor, del agua que se obtiene de la condensación.



Esta función se realiza en el condensador principal y en ningún caso el agua de enfriamiento del reactor se comunica con el agua de enfriamiento del mar.

Cabe mencionar que, la succión del agua del Golfo se realiza a la temperatura ambiente a razón de 30 metros cúbicos por segundo y la hace circular por el condensador de la turbina y la descarga a la laguna salada localizada ésta en el lado sur de la obra, a una temperatura ligeramente mayor. Para ello se emplean las bombas que se instalan en una caseta construida sobre la orilla del mar y los canales de alimentación y descarga que se construyen abriendo el basalto del promotorio a una profundidad de (6) a (8) mts.

### 1.3). LA NECESIDAD DEL CONTROL DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCION NUCLEAR.

Uno de los puntos más importantes en el uso de la -- energía nuclear es la seguridad de la planta la cual se basa principalmente en su construcción o instalación de la misma. No solo desde el punto de vista de evitar un riesgo apreciable para la salud del público, no solo en lo que respecta a contaminación ambiental durante la operación, si no también y, principalmente, en los que respecta a los posibles acci - dentes.

Y debido a que la seguridad es en cualquier caso que se presente uno de los aspectos que siempre preocupa a la -- humanidad. Se ha hecho un organismo encargado de reglamentar para efecto de nuestro caso el uso de la energía nuclear en el país, esta organización se trata del instituto nacional - de energía nuclear, el cual, entre otras cosas, debe verifi - car la seguridad de una planta nuclear mediante una reglamen tación adecuada y un proceso de autorización y licenciamien - to de la misma que consiste básicamente en una revisión deta llada de diseño, construcción y operación, para asegurar el cumplimiento adecuado de dicha reglamentación.

Esta preocupación por la seguridad hace que, desde la concepción de un proyecto nucleoelectrico, se siga una serie de criterios y procedimientos sumamente detallados en los que se aplican los últimos avances tecnológicos. Y ya en la construcción se lleve todo un buen control de calidad, que viene siendo como un sinónimo de seguridad. Todo esto se tiene que llevar a cabo, para que en la actualidad se considere menor - la probabilidad de sufrir un daño radiológico por causa de un accidente en una planta nuclear que de resultar lesionado por fenómenos naturales comunes como huracanes tormentas eléctricas terremotos, etc. o por accidentes catastróficos de otro tipo como puede ser la caída de un avión en un estadio lleno de espectadores o la rotura de la cortina de una presa,

Sin embargo, para poder lograr lo anterior, sobre todo cuando se trata de la primera planta nuclear, en cualquier país se tiene grandes dificultades para aplicar un buen control de calidad, en su construcción.

Para ello se debe de presentar un verdadero cambio de actitud del personal participante para que cualquier organización pueda funcionar con eficiencia, reconociendo la trascendencia de la mencionada seguridad de la planta y la importancia de la aceptación del público de la misma.

En materia de seguridad nuclear, seguridad física, - protección radiológica y salvaguardias, se necesita contar - con técnicas propias que si bien se obtienen en gran medida - trasladando la tecnología desarrollada de otros países, de - ben incorporarse métodos y sistemas idóneos a las caracterís - ticas de nuestro medio.

Es por ello, volviendo a repetir unas palabras ya -- antes dichas, que la filosofía del control de calidad requiere preparaci3n de personal especializado; se requiere también de incorporar técnicas complejas y elaboradas de control de calidad e implica, de hecho, un cambio cultural en las actividades de las empresas eléctricas de servicio público que - operan plantas nucleoelectricas.

Ejemplos de disciplinas con que se trabaja en la construcción de una P.N. son los análisis de confiabilidad, las técnicas de gestión de los combustibles nucleares, la necesidad de resolver los problemas de almacenamiento, proceso y - concentraci3n de los materiales radiactivos producidos durante la operaci3n de los reactores, son muestras claras de las disciplinas con que se trabaja, con el objeto de incrementar la capacidad a nivel nacional.

Dicho lo cual, toda construcci3n nuclear requiere de un estricto control de calidad en cualquiera de sus etapas - principales (diseño, construcci3n y operaci3n). Para asegurar control de calidad, en cualquier obra nuclear de que se - trate, en cualquier parte del mundo. Los elementos que participan directamente en cualquiera de las etapas de la obra, - deberán sujetarse a un plan de garantía de calidad, el cual deberá ser elaborado por la (C.F.E.) por medio de la subse - cuencia de plantas nucleoelectricas (para efecto de nuestro caso).

Y asesorando este plan, por otros planes elaborados por los contratistas de la misma. Este plan de garantía de calidad tiene como fin principal hacer cumplir los requisitos durante toda la vida de la planta y los cuales al mismo tiempo tienen como fin especial garantizar la seguridad pública, y mantener una capacidad completa de producción de energía eléctrica. El control de calidad es pues, la clave para satisfacer ambos requisitos. La calidad adecuada debe incluirse en el diseño de los componentes vitales y los requisitos de diseño deben alcanzarse en la construcción y -- y mantenerse inclusive durante la operación misma. Luego -- entonces todo plan de garantía de calidad deberá presentar un informe que defina un método para alcanzar y verificar la calidad del diseño y de la construcción de cualquier -- planta nuclear. En conclusión podemos decir que en toda -- construcción nuclear, el grupo encargado de la construcción deberá llevar un estricto control de las siguientes actividades.

- a).- Evaluar el estado del trabajo de construcción en el sitio.
- b).- Interpretar los requisitos de construcción de los documentos de proceso y diseño, en el sitio de la construcción.
- c).- Inicial correcciones de documentos cuando sea necesario.
- d).- Dirección técnica de las actividades del residente de construcción.

e).- Dirección de la acción correctiva, como ~~este~~ ~~au-~~ torizada, para mantener la efectividad del plan de ~~garantía~~ de calidad en el sitio.

En resumen de lo antes dicho podemos concluir, que las razones principales por las cuales debe existir el control de calidad en toda obra nuclear son las siguientes:

Tenemos que la construcción de plantas nucleares de potencia cada vez es más compleja debido al avance de la tecnología y al número de organizaciones y políticas que influyen directamente sobre el proyecto. El propietario, el diseñador, el constructor y más agencias gubernamentales, tienen una influencia directa en muchas fases del proyecto.

A medida que aumenta la complejidad de la construcción de los proyectos nucleares, resulta esencial un proceso sistemático y planeado de control de calidad para la terminación satisfactoria de un buen proyecto.

Otra causa sería, la existencia de normas con las que se deben de construir las plantas nucleares de potencia, las cuales son numerosas y con frecuencia sujetas a interpretación. Entre las principales normas existentes se tienen las siguientes:

Normas federales u estatales.

Normas industriales.

II). REQUERIMIENTOS RELACIONADOS CON LA SEGURIDAD EN LA  
CONSTRUCCION DE LA P.N.L.V.

2.1). Control de Calidad y Garantía de Calidad.

La industria nuclear de hoy no puede permitirse una calidad pobre, se debe esforzar casi por la perfección luego entonces se necesita de profesionales con -- conciencia, conocimiento, dedicación y herramientas para - alcanzar esta perfección, y esta meta tendrá que ser alcanzada bajo condiciones muchas veces adversas, y bajo requisitos de garantía de calidad tan estrictos que cubren la - mayoría de los aspectos del diseño y construcción de plantas nucleares de potencia.

Dentro de la construcción nuclear esta calidad siempre se lleva en base a un plan de garantía de calidad, con lo cual, siempre que hablemos de calidad en construcción nuclear se tendrán presente (2) conceptos muy importantes; - garantía de calidad y control de calidad. Aparentemente -- dos conceptos iguales, pero con diferentes funciones, o sea que el uno incluye o depende del otro así tenemos que en construcción nuclear se definen estos conceptos de la siguiente manera:

Garantía de calidad: es el concepto que comprende todas aquellas acciones planeadas y sistemáticas necesarias para proporcionar una confianza adecuada de que una estructura, sistema o componente funcionará satisfactoriamente en servicio.

La misma garantía de calidad incluye al control de calidad. El cual comprende aquellas acciones de garantía de calidad relacionadas con las características físicas de un material, una estructura, un componente o un sistema que suministran medios para controlar la calidad del material, estructura componente o sistema de acuerdo con los requisitos predeterminados.

Ambos conceptos comprenden diferentes aspectos así tenemos que, dentro de la construcción nuclear el control de calidad comprende las siguientes actividades:



a).-Inspecciones predeterminadas que verifiquen o confirmen las características, los aspectos o los requisitos críticos de diseño prescritos.

b).-Control indirecto y manejo de técnicas que, si se aplican, minimizarán la posibilidad de violar las características, los aspectos o los requisitos críticos de diseño prescritos.

c).-Registramos apropiadamente finalizados de inspecciones, pruebas, controles indirectos que esten apropiadamente organizados para la recuperabilidad, los cuales -- evidenciarán conformidad con los requisitos, los cuales a su vez demostrarán las características, los aspectos, y los criterios críticos de diseño.

d).-Identificación de inconformidades y desviaciones de las características, aspectos, requisitos críticos de diseño especificados. La evidencia de la acción correctiva y finalmente la aceptación.

La garantía de calidad comprende las siguientes actividades: mediante un método alcanza y verifica la calidad del diseño y construcción. Para ello se elabora un plan el cual:

a).-Estipula las interacciones necesarias entre los grupos de la subgerencia de plantas nucleares (nucleoeléctricas) y el contratista de ingeniería, el residente de construcción, los contratistas y subcontratistas.

b).-Asigna responsabilidades de acuerdo con la organización e identifica a las personas o grupos que conducirán sus actividades de una manera regulada y controlada. Prescribe los requerimientos para las funciones relacionadas con calidad, tales como revisiones de diseño, planeación de instalación, identificación y control de materiales, inspecciones, control de lo que no cumple con especificaciones y auditorías.

c).-Provee pruebas de calidad y exámenes para evaluar las características físicas de los materiales críticos y de las componentes, de acuerdo con las normas de aceptación.

d).-Provee la generación, acumulación y retención de documentos y registros durante la construcción, como una base para establecer la aptitud operacional. La obtención de documentación continuará durante las operaciones para verificar que las condiciones generales, de operación se mantenga a un buen nivel.

En base a lo antes dicho es obvio que el ingeniero de diseño y especialmente el profesional de construcción, desempeñan un papel importante en los esfuerzos para implementar un programa posible de calidad.

Como se ha dicho en párrafos anteriores el control de calidad viene siendo como un auxiliar de la garantía de calidad y ambos, siempre se combinarán mediante.

Un plan, llamado de garantía de calidad y éste en cualquier obra nuclear se aplicará al diseño, construcción o a la modificación de estructuras sistemas y componentes como mal funcionamiento pueda poner en peligro la seguridad del público o reducir la capacidad de producción de energía.

Así tenemos por ejemplo en la planta nucleoelectrónica de Laguna Verde, Ver.

La dirección de construcción es responsable de la planeación y dirección de todas las actividades de construcción en el sitio y de asegurarse de que las desviaciones y problemas por falta de cumplimiento de las especificaciones sean resueltas como se ha establecido por el programa de garantía de calidad aprobado.

Ahora bien se tienen (3) conceptos muy importantes dentro de un control de calidad los cuales son, las instrucciones, procedimientos y los planos. Así tenemos que dentro de la construcción todas aquellas actividades que afecten la calidad deben ser prescritas por instrucciones, procedimientos o planos documentados, de un tipo apropiado con las circunstancias.

Y deberán ser realizadas de acuerdo con estas instrucciones, procedimientos o planos.

Las instrucciones, procedimientos o planos incluirán criterios cuantitativos y cualitativos apropiados para determinar si las actividades importantes han sido realizadas sa-tisfactoriamente.

Entre las principales actividades que se tienen dentro de un plan garantía de calidad tenemos las siguientes.

Los documentos vienen formando, u, papel muy importante dentro del control de calidad y debido a esto se debe llevar también un estricto control de documentos.

Donde se establecerán los procedimientos para el control de la emisión de documentos tales como instrucciones, procedimientos y planos, incluyendo además los cambios, los cuales prescriben las actividades que afectan la calidad, estos procedimientos asegurarán que los documentos, incluyendo cambios, sean revisados y aprobados para su emisión por personal autorizado y sean distribuidos a y usados en la localidad donde la actividad prescrita es realizada. Los cambios a los documentos serán revisados y aprobados por las mismas organizaciones.

Que efectuaron la revisión y aprobación originales, a menos que otras organizaciones sean designadas específicamente para ello. La organización supervisora, tendrá acceso a la información básica pertinente sobre la cual pasará su aprobación y tendrá el entendimiento adecuado de los requerimientos e intención del documento original.

Aquellos que participen en una actividad conocerán y emplearán versiones apropiados y actualizadas de instrucciones, procedimientos, planos y requerimientos de ingeniería para realizar la actividad. Las organizaciones participantes tendrán procedimientos para el control de los documentos y de los cambios, para evitar la posibilidad del uso de documentos obsoletos o inapropiados. Otro concepto muy importante que se lleva a cabo dentro de todo control de calidad.

En construcción nuclear, es el de las inspecciones. Las inspecciones proveerán para el establecimiento de puntos de espera obligatorios, que requieren supervisión o atestiguamiento por parte de la C.F.E. (en nuestro caso) y sobre los cuales no deberá proceder ningún trabajo sin el consentimiento de la C.F.E., los puntos de apoyo específicos serán indicados en los documentos apropiados. Tal consentimiento deberá ser documentado previo a la continuación del trabajo más allá del punto de espera resignado.

#### Actividades y Artículos que no cumplen con las especificaciones.

Se escribirán procedimientos para controlar las actividades o artículos no conformes con los requerimientos de las especificaciones. Las actividades que no cumplan en las especificaciones serán revisadas y aceptadas, rechazadas, reparadas o maquinadas de acuerdo con los procedimientos documentados. La responsabilidad y autoridad para la disposición de los artículos y actividades que no cumplan con la especi-

ficaciones serán revisadas o maquinadas de acuerdo con los procedimientos documentos. La responsabilidad y autoridad para la disposición de los artículos y actividades que no cumplan con la especificación será definida. Los artículos reparados serán reinspeccionados de acuerdo con los procedimientos aplicables.

Estos procedimientos proveerán la seguridad de que el artículo o actividad sea identificada como no conforme -- con la especificación y de éste sea controlado. Los procedimientos requerirán documentación que verifique la aceptabilidad de los artículos que no cumplen con la especificación -- que tienen la disposición de ser reparados o usados tal como están. Una descripción del cambio renuncia, o desviación que haya sido aceptada, será documentada para registrar el cambio y denotar la condición tal como se construyó.

#### ACCION CORRECTIVA:

Dentro de la acción correctiva se prepararán procedimientos escritos que aseguren que condiciones adversas a la calidad, tales como fallas, más funcionamiento, deficiencias, desolaciones, material y equipo defectuoso y faltas al cumplimiento de lo que señala la especificación, sean identificadas inmediatamente y corregidas tan pronto como sea posible en el caso de existir condiciones significativamente adversas a la calidad, el procedimiento asegurará que la causa de la condición sea determinada así como el que se haya tomado una acción correctiva para evitar su repetición. La identificación de una condición tal y la acción correctiva tomada será documentada y reportada a los niveles apropiados del ingeniero diseñador.

## AUDITORIAS

Será puesto en efecto un sistema de auditorías planeadas y documentadas para verificar el cumplimiento de todos los aspectos del programa de garantía de calidad. Las auditorías se realizarán de acuerdo con procedimientos escritos y listas de chequeo, por personal entrenado adecuadamente y que no tengan responsabilidades directas en el área que se está auditoreando. Los resultados de las auditorías se an documentadas y revisadas por la administración responsable del área en auditoría. El personal responsable de la administración del área tomará las medidas pertinentes para corregir las deficiencias descubiertas por la auditoría.

### CONTROL DE CAMBIO DE CAMPO.

Durante las fases de construcción instalación de equipo y arranque en el sitio de la planta, pueden ser necesarios cambios de campo. Estos cambios son de dos tipos generales:

Primero: Aquellos cambios generados por cambio de diseño que se originan en las oficinas centrales y segundo: A quellos iniciados en el campo como resultado de condiciones peculiares de campo.

Los cambios de diseño que se originan en las oficinas centrales son generalmente el resultado de cambios en los requisitos.

Del propietario o retroalimentación de información - desde otras plantas componentes que están siendo construidas, probadas, arrancadas o en operación, en este caso el ingeniero de diseño responsable genera una instrucción de disposición de campo la cual define en detalle los componentes afectados, los cambios a hacer, las partes que deben ser reemplazadas y la eliminación de partes reemplazadas.

Los cambios a hacer, las partes que deben ser reemplazadas y la eliminación de partes reemplazadas.

Los cambios de campo iniciados por organizaciones de campo son generalmente el resultado de desviaciones de las condiciones de construcción esperadas. La organización de campo genera una solicitud de disposición de desviación de campo, la cual identifica la desviación o desviaciones y el método propuesto de hacer cambios en el diseño establecido para compensar la desviación.

Por último deberá haber registros de calidad: Que establezcan y documenten procedimientos y prácticas para proporcionar la seguridad de que se preparan y acumulan suficientes registros a suficientes registros a medida que se realiza el trabajo para suministrar evidencia documentada de que la calidad de los artículos es satisfactoria y de que otras actividades íntimamente ligadas se han llevado a cabo satisfactoriamente. Los registros deberán ser documentos congruentes con los requisitos de los códigos, normas, reglamentos, especificaciones y requisitos de contrato aplicables y son adecuados para uso en el manejo efectivo del programa de garantía de calidad.



Estos registros incluirán también documentos tales como los resultados de las revisiones de diseño, inspecciones pruebas, análisis de materiales, etc. los registros incluyen también datos íntimamente relacionados tales como - calificaciones de personal, procedimientos y equipo y otros documentos requeridos por los registros de un buen control de calidad.

En conclusión podemos decir, que tanto el control de calidad como la garantía de calidad dependerán siempre de un plan, el cual es autorizado por una subterencia de plantas nucleoelectricas. Promulgará la política de garantía de calidad de la misma. El plan se sustentará en el manual de garantía de calidad.

El manual es como ya lo hemos dicho, una colección de procedimientos administrativos y el Jefe del grupo o área que desarrolle la actividad en cuestión. Como ya lo hemos visto la planeación de calidad enfatizará la prevención de discrepancias; control de materiales; de productos, de procesos y procedimientos; acción correctiva, valuación de características de calidad del producto y control del material disconforme.

## 2.2). APLICACION DEL CONTROL DE CALIDAD Y GARANTIA DE CALIDAD EN LA CONSTRUCCION.

### 2.2.1). Control de Calidad y Garantía de Calidad en el

#### C O N C R E T O

El (C.C.) y la (G.C.) como ya ha dicho se basa en procedimientos de construcción-especificaciones de proyecto y planos. Todos estos documentos revisados y actualizados por un departamento encargado especialmente para ello, y bien llamado de control de documentos, existe al igual un departamento de (C.C.) y de (G.C.) los cuales en base a los documentos ya antes mencionados, más otros llamados, procedimientos de control de calidad, supervisa que se cumplan estos, para asegurar de esta manera un buen control de calidad. Así se tiene que para, el concreto el procedimiento de construcción a seguir sería el siguiente:

Este procedimiento es aplicable a todos los colados de la P.N.L.V. y en el se definen las principales etapas que existen en la colocación de concreto las cuales son:

- Transportación.
- Colocación.
- Acabado.
- Y curado del concreto.

Al igual se explican en forma general el manejo y cuidado de los diferentes tipos de concreto que se usan en la construcción.

No se olvide que se tienen (3) etapas generales a -  
inspeccionar referentes al concreto en obra, las cuales son

La precolocación.

La colocación.

Y la postcolocación.

Así tenemos que como pre-requisito a la colocación se tiene el trabajo de preparación, antes de comenzar el colado. Esto se hace con el fin de evitar irregularidades importantes, durante el colado de concreto en sitio. Este trabajo es desarrollado por personal calificado del departamento de control de calidad llamado de precolocación de concreto este procedimiento provee la dirección para las actividades de control de calidad "asociados con la precolocación de concreto como ya lo hemos dicho definidas como responsabilidad del contratista.

De acuerdo a este procedimiento de control de calidad (Q.C.P.) se tienen que el inspector de control de calidad del área civil es responsable de:

La verificación de que el trabajo y la documentación. Estén completos y firmados por el personal responsable las inspecciones de las actividades de precolocación y la aceptación o rechazo de los trabajos deben ser registrados en una forma ya elaborada para ello, (se anexa forma). Con el objeto de asegurar un control de calidad estricto, se tiene también que el Jefe Ingeniero de control de calidad civil es responsable de la aprobación de registro de inspección para la precolocación de concreto.

Además el supervisor de control de calidad del área - Civil es responsable del control de las actividades de inspección.

El Jefe de supervisores de control de calidad es responsable de la implementación de este procedimiento. Y por último el superintendente construcción o su designado firmará los registros de inspección para precolocación de concreto antes de que el Ing. Jefe de Area de Control de Calidad-Civil firme estas formas. El procedimiento referente a la precolocación se describe de la siguiente forma:

1).- La cimentación o preparación de juntas sobre las cuales se colocará el concreto serán inspeccionadas visualmente. Además de estar limpias de aceite, lodo, capas rechazables y desperdicios. Deberá hacerse una limpieza final -- precisamente antes del inicio de la colocación del concreto.

2).- Las cimbras, puntas y lechos superiores deberán ser inspeccionados. En cuanto a estabilidad, hermetismo y limpieza, deben instalarse amarres en los lugares adecuados, además deberán inspeccionarse topográficamente.

3).- Colocación del refuerzo. Las varillas de refuerzo deben verificarse contra los planos del proyecto en cuanto a tamaños, estabilidad, limpieza, longitud de traslapes y posición de los mismos.

4).- Las partidas ahogadas (Eléctricas y Mecánicas)-deberán ser verificadas en cuanto a posición aliniamiento, - elevación y estabilidad.

5).- Bandas Selladoras:

Todas las posiciones de las bandas selladoras - su orientación y las juntas de expansión deberán ser inspeccionadas.

6).- Instalaciones para la colocación.

Deberá comprobarse la disponibilidad y funcionamiento adecuado del equipo de colocación y equipo de respaldo tales como vibradores, mangas, equipo de curado y protección contra la lluvia.

7).- El Inspector encargado del control de calidad - deberá asegurar que todos los reportes de incumplimientos -- los cuales fueron aplicados a la colocación en particular, - materiales o equipo han sido propiamente. Arreglados y cerrados por último el registro de inspección de la precolocación se enviará antes de la colocación al Jefe Supervisor de control de calidad civil y después será archivado por el supervisor de control de documentos, una vez visto lo de pre-colocación pasamos a la colocación basándonos en el procedimiento escrito para ello, se tienen las siguientes responsabilidades para con este:

El Superintendente de Construcción se reporta con el Superintendente del Proyecto y tiene las siguientes responsabilidades:

### 1).- Transportación del concreto.

El concreto mezclado en una planta estacionaria, se transportará por medio de un camión revolador (olla) que a la vez servirá como una unidad agitadora móvil el giro del trompo será a la velocidad de carga, mientras esté cargado y se reducirá a la velocidad de agitación cuando ya esté llena el común que llevará, dependerá en el tipo de concreto, así que, para concreto de mezcla normal el volumen será de un 80% de la capacidad del trompo.

a).-En el caso de estar usando concreto de alta densidad, el volumen que llevara, dependerá en la capacidad de carga del camión, no excediendo la capacidad de carga indicado por su fabricante. Las rampas o cualquier otro medio de acceso para el equipo de transportación de concreto, serán diseñados para concreto cuyo peso volumétrico será 3700 kg/m<sup>3</sup>.

### 2o.- COLOCACION DE CONCRETO.

Se expondrán las prácticas que se recomiendan para transferir el concreto desde el vehículo transportador hasta su colocación final en la estructura en construcción.

El equipo que se usará, será de acuerdo a las necesidades optimas en la estructura, así se tienen los siguientes equipos.

- 1).- Cajones.
- 2).- Carretillas.
- 3).- Canales y chorizos.

a).- Revisa este procedimiento de construcción.

b).- Aseguras de la implementación de este procedimiento.

c).- El Superintendente de Construcción o su designado, se cercionará que todos los Jefes de Departamento tales como civil, mecánico, eléctrico, etc. hayan firmado la boleta que indica.

El lugar del colado, y de todas las partidas que serán embebidas e instaladas de acuerdo a su categoría, antes de ordenar el concreto.

El Jefe Ingeniero se reporta con el Superintendente del proyecto, y tiene las siguientes responsabilidades:

a).- Revisa este procedimiento de construcción.

Por último el Jefe Supervisor de Q.C. se reporta al Superintendente del Proyecto y tiene las siguientes responsabilidades:

a).- Revisa este procedimiento de construcción.

b).- Verificar la implementación de este procedimiento.

Una vez vistas las responsabilidades existentes. Veremos a continuación el contenido de nuestro procedimiento de colocación en base a sus etapas parciales de las cuales está compuesta:

- 4).- Correas transportadoras.
- 5).- Bombas.
- 6).- Canalones de embudo.
- 7).- Grúas.

Una necesidad básica para los métodos y equipo para el colado, así como para todo el manejo del equipo, es que la calidad del concreto, con respecto a la relación agua-cemento, revenimiento, contenido de aire y homogeneidad se tendrán que mantener, y la separación del mortero y el agregado grueso de deberá evitar para ello se proveerá suficiente capacidad tanto en el colado como en la mezcla y en la transportación, para que el concreto, mantenga su plasticidad y para que esté libre de juntas frías durante el colado. Se colará en capas no mayores de 45 cm. de profundidad para construcciones monolíticas, cada capa de concreto se colará mientras que la capa anterior todavía responda a la vibración estas capas deberán tener la profundidad adecuada para permitir que se junten por medio de vibración en casos en que la superficie a colar sea inclinada, se colará el concreto en orden progresivo hacia arriba, comenzando en la parte más baja de la inclinación natural del concreto.

Para estructuras, masivas de áreas grandes se usará el método de escalón para prevenir que ocurran juntas frías, en este método la tirada es colocada en una serie de escalones horizontales (aproximadamente 45 cm.) de espesor. El colado de concreto de cada capa se extenderá hasta el ancho total --



del bloque y las operaciones del colado progresará de una orilla de la tirada hasta la otra, exponiendo solamente áreas pequeñas de concreto a la vez.

Para garantizar el flujo normal del concreto en áreas, donde existen grandes cantidades de partidas embebidas en el concreto, se colará en capas de 30 cm. de espesor y con una carga de posición de (30 cm.)

Si después del colado se observan vacíos debajo de las placas embebidas, estas se rellenarán utilizando "mortero por medio de carga estática o por medio del método de bombeo.

#### CONSOLIDACION DEL CONCRETO

Una vez hecho el colado en capas no excediendo de (45 cm.) de espesor y que se haya terminado con una nivelación adecuada, se usará un vibrador que se hundirá verticalmente en espacios uniformes sobre el área total de la tirada los vibradores serán checados por (Q.C.) semanalmente (mientras estos estén en uso) utilizando un tacómetro de caña vibradora para verificar que la frecuencia vibradora esté arriba de la frecuencia mínima de 8,000 vibraciones por minuto en casos, donde el concreto no puede alcanzarse con el vibrador.

Como es el caso de congestionamiento, con acero de refuerzo será conveniente vibrar las barras de refuerzo que estén expuestas, para esto se utilizará un vibrador de cimbra, con los aditamientos necesarios.

Por lo que se refiere a consolidación se tienen (2) casos especiales:

a).- Concretos masivos.

Para obtener una consolidación normal en caso de concretos masivos que se estén colando normalmente, se utilizarán una cuadrilla, con vibradores, que seguirán un procedimiento sistemático en acuerdo con A.C.I. 309 párrafo 9.4. El trabajo de la cuadrilla tendrá más resultado si trabajan cerca uno de lo otro como una unidad. La inversión de los vibradores se espaciará aproximadamente (18") y se prolongará el tiempo necesario (5. a 15 segundos) para evitar que exista duda alguna en haber obtenido la consolidación a través de toda la capa de concreto y una profundidad mínima de (6") entre la tirada anterior.

b).- Concretos de alta densidad:

Se evitará la sobrevibración porque esto causa el asentamiento de partículas pasadas.

El área de influencia de un vibrador en concreto pesado es menor que cuando se usa en concreto convencional, por lo que se requiere un espacio más pequeño entre los vibradores de inmersión.

El concreto de alta densidad se vibrará totalmente una segunda vez, comenzando no antes de 90 min. después de su colocación en la cimbra, el momento para la revibración será cuando el vibrador se sumerja el concreto por peso propio, se aplicará la vibración necesaria hasta adquirir plasticidad y así poder remover todo el aire que se encuentre atrapado en el sangrado. Se parará la revibración en un lapso de 5 horas después de colarse una capa de concreto o antes de que el concreto se haya endurecido lo suficiente, -- que la vibración ya no lo afecte.

#### ACABADO DE CONCRETO

Los acabados de concreto que se utilizarán en las diferentes estructuras serán de acuerdo a las indicaciones de los planos y especificaciones.

Estos acabados podrán ser como sigue:

1).- Acabados de superficie de cimbra.-Este acabado podrá ser de los siguientes tipos:

a).- Acabado de cimbra rugoso.

b).- Acabado de cimbra liso.

c).- Acabado liso, pulido.

d).- Acabado de superficies exteriores como -- chorro de arena lijera, hasta obtener una superficie uniforme.

2).- Acabado de superficies no cimbrados.

El acabado de superficies no cimbrados podrán ser de los siguientes tipos:

- a).- Acabado liso por flotación.
- b).- Acabado liso, pulido.
- c).- Acabado de escobilla.
- d).- Acabado rayado.

Por último se tiene el:

CURADO DE CONCRETO.- Se tienen (2) tipos de curado, de acuerdo al tipo de concreto:

- 1).- Concreto normal será de un período de (7) días.
- 2).- Concreto masivo será de un período de - - (14) días.

Ambos son iguales, salvo la diferencia de tiempo todo curado se comenzará tan pronto haya desaparecido el sangrado de la superficie libre de colado y acabado de concreto no se utilizarán compuestos que formen membranas, el curado se hará en (2) etapas.

- a).- Curado inicial.

Una vez terminado el acabado el concreto se deberá mantener mojado, cuando menos por (24) horas, o por (48) horas cuando se trate de concreto masivo, siempre y cuando la temperatura sea menor de (32°C).

Para el concreto masivo, el periodo de curado ini --  
cial se prolongará después de las (48) horas, siempre y cuando  
do la temperatura esté arriba de 32°C. manteniendo los reque  
rimientos de curado inicial hasta que baje la temperatura.

b).- CURADO FINAL:

Después del primer curado y antes que se haya -  
secado el concreto, se tendrá que hacer un curado adicional-  
durante el resto del periodo del curado antes dicho.

El curado final se podrá hacer de acuerdo a los mé-  
todos siguientes, ya sea para superficies con o sin cimbra.

a).- Aspersión continua.

b).- Aplicación de mantas de absorción o piezas de -  
yute, que se mantengan continuamente mojada.

El curado final se podrá hacer de acuerdo a los método  
dos siguientes, ya sea para superficies con o sin cimbra.

a).- Aspersión continua.

b).- Aplicación de mantas de absorción o pieza de yu  
te, que se mantengan continuamente mojada.

c).- Aplicación de arena que se mantenga continua  
te mojada.

d).- Aplicación de piezas de material a prueba de --  
agua.

Una vez que ya hemos hablado de pre-colocación y de colocación del concreto ahora hablaremos de la POSTCOLOCA -- CION del concreto, o sea la supervisión del acabado del concreto, para esto el departamento de control de calidad ha -- elaborado un procedimiento de control de calidad con el cual el departamento de control de calidad trata de explicar las partidas más importantes referentes a la postcolocación de -- concreto de tal manera que el encargado o persona calificada destinada a la supervisión tenga una base para ello y así -- asegure un buen control de calidad en el acabado del concreto:

Este procedimiento deberá aplicarse a todo el concre to permanente, independientemente de la clase de calidad que se trate así tenemos que nuestro procedimiento nos dice lo -- siguiente (como principal punto).

El Jefe Ingeniero del área de control de calidad-ci- vil revisará antes de la colocación de concreto el programa- de colocación desarrollado por construcción en el cual se -- muestre el número, tamaño y secuencia de los colados de concreto. Deberá verificar que los registros de inspección co - rrespondientes a la precolocación de concreto estén comple - tos y las partidas aplicables aceptables.

En este mismo documento, se le enseña al Ing. Supervisor de control de calidad las principales pautas a seguir- para una buena supervisión, referente a la colocación del - concreto en sus (3) etapas principales, así tenemos:

### INSPECCION DE LA COLOCACION

- a).-El inspector de control de calidad se asegurará de que -  
hayan disponibles suficientes mangas, tolvas, "trompas-  
de elefante" y estén colocadas adecuadamente para evitar  
la segregación se asegurará que los vibradores estén en  
el lugar de colocación para consolidar el concreto y que  
haya disponibles vibradores de reserva, se asegurará que  
haya disponibles luces, cubiertas protectoras, etc. cerca  
de la actividad de colocación de concreto para su uso  
todo el tiempo.
- b).-Checar que las juntas de construcción horizontales hayan  
sido limpiadas, asegurándose que las superficies de con-  
creto que recibirán nuevo concreto esten libres de agua-  
superficial pero que se encuentren en condiciones de sa-  
turación de la superficie también se asegurará que el --  
mortero de liga sea colocado en las juntas de construc-  
ción, según se requiera (1 1/2" en juntas horizontales y  
aplicación con brocha en superficies verticales).
- c).-Se observará que la mezcla de concreto sea trabajable. -  
si la mezcla aparece inconsistente o son evidentes irre-  
gularidades en ella, deberá avisarse a la planta de con-  
creto.
- d).-Observar la colocación atentamente para asegurarse que -  
el concreto sea vibrado de tal manera que haya un míni-  
mo de huecos, especialmente en las esquinas en los empo-  
trados, en las preparaciones para instalaciones posteri<sup>o</sup>  
res y que cada colada esté adecuadamente consolidada con  
la siguiente.

- e).- Asegurarse que se, cumpla lo siguiente: el concreto no deberá caer libre de una altura mayor de (1.5 mts.) en todo trabajo no expuesto al aire libre, tampoco deberá caer libre desde más de 0.90 mts. En todo trabajo ser depositado en capas horizontales con un espesor no mayor de (45 cm.) tan cerca como sea posible de su posición final, para evitar segregación.
  
- f).- Verificar que la integridad de las formas sea mantenida y que la posición del acero de refuerzo y de las -- pzas. empotradas en concreto sea mantenida durante el colado.
  
- g).- La aceptación de la colocación de concreto se hará mediante una firma del inspector asentada sobre el reporte de colocación de concreto (ref. 5.1). Los incumplimientos deberán reportarse y procesarse de acuerdo con un procedimiento escrito para ello.

#### INSPECCION DE LA POSTCOLOCACION.

- a).- Inspeccionar la remoción, acabado, curado y protección según lo requieran las especificaciones.
  - a.1).- Las cimbras para soporte de concreto deberán permanecer colocadas por lo menos durante 14 días.- Las cimbras que no sean para soporte se removerán en 24 hrs.



b).- Inspeccionar los huecos, imperfecciones y cualquier reparación requerida.

c).- Identificación y clasificación de defectos:

c.1).- Tipo I.- Pequeños poros o huecos de menos de 4 cm. de diámetro y menos de (2 cm.) de profundidad. (Nota: es esencial que los hoyos cercanos-entre sí o que toman cierta configuración sean inspeccionados para determinar si existen defectos tipo panal).

Una indicación de tales condiciones sería la -- presencia de líneas interconectadas aristas - - achaflanadas de los agrupados).

c.2).- Tipo II.- Areas con defectos tipo panal o hoyos mayores de lo designado para los tipos I, pero menores que los tipo III.

3).- Tipo III.- Hoyos o áreas con defectos tipo panal mayores de 36 cm<sup>2</sup> y 4 cm. de profundidad, pero menores - que los tipos IV.

c.4).- Tipo IV.- Hoyos que estan al descubierto el 25% de la parte superior del acero de refuerzo y menores de 8 cm. de longitud.

c.5).- Tipo V.-Hoyos que dejan al descubierto más de 25% de la parte superior del acero de refuerzo y son mayores de 8 cm. de longitud, los trabajos de reparación adyacentes a pzas. ahogadas traveses y tapajuntas de contención para agua deberán incluirse en esta clasificación.

Por lo que se refiere a reparaciones los defectos tipo (I). No requieren reparaciones, excepto por razones de acabado cuando la apariencia del concreto es un requisito.

Los defectos tipo II, III, y IV deben ser reparados de acuerdo con las instrucciones detalladas y delineadas en el procedimiento cuyo título es "reparaciones de concreto".

Quando se encuentran defectos tipo II, III y IV, el inspector de control de calidad civil deberá preparar un croquis (o mapeo mostrando la localización aproximada de los defectos, identificando y clasificando los defectos de acuerdo a lo antes dicho además el croquis (o mapeo) deberá identificar el colado de concreto, la fecha en que se efectuó y llevará la firma del inspector.

Una vez terminadas las reparaciones, el supervisor de control de calidad-civil deberá verificar que las reparaciones fueron efectuadas de acuerdo con este procedimiento y remitir el croquis al Jefe Ingeniero

del área de control de calidad-civil para su aprobación y subsecuente transmisión al supervisor de control de documentos para su incorporación en los registros de construcción permanentes.

Ahora cuando los defectos tipo II, III y IV que -- ocurran en la cara de las juntas de construcción deberán -- recibir solamente el trabajo preparatorio de una repara -- ción tal como el cincelado para hacer la superficie rugosa y otras actividades de limpieza.

Cuando se de el caso de 4 (cuatro) o más defectos-tipo IV en una área de (9 m<sup>2</sup>) o menos, el Jefe Ingeniero - del área de Control de Calidad Civil deberá ejecutar un re - porte de discrepancia y corrección.

Los defectos tipo V deberán en todos los casos recibir un reporte de incumplimiento en el sitio, en el - - cual se deberá evaluar el defecto individualmente para determinar que reparación requiere. Cada etapa del proceso - de reparación deberá ser observada por el inspector de con - trol de calidad-civil y se registrará en una forma espe - - cial llamada de "inspección de reparación de concreto forma anexa".

La aplicación y el mantenimiento del curado adecuado sobre el área colada deben de ser registrados en el reporte de postcolocación (cuando la temperatura ambiente -- sea de más de 32° es necesario mantener el curado inicial).

Por último todos los reportes deberán ser revisa - dos por el Jefe Ingeniero del área de control de calidad-civil. (El archivo deberá hacerse de acuerdo a un procedi - miento escrito para ello).

2.2.2). CONTROL DE CALIDAD Y GARANTIA DE CALIDAD  
DEL  
C E M E N T O

GENERALIDADES: Antiguamente se designaba con el nombre de cemento a todas las substancias con propiedades cementantes o aglutinantes, en la actualidad se ha dado una designación específica para cada uno de los diversos aglomerantes o aglutinantes, mismos, que como se ha ajenado, se obtienen de la calcinación de distintas substancias o compuestos minerales.

A partir del año 1796 en que un señor llamado Parker patentó su cemento romano, el cual se designó con el nombre de cementos a los productos resultantes de la calcinación de una mezcla de caliza y arcilla. Posteriormente, se precisó que, si una caliza que se somete a la cocción está ligada naturalmente o mezclada artificialmente con suficiente cantidad de arcilla, de modo que, los productos de la descomposición de ésta se combinaron con todo el óxido de calcio de la descomposición del  $\text{Ca CO}_3$ , la reacción química resultante sería similar a la asentada para las cales hidráulicas, pero sin  $\text{CaO}$  en libertad, no requiere apagado, constituyendo éste uno de los signos característicos que sirven para distinguir o diferenciar una cal de un cemento.

El poder cementante de este es mayor que el de las cales hidráulicas; su fraguado es más rápido, lo mismo en el aire que en el agua. Su resistencia es mucho mayor, llegando a formar con los materiales inertes que enlaza, monolitos que construyen una piedra artificial capaz de soportar grandes pres. compresivas.

La teoría de su fraguado se explica, de una manera general en la misma forma que el fraguado de las cales hidrúlicas en lo que respecta a los silicatos y aluminatos; estos compuestos en el cemento son más definidos, tanto por la ausencia de  $C_a O$ , como por la elevada temperatura de calcinación a que se somete la mezcla o materia prima, misma que sufre un principio de fusión verificación, dando un producto duro llamado (kinke que hay que pulverizar, mediante trituración enérgica, para obtener el material resultante llamado CEMENTO:

#### C. C. -Y G. C. DEL CEMENTO.

El control del cemento en la P.N.L.V. se basa en el A.S.T.M. parte C-150 cuyo contenido más importante para nuestro estudio, es el siguiente:

Cada uno de los tipos existentes del cemento PORTLAND deben de cumplir con los requisitos químicos standar.

Respectivos, prescriptos en una tabla I (anexa y requisitos químicos adicionales (tabla I\_A) además deberán de cumplir también con requisitos físicos, y físicos adicionales los cuales se mencionan en las tablas (II) (II\_A).

#### REQUISITOS DE TIEMPO DE MUESTREO:

Los siguientes períodos, partiendo del tiempo de muestreo deben ser permitidos, para completar la prueba.

1	DIÁ	6	DIAS
3	DIAS	8	DIAS
7	DIAS	12	DIAS
28	DIAS	33	DIAS

#### DECLARACION DEL FABRICANTE:

Como lo pide el comprador, el fabricante debe declarar por escrito la naturaleza, cantidad e identidad del agente usado, y el contenido de aire y de cualquier adición de procesamiento que quizá haya sido usado, y también si se requiere debe suministrar información de prueba mostrando cumplimiento de tal adición de aire entrante con las condiciones de la especificación y de cualquier adición de tal procesamiento, con la especificación.

#### ALMACENAMIENTO

El cemento debe ser almacenado de tal manera que permita el fácil acceso para una, inspección adecuada e identificación de cada envío y en un edificio con clima apropiado que proteja al cemento contra la humedad y minimizará el fraguado en almacén.

#### CERTIFICACION DEL FABRICANTE.

Sobre, pedido del comprador en el contrato o en el pedido debe suministrarse en el momento del envío una certificación del fab. de que el material fué aprobado de acuerdo con la especificación antes mencionada, junto con un reporte de los resultados de las pruebas (Ver ejemplos posteriores). Esto es todo por lo que respecta al control del cemento.

**CONTROL DE CALIDAD Y GARANTIA DE CALIDAD  
EN EL ACERO DE REFUERZO**

Al igual que en el concreto para el AoRo también -- existe un procedimiento de control de calidad cuyo propósito es definir los métodos que se usarán para llevar el control adecuado de AoRo durante la recepción, fabricación e instalación del mismo.

Las responsabilidades llegadas con este procedimiento son las mismas que se tienen para con el concreto. Así tenemos que el inspector de control de calidad deberá ser responsable por la realización de inspecciones durante el almacenamiento, fabricación e instalación de acero de refuerzo. El personal de construcción deberá ser responsable por el almacenamiento, fabricación e instalación de acero de refuerzo.

Ahora bien, nuestro procedimiento se divide de la siguiente manera:

1).-Recepción de acero de refuerzo:

a).-El acero de refuerzo recibido en obra de construcción deberá ser recibido e inspeccionado de acuerdo a un procedimiento escrito para ello.

b).-El inspector de recepción de control de calidad deberá arreglar que la prueba de tensión sea realizada por el laboratorio de C.F.E.

- c).- El acero de refuerzo no deberá descargarse en el área de almacenamiento de Q.A. antes de la prueba aceptable de tensión.
- d).- A la terminación de la prueba aceptable de tensión, el acero de refuerzo deberá entregarse a construcción de acuerdo a un procedimiento de "requisición de material del almacenamiento".
- e).- El acero de refuerzo que ha fallado en la prueba de -- tensión requerida, deberá devolverse al proveedor o -- descargarse en una área destinada como "área de detención".

2o).- Almacenamiento de Acero de Refuerzo.

a).- El acero de refuerzo de clase I (QA Garantía de - Calidad) y el acero de refuerzo sin clase, cuando sea posible deberá almacenarse en áreas separadas. Si acaso el acero de refuerzo con clase (I) y el acero sin clase llegase a almacenarse en la misma área, los dos tipos de acero debe rán separarlos e identificarlos por su clase.

b).- Todo el acero de refuerzo deberá almacenarse est bado de tal manera para evitar deformaciones permanentes.

3o).- Fabricación y Doblado.

a).- Durante las maniobras de fabricación y doblado, - únicamente una clase de acero deberá trabajarse a la vez - con el fin de evitar mezclar el acero de refuerzo con la - clase (I) y el de sin clase.



b).-Al término del ciclo de fabricación, las varillas deberán atar las etiquetas y cambiarlas a una área adecuada. La etiqueta deberá estar de acuerdo con un procedimiento de fabricación de acero de refuerzo y control de cantidad.

c).-Antes del cambio de la fabricación y/o el doblado de acero de refuerzo sin clase a acero con clase, todo el acero sin clase deberá retirarse del área de fabricación y regresarlo a una área de almacenamiento adecuada antes de introducirlo en el área.

4o).-La Instalación.

a).- Los atados introducidos en el área deberán almacenarlos de acuerdo al párrafo (a) del punto (2).

b).- Los atados no deberán desatarlos hasta la hora de la instalación actual cuando sea posible.

c).- El acero de refuerzo restante fabricado deberá retirarse del área de trabajo después de terminar la instalación.

5o).-La Inspección.

a).- El Inspector de control de calidad civil deberá inspeccionar el almacenamiento, la fabricación y la instalación del acero de refuerzo semanalmente para las siguientes partidas:

a.1).-El Almacenamiento.

El acero de refuerzo de clase (I), como ya lo hemos dicho deberá ser almacenado por separado del sin clase donde sea posible.

Si está almacenado en la misma área, se pone por separado físicamente y se identificará por clase.

a.2).- Fabricación y Doblado.

Durante la fabricación y doblado asegure que solo una clase de acero se trabaja a la vez para evitar mezclar material de clase (I) y sin clase.

Al término del ciclo de fabricación, las varillas deberán ser atadas, etiquetadas (y cambiarlas a una área adecuada de almacenamiento).

Antes de cambiar de la fabricación de acero de refuerzo sin clase a acero con clase, todo el acero sin clase deberá retirarse del área de fabricación.

a.3).- La Instalación.

Con respecto a la instalación los inspectores del control de calidad deberán:

Asegurarse que el acero para instalación esté almacenado debidamente.

Asegurar que los atados estén etiquetados e intactos si no están instalados.

Asegurar que el acero de refuerzo con clase (I) este almacenado. Ahora de acuerdo a las especificaciones de proyecto todo el acero de refuerzo serán varillas corrugadas de acero de lingote de conformidad con los requisitos-

del ASTM A615 para varillas de grado 60, con un límite de --  
fluencia mínimo de 4200 kg/cm<sup>2</sup>.

La comisión del proyecto verificará que el acero de refuerzo cumpla con las especificaciones de calidad establecidas. No se aceptará, por ningún motivo, el envío a la obra de acero de refuerzo que no cumpla con las especificaciones. El contratista, si así lo desea, podrá asignar también un representante en la fábrica de acero de refuerzo para que certifique la calidad del mismo.

Cabe mencionar que en el control de calidad referente a la colocación del acero de refuerzo, existen varias categorías de acuerdo a la importancia del edificio en estudio así se tienen las siguientes categorías:

1).-Edificio del Reactor: CATEGORIA

Losa de cimentación, muro del pedestal para la vasija nuclear, tunel para la tubería de vapor principal, estructura de concreto del contenedor incluyendo la losa interior del pozo seco. 1

2).-Edificio del Reactor: CATEGORIA

Partes restantes no descritas en el párrafo (1). Edificio de control y edificio de generadores diesel. 2

3).-Edificio de Desechos: CATEGORIA

Losa de cimentación, muros y losas de la losa de cimentación hasta la losa del nivel del terreno obra de toma para el sistema de agua de servicios nucleares. 3

- 4).-Edificio de Desechos:  
 Porciones restantes no descritas en el párrafo (3). C.C.
- 5).-Plantilla para losas de cimentación de todos los edificios. C.C.
- 6).-Edificio del Turbogenerador:  
 Incluyendo el pedestal del turbogenerador. C.C.
- 7).-Obra de Toma para el sistema de agua - circulación y todas las otras estructuras y elementos no descritos en los párrafos anteriores. C.C.
- 8).-Todos los elementos de la estructura - de soporte del acero de refuerzo requeridos durante el colado del concreto. C.C.
- 9).-Estructuras exteriores en el patio de la planta, para soporte de equipo. Establecida en los planos de contrato.

Las categorías de garantía de calidad 1,2,3, o C.C. establecidas como un requerimiento de esta especificación para el programa mínimo de control de calidad del contratista, están definidas en los documentos de la comisión.

Por lo que respecta a la ejecución de la colocación del acero de refuerzo, el contratista inspeccionará la colocación del acero habilitado para comprobar el cumplimiento de las localizaciones, mostradas en los planos.

Antes de ser colocado, el acero de refuerzo se lim - piará hasta dejarlo libre de óxido suelto o en escamas, reba - bas, recubrimiento o cualquier otra substancia que pudiera - reducir o afectar su adherencia con el concreto. ,

El acero de refuerzo no deberá ser doblado o endere - sado del tal manera que pueda dañarse. El uso de calentamien - to para llevar a cabo los dobleces o el enderezado de las va - rillas únicamente será permitido en aquellos casos en que se cuente con la aprobación de la comisión.

En aquellos casos en que se requieran dobleces adi - cionales de las varillas en el momento de su colocación con - el objeto de evitar interferencial, el contratista deberá -- presentar todos los detalles pertinentes a la comisión para su aprobación de que el concreto sea colado. No se permitirá por ningún motivo la soldadura de varillas de acero de re - fuerzo.

Los empalmes de las varillas de refuerzo, tanto las - de tipo mecánico. Como las de traslape, se localizarán en -- las posiciones indicadas en los planos. Todos los empalmes - adyacentes serán alternados, a no ser que en los planos se - indique lo contrario.

El recubrimiento del acero de refuerzo deberá cum - plir con los requisitos de la sección 5.5 del ACI 301, con - excepción del acero de refuerzo que se utilice en elementos estructurales construidos con concreto tipo 300G-AS ( $F'_c$  -- 300 kg/cm<sup>2</sup>).

Agregado máx=38 mm. Fcr=365 kg/cm<sup>2</sup>, o concreto tipo-300 m-AS (f'c=300 kg/cm<sup>2</sup> agregado máx=19 mm. Fcr=365 kg/cm<sup>2</sup>). Y que estén en contacto directo con agua de mar; que deberá tener un recubrimiento mínimo de 2.5 cm. mayor que los valores especificados en esa sección.

#### EMPALMES DE VARILLAS DE GRAN DIAMETRO.

Todos los empalmes de Vs. No.14 y No.18 debido a la magnitud del diámetro deberán ser empalmes mecánicos llamados o del tipo empalmes cadweld.

##### a).- Preparación de las varillas.

Los extremos de las varillas que quedarán dentro del área del empalme, deberán estar libres de óxido, escamas, cemento, pintura, aceite, grasa, humedad o cualquier otra materia extraña.

##### b).- Procedimiento para colocación de empalmes mecánicos:

El procedimiento para colocar los empalmes mecánicos estará de conformidad con las recomendaciones del fabricante con excepción de cualquier modificación aquí especificada, y deberá ser sometido por el contratista para la aprobación de la comisión.

Calificación del procedimiento para colocación de -- empalmes mecánicos.

b).- Pruebas de Tensión.

1).- La resistencia última a la tensión de cada empalme de calificación deberá ser igual o mayor que la mínima resistencia última a la tensión especificada para la varilla empalmada. Todas las pruebas de tensión serán efectuadas en el laboratorio de la propia comisión.

EVALUACION DE LOS RESULTADOS.

Una vez terminada la ejecución y evaluación del número requerido de empalmes de calificación, todos aquellos empalmes que no hayan cumplido con las normas especificadas, se les investigara de tal manera que se detecte si la falta de cumplimiento es debido a que el procedimiento es inadecuado o a deficiencias en la mano de obra. Una vez detectada la falla se tomaran las medidas necesarias, por el bien del control de calidad en la producción.

Q ACEPTACION DE EMPALMES DE PRODUCCION.

El promedio de resistencia última a la tensión de cada grupo de (15) empalmes ensayados consecutivamente deberá ser igual o mayor que la resistencia última a la tensión mínima especificada para la varilla empalmada.

Para una mayor aceptación de los empalmes de producción, se tendrá que seguir el siguiente procedimiento.

1).- Las camisas tubulares, fundente, y moldes deberán ser almacenados en un área limpia, seca y que ofrezca una protección adecuada contra la interperie, de manera de prevenir la humedad.

Antes de efectuar empalmes de producción, el contratista calificará a cada operador incluyendo al supervisor mediante la ejecución de empalmes de calificación en el sitio utilizando el mismo procedimiento que se empleará en la colocación de empalmes de producción en la estructura se efectuarán un mínimo de seis empalmes de prueba por cada diámetro de varilla a utilizarse en los empalmes de producción. Se efectuarán cuando menos dos empalmes de prueba por cada posición (horizontal, vertical y diagonal) de los de producción mostrados en los planos. La comisión ensayará los empalmes de calificación efectuados por el contratista de conformidad con los requisitos del ASTM A370.

Los operadores o supervisores que no hayan ejecutado empalmes de producción, en cualquier posición específica (horizontal, vertical y diagonal durante un período mayor o igual a (3) meses o si (2) empalmes de producción no han pasado la inspección visual o las pruebas de tensión especificadas anteriormente, los operadores y supervisores deberán ser recalificados por el contratista, con el mismo procedimiento explicado anteriormente.

a).- Inspección Visual.

1).-La inspección visual se efectuará cuando los empalmes se hayan enfriado a la temperatura ambiente.



2).-Las camisas tubulares serán examinadas visualmente inmediatamente antes de su uso; con el objeto de comprobar la ausencia de óxido o cualquier otra materia nociva al empalme.

3).-Los moldes antes de usarse deberán ser precalentados a una temperatura superior a la temperatura de ebullición del agua, con el objeto de dejarlo libres de toda humedad antes de su uso.

4).-Los extremos de las varillas a empalmar, deberán limpiarse con cepillo de alambre con el objeto de remover cualquier escama suelta corrosión, concreto o cualquier otra materia infectante.

5).-Se marcará una línea permanente a 30 cm. del extremo de cada varilla como punto de referencia para confirmar que los extremos de las varillas están debidamente centrados en la camisa tubular.

6).-Antes de colocar la camisa en su posición final, se examinarán los extremos de las varillas con el objeto de verificar que la separación entre los mismos no es mayor de 5 mm. en los empalmes verticales y 6 mm. en los empalmes horizontales.

7).-Todos los empalmes terminados serán inspeccionados visualmente, tanto en los extremos de la camisa como en el agujero central de la misma.

Por último, el acero de refuerzo será colocado con precisión y deberá estar firmemente amarrado a todo lo largo de su longitud aproximadamente a cada 60 cm. el Ao, de refuerzo mantendrá firmemente en posición durante el colado del concreto mediante separadores silletas o cualquier otro tipo adecuado de soporte.

Los soportes pueden dejarse en su lugar al ser colado el concreto. Los soportes deberán ser metálicos, sin pintar, sin óxido, y colados adecuadamente para evitar su desplazamiento. Las puntas de los amarres deberán estar dirigidas en dirección opuesta a la cimbra.

## 2.2.4 CONTROL DE CALIDAD Y GARANTIA DE CALIDAD EN LA C I M B R A

La cimbra usada en la Planta Nucleoeléctrica de Laguna Verde, es del Tipo SYMONS APANALADA y ESPECIAL. El control de calidad a que se somete es relativamente somero. Y se basa esencialmente en manuales y procedimientos que el propio proveedor facilita. Aparte el propio contratista deberá remitir, para la aprobación de la comisión, los planos y procedimientos de cimbrado.

### 1o).-CIMBRA SYMONS:

Con respecto a su colocación, el propio fabricante proporciona manuales para facilitar la erección en obra de los encofrados del sistema Symons y para un mayor control de calidad de la misma, hace las siguientes recomendaciones:

a).-Siguiendo su empleo en obra, los cofres deben limpiarse y cubrirse ello incrementa considerablemente la duración de los moldes en buenas condiciones de uso el desmoldado se podrá llevar a cabo en menos tiempo y mejorará la apariencia de la obra "terminada se recomienda un producto especial para ello, llamado MAGICKOTE de Symons. Los moldes cubiertos con MAGICKOTE se les separa limpios con facilidad y se impide la acumulación del hormigón.

b).- Ejerza mucho cuidado en el manejo, carga en los camiones y desencofre. El manejo cuidadoso prevendrá el abuso de las caras de madera en láminas, los moldes deben apilarse sobre el camión colocándolos cara con cara y respaldos contra respaldos no tire los moldes.

c).- Mientras no estén usándose, los moldes deben conservarse limpios, cubiertos y apilados cuidadosamente con las caras hacia arriba para daño mínimo por la interperie, los apilamientos deben tener pendiente para desagüe, los moldes deben separarse con tiras de madera para asegurar la ventilación máxima.

Para el diseño de la cimbra Symons, se deberán tener en cuenta los siguientes factores:

1).- El tiempo, el frío retarda el tiempo de fraguado del concreto y así añade la presión del contenido líquido.

2).- Velocidad del vertido: La presión aumenta en proporción a la velocidad del vertido.

3).- Vibrado y Colocación.-La profundidad máxima que alcanza la vibración es de 4 pies (1.2 mts.) para la primera capa (preferiblemente 18 ó 24 pulg. (45 ó 60 mts). No se permite vibrar el exterior del cofre, tampoco revibrar.

4).- Cementos y aditivos.-use cementos de fraguado lento. Los retardantes o mezclas ricas en arena causarán presiones superiores a las que se tienen consideradas como promedio.

Esto es todo, en términos generales por lo que se refiere a cimbra Symons, ahora tenemos en 2o. término.

## 2o.- CIMBRAS ESPECIALES.

Como ejemplo de estas cimbras tenemos las usadas en el muro contenedor primario y muro pedestal en el edificio del reactor, estas se deberán construir usando el recubrimiento metálico como cimbra interior, y en la parte exterior se usará madera (triplay) otro ejemplo será la cimbra usada en las losas de entrepiso del edificio del reactor, indicadas en los planos, deberán construirse por el sistema denominado -- "Losacero Romsa". La comisión proporcionará la lámina metálica que se utilizará como cimbra. El contratista de su instalación.

### TOLERANCIAS PARA SUPERFICIES CIMBRADAS.

El Contratista deberá construir e instalar las cimbras de manera que las superficies de concreto se ajusten a las tolerancias permitidas dentro de las especificaciones de proyecto:

1.-Desviación de la vertical o de la inclinación especificada:

En cualquier tramo de 3.0 m. de long.	-6 mm.(1/4).
En cualquier entrepiso o altura de 6 m.	-10 mm.(9/9).
máxima para tramos de 12.0 mm.	-16 mm.(5/8").
máxima para la altura completa	-25 mm.(1").

b).- Para columnas de esquina expuestas, ranuras de juntas de control y otras líneas visibles:

En cualquier tramo de 6.0 m. de long.	6 mm.(1/4").
máxima para tramos de 12 mts.	10 mm.(3/8").
máxima para la altura completa.	13 mm.(1/2").

EN EL EDIFICIO DEL REACTOR SE TENDRAN LAS SIGUIENTES TOLERANCIAS:

1).- Desviación de la vertical o de la inclinación especificada:

a).- En los ejes y superficies de columnas, pilas, muros y aristas.

Máxima para la altura completa 32 mm.

b).- Para columnas de esquinas expuestas, ranuras de juntas de control y otras líneas visibles.

Máximas para la altura completa 16 mm.

Periodo para remoción de puntales y formas que soportan cargas:

Las formas y los puntales usados en el sistema de encofrados o cimbras para soportar el peso del concreto en vigas, losas y otros miembros estructurales, deberán permanecer en su sitio hasta que el concreto haya

alcanzado, mediante un curado adecuado, el 75% de la resistencia de diseño ( $F'c$ ) especificada en los planos, pero en ningún caso se podrá efectuar el descimbrado antes de los días marcados por especificaciones (14 días).

#### PERIODO PARA REMOCION DE FORMAS QUE NO SOPORTAN CARGAS:

Quando los puntales y otros apoyos verticales estén distribuidos de tal manera que las formas que no soportan cargas puedan ser removidas sin aflojar o afectar los puntales y apoyos principales, dichas formas podrán removerse 24 horas después del colado, siempre y cuando el concreto esté suficientemente endurecido para que no pueda ser dañado durante el descimbrado los tirantes podrán aflojarse a las 12 horas después del colado.

Por último cabe mencionar que la protección de las cimbras especiales, es la misma que se recomienda para la cimbra symons.

### III). "E J E M P L O S"



PLANTA NUCLEOELECTRICA LAGUNA VERDE  
 UNIDAD 1 Y 2  
 REGISTRO DE INSPECCION  
 PRECOLOCACION DE CONCRETO ANEXO "A"

QCP-3  
 REV.1  
 28-X-79

ESTRUCTURA MURD INT. 2M3 y 2M6 R4-2 CFE PLANO NO/REV. M-4559 9-1  
 LOCALIZACION/ELEV. +3.30 a 10 +6.80  
 FECHA COLOCACION PROG. 12-11-79 UNIDAD 2 COLOCACION NO. 242040 G 242040

PARTIDA	FECHA DE REVISION					
	VERIFICACION ING. CONSTR.		APROB. TOPOG.		ACEPTACION ING. C.C.	
	POR	FECHA	POR	FECHA	POR	FECHA
CIMENTACION PREPARACION JUNTA				12-11-78		12-11-78
CIMBRA-PUNTALES Y LECHOS SUPERIORES				12-11-78		12-11-78
REFUERZO	VARILLAS	PLANO NO/REV. R4555-6		12-11-78		12-11-78
	CADWELDS			12-11-78		12-11-78
	ANCLAS			12-11-78		12-11-78
	METALES VARIOS	M-4600 9-1		12-11-78		12-11-78
	TUBERIA			12-11-78		12-11-78
	ELECTRICA			12-11-78		12-11-78
ELEMENTOS				12-11-78		12-11-78
AHOGADOS JANDAS SELLA-DORAS.		R4559 9-1		12-11-78		12-11-78
	SOLDDE CAMPO			12-11-78		12-11-78
	(CIVIL)			12-11-78		12-11-78
	AHOGADOS MEC.			12-11-78		12-11-78
	(CIVIL)			12-11-78		12-11-78
	AHOGADOS ELEC.			12-11-78		12-11-78
EQUIPOS DE COLOCACION Y ACABADO				13-11-78		13-11-78
REPORTES DE INCUMPLIMIENTOS				12-11-78		12-11-78
LIMPIEZA FINAL				13-11-78		13-11-78

OBSERVACIONES. Inspeccionada por QCP-32 última revisión

APROBACION  
 SUPERINTENDENTE DE CONSTRUCCION, \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_ ING. JEFE AREA CC \_\_\_\_\_ FECHA \_\_\_\_\_

COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD  
PROYECTO NUCLEOELECTRICO LAGUNA VERDE U-1 Y 2  
COLOCACION DE CONCRETO RELACIONADOS CON SEGURIDAD

COLADO No. 242040 Y 242048

FECHA: 12-VI-78

AREA: Reactor U-2

COORDENADAS DE AREAS DESIGNADAS Muro Int. 2M3 y 2M6

INGENIERO ENCARGADO DEL COLADO Y VIBRACION: Ing. Federico González

SOBREESTANTE GENERAL ENCARGADO: Sr. Miguel Ilizaliturri

SOBREESTANTE ENCARGADO DEL TURNO: Mauricio Cabrera.

FIRMA DEL SUPERVISOR DE I.C.A.: Ing. José Rodríguez.

DIRECTOR DE AREA CMF. Ing. G. Topete M. Mr. L. Beyl.

2o. TURNO

INGENIERO ENCARGADO DEL COLADO Y VIBRACION Ing. Federico González

SOBREESTANTE GENERAL ENCARGADO Sr. Miguel Ilizaliturri

SOBREESTANTE ENCARGADO DEL TURNO Joaquín Morales.

FIRMA DEL SUPERVISOR DE I.C.A. Ing. José Rodríguez

DIRECTOR DE AREA CMF Ing. G. Topete M. Mr. L. Beyl.

3er. TURNO

INGENIERO ENCARGADO DEL COLADO Y VIBRACION

SOBREESTANTE GENERAL ENCARGADO

SOBREESTANTE ENCARGADO DEL TURNO

FIRMA DEL SUPERVISOR DE I.C.A.

DIRECTOR DE AREA CMF

REPRESENTANTE DE QC

REPRESENTANTE DE QA

PROYECTO NUCLEOELECTRICO LAGUNA VERDE U-1 Y 2  
PNLV CONTROL DE CALIDAD

QCP-33  
REV. 0  
5-31-79

REPORTE DE INSPECCION PARA COLADO DE CONCRETO

DE ACUERDO AL PROCEDIMIENTO QCP-33

ATTACHMENT "A"

NUMERO DEL COLADO 242040 E 242040 FECHA 12-10-79

EDIFICIO REACTOR U-2 ELEVACION 3.30 m + 6.00 UNIDAD NUM. 2

LISTA DE CONFRONTACION PARA COLADO DE CONCRETO FIRMADO SI  NO.

CLIMA NORMAL TEMPERATURA DEL AIRE —

TIEMPO DE INICIACION 10.00 hrs. TIEMPO DE TERMINACION 24.00 hrs.

ACTIVIDADES DEL COLADO	A	R	NA	COMENTARIOS
1. DESCARGA Y COLOCACION.	/			NORMAL TODO
2. CAIDA LIBRE DEL CONCRETO.	/			"
3. SEPARACION DE INMERSION DEL VIBRADO.	/			"
4. PENETRACION DE VIBRADO.	/			"
5. ESTABILIDAD DEL ACERO DE REFUERZO.	/			"
6. ESTABILIDAD DE LOS EMBEBIDOS.	/			"
7. INTEGRIDAD DE LA CIMBRA.	/			"

A. ACEPTABLE

R. RECHAZO

NA. NO APLICABLE

COMENTARIOS - COLADO REALIZADO SIN COMENTARIOS.

~~INSP. DE C.C. - CIVIL~~

12-10-79  
FECHA

  
SUPERV. DE C.C. - CIVIL

12-10-79  
FECHA

JEFE ING. DE C.C. - CIVIL FECHA

PROYECTO NUCLEOELECTRICO LAGUNA VERDE  
UNIDADES 1 Y 2  
REPORTE DE POSTCOLOCACION DE CONCRETO

ESTRUCTURA:		NUM. DEL COLADO		FECHA DEL COLADO	
TIPO DE CURA			FECHA Y TIEMPO DEL CURADO APLICADO		
VERIFICACION DEL CURADO				FECHA DE REMOCION DE CIMBRA	
FECHA	TIEMPO	INSPECTOR	RESI- DUOS Hora	RESULTADO DE LA INSPECCION DE CONCRETO RESPUES DE QUE LAS CIMBRAS SON REMOVI- DAS.	
				(VER WP-II) TIPO DE REPARACION REQUERIDA	
				RESULTADOS DE LA INSPECCION DE POSTCOLO- CION.	
				OBSERVACIONES	
CRITERIO DE ACEPTACION QCP-33					
REPARACION:					
QCI			FECHA		
CURADO TERMINADO			ING. JEFE AREA C.C. CIVIL		
QCI		FECHA		REVISADO	
				FECHA	

PROYECTO NUCLEOELECTRICO LAGUNA VERDE U-1 Y 2  
PNLV CONTROL DE CALIDAD  
REPARACION DE CONCRETO

QCP-33  
REV. 0  
31-V-77

ANEXO "C"

1) INSPECCION DEL AREA A REPARAR. ,

1. ¿LIMPIA? \_\_\_\_\_
2. ¿HUMEDA? \_\_\_\_\_ ¿AGUA ESTANCADA? \_\_\_\_\_
3. ¿ESTA EXPUESTO EL AGREGADO LIMPIO? \_\_\_\_\_
4. ¿ES REQUERIDO EPOXI? \_\_\_\_\_ ¿ES ESTE APLICADO POR DIRECTRICES DE MANUFACTURA? \_\_\_\_\_

2) MORTERO.

1. ¿ESTA LA MEZCLA POR ESPECIFICACIONES? \_\_\_\_\_
2. ¿ES ESTA LA CONSISTENCIA CORRECTA? \_\_\_\_\_
3. ¿ES SUFICIENTE LA CANTIDAD DE MATERIAL DISPONIBLE? \_\_\_\_\_
4. ¿DE QUE TIPO SON LAS HERRAMIENTAS DE EMBALAJE DISPONIBLE? \_\_\_\_\_
5. ¿EL CURADO ESTA CUBRIENDO LO REQUERIDO? \_\_\_\_\_

3) MORTERO.

1. ¿ESTA LA MEZCLA POR ESPECIFICACION? \_\_\_\_\_
2. ¿ESTA ES LA CONSISTENCIA CORRECTA? \_\_\_\_\_
3. ¿CUAL FUE LA CONDICION EN TIEMPO DE COLOCACION DE CONCRETO? \_\_\_\_\_

HUMEDO (BRILLANTE) \_\_\_\_\_

ENDURECIDO (OPACO-BLANDO) \_\_\_\_\_

SECO (DESMENUZABLE) \_\_\_\_\_

4. ¿ESTABA CUBIERTA LA SUPERFICIE TOTAL? \_\_\_\_\_

¿QUE TANTO? \_\_\_\_\_

ESPESOR APROXIMADO (PROMEDIO) \_\_\_\_\_

TEMPERATURA DEL CONCRETO VIEJO \_\_\_\_\_

TEMPERATURA AMBIENTE \_\_\_\_\_

FECHA \_\_\_\_\_ TIEMPO \_\_\_\_\_

INSPECTOR \_\_\_\_\_

QCP-33-3

PERSONAL Y EQUIPO NECESARIO

COLADO 245002

(PEDESTAL DEL REACTOR U-2)

- 1 Sobrestante general.
- 1 Sobrestante coloc. concreto.
- 3 Cabo de albañiles.
- 12 Vibradoristas.
- 8 Ayudantes.
- 8 Peones.

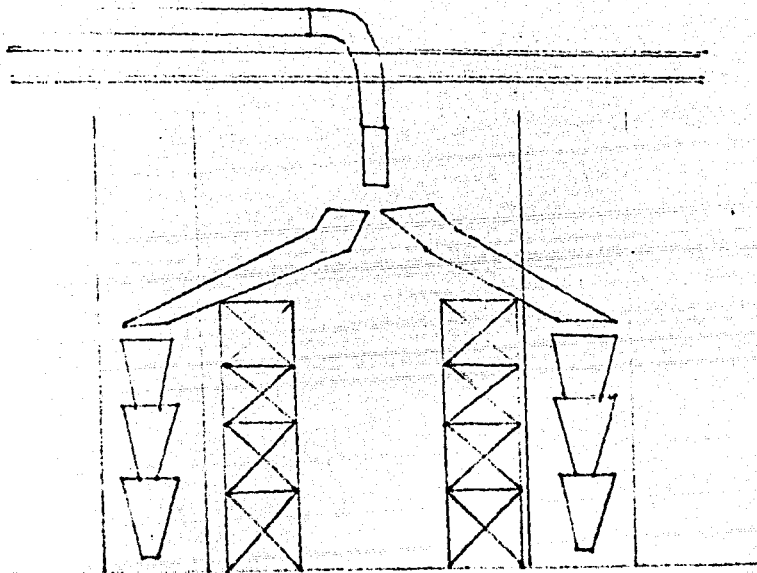
EQUIPO

- 1 Bomba (Equipo principal)
- 1 Grúa (respaldo)
- 2 Banchas (respaldo)
- 12 Vibradores neumáticos 

8	-	4	1/2"
4	-	3	1/2"
- 6 Vibradores eléctricos.
- 4 Vibradores de respaldo (neumáticos)

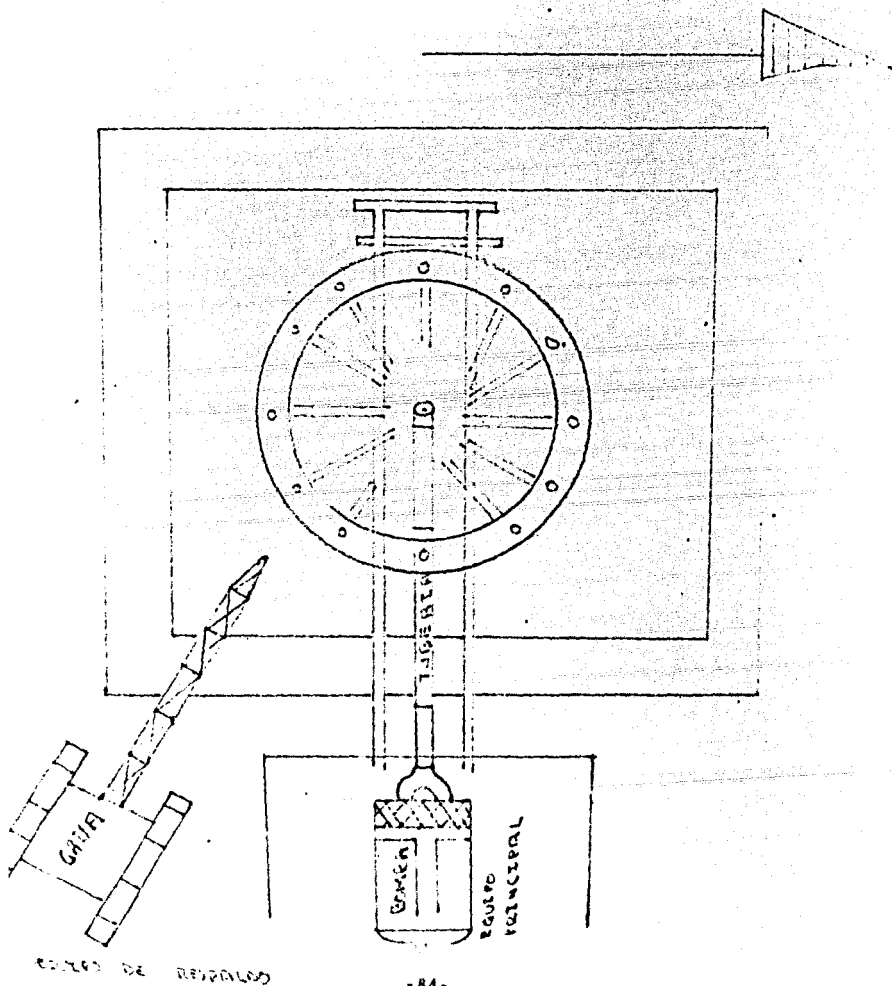
Corte de Caidas

Colado 245002



PROPOSICION COLOCACION DE EQUIPO

COLADO 245002





PLANTA NUCLEOELECTRICA LAGUNA VERDE U-1 Y 2  
 CONTROL DE CALIDAD PNLV  
 REPORTE DE INSPECCION DE ACERO DE REFUERZO

QCP-26  
 REV. 1  
 12-I-78

FECHA: 13-III-78

ANEXO A

AREAS INSPECCIONADAS: ENTRADA DE ACERO AL TALLER DE FABRICACION

**ALMACENAJE**

- 1.- CLASE I-SIN CLASE ALMACENADAS EN AREAS SEPARADAS
- 2.- SI NO ESTAN ALMACENADAS EN AREAS SEPARADAS, ¿ESTA EL ACERO SEPARADO Y ETIQUETADO?
- 3.- LAS VARILLAS ALMACENADAS SOBRE POLINES
- 4.- ¿EL MATERIAL QUE SE ENCUENTRA EN DETENCION ESTA APROPIADAMENTE IDENTIFICADO, FISICA Y OBIAMENTE SEPARADO DEL MATERIAL ACEPTADO?

SI	NO	N.A.
✓		
✓		

**FABRICACION**

- 1.- SOLAMENTE UNA CLASE DE MATERIAL ESTA SIENDO TRABAJADO A LA VEZ.
- 2.- LAS VARILLAS ESTAN APROPIADAMENTE ATADAS Y ETIQUETADAS.
- 3.- EL ACERO SIN CLASE ES REMOVIDO Y ALMACENADO ANTES DE LA FABRICACION DE LA CLASE I.

✓	-	-
✓	-	-
✓	-	-

**INSTALACION**

- 1.- VARILLAS ALMACENADAS EN POLINES
- 2.- CUANDO NO SE INSTALAN LOS ATADOS DE ESTIBAR, SE ETIQUETAN Y SE MANTIENEN INTACTOS.
- 3.- SE ALMACENA SEPARADAMENTE ACERO CLASE I DEL SIN CLASE, EN EL AREA DE TRABAJO, DONDE SEA POSIBLE.
- 4.- EL RESIDUO DE ACERO FABRICADO, ES REMOVIDO DEL AREA DE TRABAJO DESPUES DE TERMINAR LA INSTALACION.

-	-	-
-	-	-
-	-	-

N.A. =NO APLICABLE

COMENTARIOS: \_\_\_\_\_

INSPECCIONADO POR QCP-26

INSPECTOR CIVIL DE  
 C. C.

03-III-78  
 FECHA

SUPERVISOR CIVIL DE  
 C. C.

03-III-78  
 FECHA

REPORTE DE VARILLA INSTALADA

CP-10  
REV.3

ANEXO "C"

CATEGORIA: 3.1

ESTRUCTURA: REFECTORIO (ING-2) ELEV. 10.45 A ELEV. 11.30

A CONTABILIDAD DE COSTOS —

FECHA: 13-1-79

PREPARADO POR: X/M/L

MEDIDA DE VARILLA	FECHA	TOTAL DE SEMANA
3	—	—
4	—	—
5	—	—
6	5-1-79	3 TON.
7	—	—
8	—	—
9	—	—
10	6-1-79	6 TON.
11	—	—
14	—	—
18	—	—
TOTAL POR DIA		

NOTA: Todos los pesos en kilogramos.

Costabilidad de Costos: —

#### IV). C O N C L U S I O N

Una de las preguntas más comunes que se hacen acerca de las plantas nucleares es si ¿ SON SEGURAS LAS CENTRALES-NUCLEARES ?

En las centrales nucleares se puede hablar de accidentes hipotéticos, esto se debe principalmente al estricto control de calidad que se lleva tanto en el diseño, construcción así como en la operación misma. Se puede asegurar que es más frecuente, una catástrofe por rotura de una presa, ya que esta puede producirse cada 20 años según estudios. Mientras que en las centrales nucleares según estudios de un grupo de científicos e ingenieros de los estados unidos, más 60 técnicos durante un período de dos años, concluyeron que con 100 centrales en funcionamiento podría producirse un accidente grave cada 10,000. Esto es debido a que siempre se tratara de proyectos en el que se escogen aquellas características físicas que por si mismas hagan que el reactor sea seguro, y estable.

Se eligen cuidadosamente los materiales a utilizar así como los procedimientos de fabricación e instalación de estructuras y componentes se prueban individual y colectivamente los diversos componentes y sistemas, se hacen inspecciones periódicamente en general, se estudian y redactan detalladamente las instrucciones para el funcionamiento de la central. Todas las estructuras a construir están diseñadas de tal manera que constituyan una barrera que por si sola forme una línea de defensa infranqueable para las substancias radiactivas (en caso de acciden

dente), todo esto se logra mediante un buen control de ca  
lidad.

Luego entonces podemos asegurar que el C.C. y la G. C. --  
siempre serán aspectos imprevisibles dentro de todo pro-  
yecto nucleoelectrico.

## B I B L I O G R A F I A

1.- Boletines del Instituto de Investigaciones Eléctricas de la C. F. E.

2.- Nuclear Energy Matuty (primera conferencia Europea en el Campo Nuclear).

Conferencia realizada bajo los auspicios de la soliete - Européenne de Energie Nucléaire (SEEN) con la colaboración de la American Nuclear Society (A. N. S.).

3.- Cursos de Entrenamiento Técnico del P.N.L.V., Ver.

4.- Especificaciones del Proyecto.

5.- A. C. I.                      A. S. T. M.

6.- Revistas de información general de la C.F.E.

7.- Tratado de construcción Antonio Miguel Saad.