

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA

DE MÉXICO

FACULTAD DE INGENIERÍA



CONSTRUCCIÓN DE LA CENTRAL DE  
ABASTOS DE ECATEPEC, EDO. DE MEX.

T E S I S  
DE F I N A N C I A M I E N T O  
DE INGENIERÍA  
P R E S E N T A N D O



MEXICO, D. F.

1960



Universidad Nacional  
Autónoma de México



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

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

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

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

# I N D I C E

	Pág.
INTRODUCCION . . . . .	
I.- GENERALIDADES. . . . .	1
I.1.- Localización . . . . .	3
I.2.- Contexto Socioeconómico. . . . .	4
II.- ESTUDIOS PRELIMINARES. . . . .	12
II.1.- Topografía . . . . .	12
II.2.- Geotecnia . . . . .	16
III.- PROYECTO EJECUTIVO . . . . .	26
III.1.- Proyecto Arquitectónico. . . . .	27
III.2.- Proyecto Estructural . . . . .	41
IV.- PROCESO CONSTRUCTIVO . . . . .	51
IV.1.- Construcción de Naves . . . . .	53
IV.2.- Urbanización . . . . .	95
V.- PROGRAMA DE OBRA . . . . .	98
V.1.- Planeación. . . . .	102
V.2.- Programación . . . . .	114
V.3.- Control . . . . .	143
VI.- CONCLUSIONES . . . . .	145
BIBLIOGRAFIA . . . . .	148

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

## INTRODUCCION

Ante la necesidad de la ampliación de la infraestructura para el acopio y almacenamiento de productos básicos, así como - la prestación de servicios especializados para el manejo y comercialización adecuados de los productos agropecuarios, se requiere de la construcción y operación de centros de acopio y almacenamiento modernos, eficientes y adecuadamente ubicados, como el de la Central de Abastos de Ecatepec, Edo. de México.

El objetivo de este trabajo es mostrar, de una manera simplificada, las etapas requeridas para la elaboración y construcción de los proyectos ejecutivos para dotar a los municipios del Estado de México, en este particular de Ecatepec, del servicio de abasto y distribución comercial de artículos de primera necesidad y de consumo generalizado, a través de "Mercados Públicos" de mayoreo y menudeo. Entonces en este trabajo se describe la construcción de la Central de Abastos de Ecatepec, Edo. de México.

Así, en el primer capítulo se muestra la localización geográfica y se analiza la condición socioeconómica de los principales municipios del Estado de México, de los cuales Ecatepec resulta ser uno de los que mayor necesidad de bienes y servicios presentan.

En el segundo capítulo se describen los estudios necesarios previos a la construcción de la Central de Abastos. Estos son los estudios de Topografía y de Geotecnia, los cuales son de primordial importancia, ya que de la correcta realización e interpretación de los datos obtenidos de ellos dependen todas las etapas posteriores en el proceso de diseño y construcción de la obra.

En el tercer capítulo se describe el procedimiento para el desarrollo del proyecto ejecutivo, que incluye en sí el proyecto arquitectónico y el estructural. En el proyecto arquitectónico se señalan las características básicas de funcionalidad, es decir dimensiones recomendables, orientación, tipo de acabados, etc., para proyectos arquitectónicos de mercados públicos, comparándolos con los de la Central de Abastos de Ecatepec. En el proyecto estructural se describen las etapas de estructuración, análisis y diseño de la estructura, siguiendo los lineamientos del Reglamento de Construcción y de las Normas Técnicas vigentes en el Distrito Federal.

En el cuarto capítulo se describe el proceso constructivo de la ampliación de la Central de Abastos, que comprende las naves "A" y "D". Se describen las actividades necesarias para la construcción de la cimentación, la superestructura, incluyendo las cubiertas de materiales prefabricados y haciendo mención especial en cuanto a instalaciones y acabados se refiere.

El quinto capítulo se refiere a la planeación y control de la obra a lo largo de la construcción. Esto a través de la elaboración de un listado de actividades del proceso constructivo; la asignación de tiempos y recursos disponibles para cada una de las actividades para formar una red de la cual se obtiene la Ruta Crítica que nos indica el menor tiempo posible en que se puede ejecutar la obra, así como el Diagrama de Barras que nos ubica cada actividad en el tiempo.

Finalmente se presentan una serie de comentarios y conclusiones sobre el tema central del trabajo.

## 1.- GENERALIDADES

Actualmente la población del país se aproxima a 86 millones de habitantes, de los cuales el 70% se asienta en zonas urbanas.

A partir de 1970 la tasa de crecimiento de la población alcanzó su valor máximo, 3.4% para reducirse en los últimos años a 2.0% mostrando además tendencia a seguir disminuyendo o por lo menos a mantener un porcentaje bajo estable.

El área metropolitana de la Ciudad de México, uno de los sectores urbanos más poblados del mundo, cuenta en la actualidad con 17.5 millones de habitantes, y se calcula que para el año 2000 la población fluctuará entre 25 y 32 millones. Esta sobrepoblación por la emigración rural y la explosión demográfica, ocasiona que los bienes y servicios con que cuenta la Ciudad sean insuficientes para cubrir las necesidades de todos los habitantes.

Cabe señalar que el 65% del área metropolitana, - con una superficie de 5390 kilómetros cuadrados, ocupando parte del D.F. y 17 municipios del Estado de México -, está constituida por asentamientos irregulares que están o estuvieron fuera de disposiciones urbanas.

Lo anterior ha enfrentado a la población del área metropolitana a graves carencias del suelo, vivienda, agua potable, drenaje, suministro de energía eléctrica, transporte e infraestructura urbana como: escuelas, mercados, hospitales, etc.

Hay que agregar además el problema del creciente deterioro del medio: la contaminación, la acumulación de basura, la pérdida de áreas verdes, áreas para captar agua de lluvia; facto

res que amenazan seriamente la salud de la misma población que fomenta el problema.

En la República Mexicana como parte de las acciones que se están llevando a cabo para la solución al problema de la insuficiencia de infraestructura urbana y particularmente en lo que se refiere a mercados o centros de abastecimiento de alimentos, el Estado ha implementado un Sistema Integral Nacional de Abasto.

Las Centrales de Abasto sustituyen a los tradicionales Mercados de mayoreo que generalmente surgieron en los centros de las ciudades y que al evolucionar sin control, con el tiempo han llegado a constituir verdaderos obstáculos tanto urbanísticos como del mismo proceso de comercialización de productos perecederos. Tales fueron los casos hasta hace poco de los mercados de La Merced y Jamaica en la Ciudad de México, este último aún funcionando. A estas Centrales de Abasto se les considera el punto de confluencia de la oferta y la demanda de los productos alimenticios. El complemento necesario para que se realice el proceso antes expuesto consiste en un sistema de instalaciones que permitan el lamacenaaje, conservación, exhibición y venta de estos productos, respaldado todo por una infraestructura de apoyo que permita la realización de todas las actividades de compra-venta.

Como parte del Sistema Integral Nacional de Abasto el Gobierno del Estado de México, a través de Fideicomiso para la Construcción y Operación de Centros de Abasto Popular (FICOCAP), construirá el proyecto CENABASTO, que se erigirá en los terrenos de la actual Central de Abastos de Ecatepec, Estado de México, uno de los municipios más importantes de la llamada área metropolitana.

Se pretende con la construcción de dos nuevas naves la modernización del comercio de alimentos, cubriendo todos los aspectos de la circulación mercantil de los productos perecederos

Desde su acopio hasta la venta final, incluyendo las etapas intermedias de clasificación por calidades, de acuerdo a Normas Oficiales, empaque estandarizado, requisitos de higiene en su manejo, etc. Por todo lo anterior es que resulta especialmente importante desde el punto de vista constructivo al aprovechar las experiencias que se tienen a nivel regional o estatal en el tipo de obra que nos ocupa, ya que en la construcción de esta segunda fase se han aprovechado los aciertos y corregido los desaciertos de la primera fase respetando las disposiciones originales del proyecto arquitectónico.

### 1.1.- LOCALIZACION.

A lo largo de su historia, el Estado de México ha presentado varias modificaciones en su territorio hasta llegar a integrar la superficie que ocupa actualmente.

En la actualidad los 121 municipios que conforman el Estado se agrupan en 8 regiones para fines de planeación -programación. Esta regionalización única fue adaptada el 26 de febrero de 1980 mediante un convenio de participación interinstitucional entre varias dependencias federales y el Gobierno del Estado de México. Para ello fue necesario la división municipal, incluir la regionalización establecida por los distritos Rentísticos y Agropecuarios y considerar la configuración física natural del Estado, además de incorporar aspectos tales como precipitación pluvial, régimen de heladas, altimetría, hidrología, cultivo y vías de comunicación.

El Estado de México se ubica en la porción central de la República Mexicana dentro de las coordenadas extremas de los paralelos 18°21'29" a 20°17'20" de latitud norte y entre los meridianos 98°35'50" a 100°36'34" de longitud oeste, con una altitud que varía de 1330 a 2800 metros sobre el nivel del mar, según las mediciones efectuadas en las cabeceras municipales del Estado.

Limita al norte con los Estados de Querétaro e Hidalgo, al Sur con los Estados de Guerrero y Michoacán. También con el Distrito Federal rodeando a este al Norte, Este y Oeste.

El Municipio de Ecatepec se encuentra en la parte Noreste del Estado, rodeado por los municipios de Coacalco, Santa Clara, Cuautitlán Izcalli y Texcoco, formando junto con estos una de las zonas de mayor actividad económica y comercial, además de ser paso obligado hacia la salida al Estado de Hidalgo (FIG. I.1)

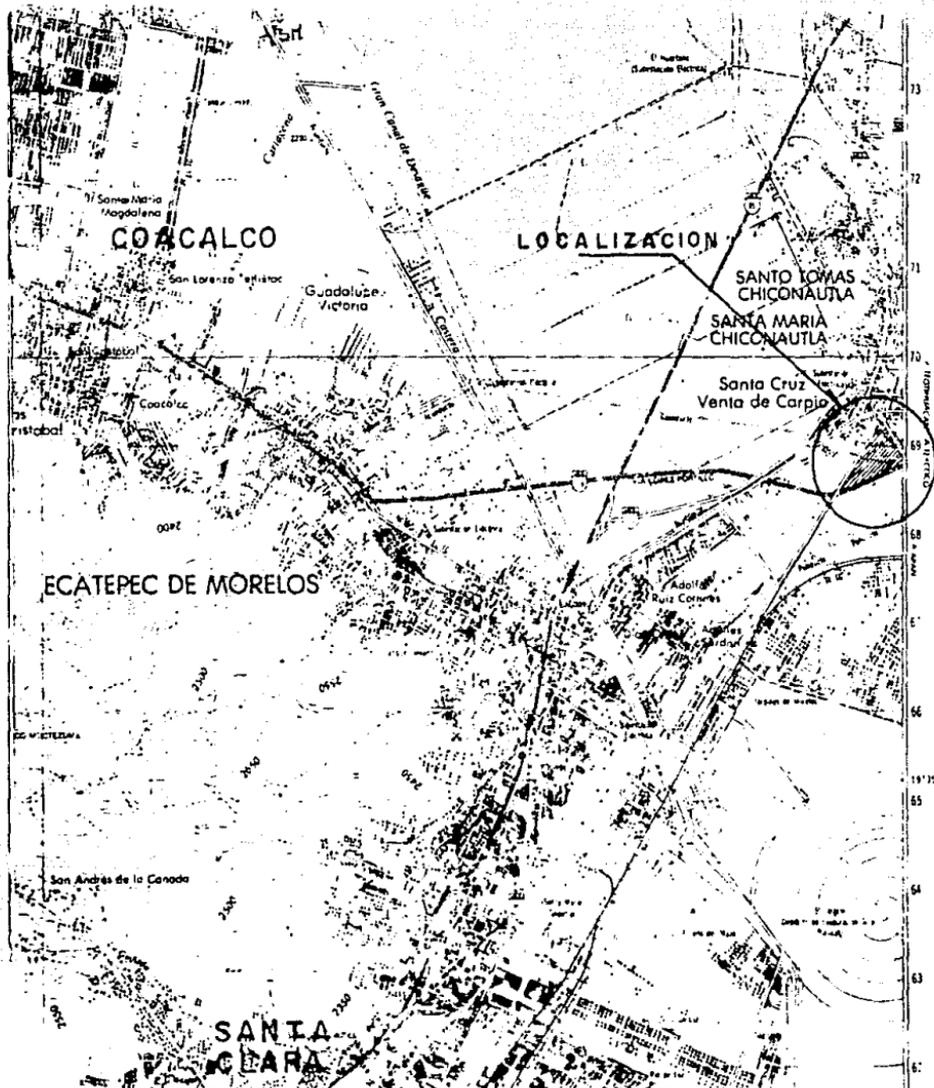
La Central de Abastos del Municipio de Ecatepec se encuentra localizada en la confluencia de la Avenida Central, Boulevard Lic. José L. López Portillo y Av. de Las Bombas, en la salida a la zona arqueológica de Teotihuacán y al Estado de Hidalgo (FIG. 1.2).

## 1.2.- CONTEXTO SOCIOECONOMICO.

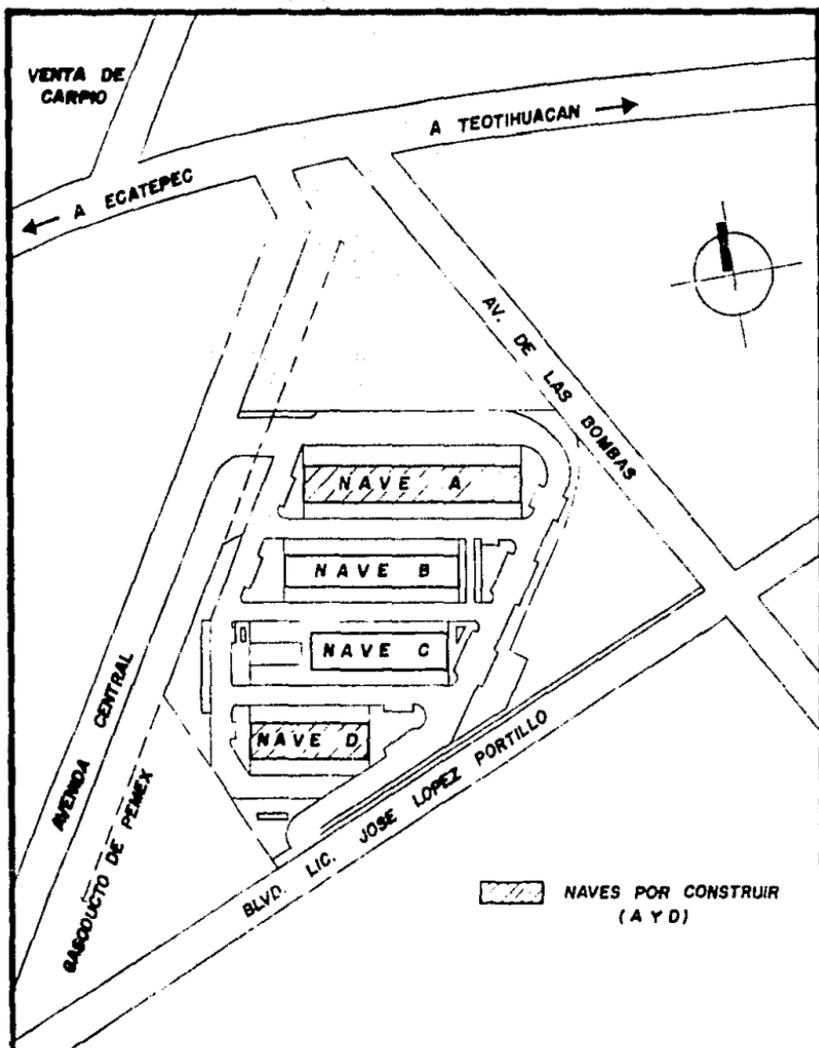
El Estado de México concentra la mayor parte de su población y actividad económica en los municipios de Tlalnepantla, Naucalpan de Juárez, Ecatepec y Nezahualcoyotl. Es por demás señalar la necesidad de rápidas y enérgicas soluciones a los problemas de infraestructura urbana ocasionados por el gran ritmo de crecimiento de la población.

Un parámetro que nos muestra la condición económica y social de la población de los municipios del Estado de México, es el llamado Índice de Bienestar Social. Este índice a su vez se elabora en base a los indicadores del nivel de vida de la población, las cuales abarcan los temas de ingresos, vivienda, salud, empleo y alimentación (ver cuadro 1.1).

Los resultados del índice de bienestar social colocan a 22 municipios por encima de la media estatal, con las mejores condiciones del nivel de vida de la población del Estado. Entre



<b>FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.</b>		
<b>TESIS PROFESIONAL</b>	<b>CONSTRUCCION DE LA CENTRAL DE ABASTOS DE ECATEPEC, EDO. DE MEX.</b>	<b>FIG. I /</b>
<b>ENERO DE 1990</b>		



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL  
 ENERO DE 1990

CROQUIS DE LOCALIZACION

FIG. I. 2

ellos se encuentran, en orden descendente de bienestar: Coacalco, Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Metepec, Tlalnepantla, Naucalpan de Juárez, Ecatepec, Nezahalcóyotl, Tultitlán, Toluca y Chinconcuac. Es importante señalar que los 11 municipios anteriores, al igual que otros 44, presentan condiciones del nivel de vida de su población superiores al promedio nacional hasta el año de 1980, situación que ha cambiado debido al desmesurado crecimiento de la misma.

CUADRO 1.1

Primera Parte

Indicadores del nivel de vida de la población, 1980.

<u>I n d i c a d o r e s</u>	<u>Edo. de México</u>	<u>Nacional</u>
<b>INGRESOS</b>		
Tasa de población económicamente activa (PEA) con ingresos mensuales menores a 53 611.00 $\frac{1}{2}$	19.3	25.3
Tasa de PEA que no recibe ingresos	14.9	19.7
<b>EDUCACION</b>		
Tasa de analfabetismo de la población de 10 años y más	11.9	15.1
Tasa de población de 15 años y más sin instrucción	10.5	14.0
Tasa de población de 15 años y más con primaria incompleta	25.0	27.9
Tasa de población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	25.7	27.2
Tasa de población de 18 años y más sin enseñanza media	60.2	62.8
<b>VIVIENDA</b>		
Tasa de viviendas con piso de tierra	16.1	26.4
Tasa de viviendas sin agua entubada	17.5	28.4
Tasa de viviendas sin tubería de drenaje	29.7	42.8
Tasa de viviendas sin energía eléctrica	11.0	21.8
Tasa de viviendas de un solo cuarto	26.5	29.9

## Indicadores del nivel de vida de la población, 1980.

<u>Indicadores</u>	<u>Edo. de México</u>	<u>Nacional</u>
<b>SALUD</b>		
Tasa bruta de mortalidad (por cada 1000 habitantes)	6.2	6.5
Tasa de mortalidad infantil (por cada 1000 habitantes)	66.3	38.8
Habitantes por médico (cientos) 2/	13.0	14.7
Habitantes por unidad médica (miles) 2/	5.1	8.0
Habitantes por cama hospitalaria (cientos) 2/	7.1	8.6
<b>Conclusión</b>		
<b>EMPLEO</b>		
Tasa de PEA que labora hasta 32 horas a la semana	14.4	15.1
<b>ALIMENTACION</b>		
Tasa de población de 5 años y menos que consume los siguientes alimentos 3 ó menos días a la semana:		
Carne	58.6	61.1
Leche	18.7	20.8
Huevo	35.2	33.6

1/ Salario mínimo aproximado de 1980.

2/ La información de estas variables para el estado, se refieren a 1982.

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. X Censo General de Población y Vivienda y Registros Administrativos. Secretaría de Salubridad y Asistencia. Boletín de Información Estadística.

INDICE DE BIENESTAR SOCIAL DE LOS MUNICIPIOS DEL  
EDO DE MEXICO DE MAYOR A MENOR NIVEL, 1980 (\*).

Número del Municipio	Municipio y Estrato de Bienestar Social	Indice
	PROMEDIO NACIONAL	19.676(*)
	PROMEDIO ESTATAL	23.585(*)
	<u>Nivel Alto</u>	
020	Coacalco	32.503
121	Cuautitlán-Izcalli	29.793
013	Atizapán de Zaragoza	28.664
054	Metepec	28.249
104	Tlanepantla	28.155
057	Naucalpan de Juárez	27.923
033	Ecatepec	27.390
058	Nezahualcóyotl	21.044
109	Tultitlán	26.971
106	Toluca	26.195
030	Chiconcuac	25.952
024	Cuautitlán	25.713
099	Texcoco	25.664
100	Tezoyuca	24.991
081	Tecámac	24.989
002	Acoiman	24.899
053	Melchor Ocampo	24.812
011	Atenco	24.765
103	Tlalmanalco	24.516
092	Teotihuacán	24.330
070	Paz, La	24.171
037	Huixquilucan	23.848
044	Jaltenco	23.559
059	Nextlalpan de Juárez	23.432
019	Capulhuac	23.414
091	Teoloyucan	23.305
055	Mexicaltzingo	23.281
120	Zumpango	22.835
069	Papalotla	22.826
023	Coyotepec	22.751
028	Chiautla	22.695
006	Almoloya del Río	22.227
009	Amecameca	22.113
098	Texcalyacac	22.088
039	Ixtapaluca	22.043
060	Nicolás Romero	22.029
108	Tultepec	21.787

INDICE DE BIENESTAR SOCIAL DE LOS MUNICIPIOS DEL  
EDO. DE MEXICO DE MAYOR A MENOR NIVEL, 1980

Número del Municipio	Municipio y Estrato de Bienestar Social	Indice
083	Temamatla	21.663
010	Apaxco	21.649
096	Tequixquiac	21.551
031	Chimalhuacán	21.530
027	Chapultepec	21.498
076	San Mateo Atenco	21.346
095	Tepotzotlán	21.314
022	Cocotitlán	21.040
062	Ocoyoacac	21.025
035	Huehuetoca	20.895
072	Rayón	20.859
012	Atizapán	20.854
115	Xonacatlán	20.823
075	San Matfn de las Pirámides	20.417
101	Tianguiستenco	20.174
051	Lerma	19.951
073	San Antonio la Isla	19.924
018	Calmaya	19.844
093	Tepetlauxtoc	19.716
<u>Nivel Medio</u>		
065	Otumba	19.173
025	Chalco	19.148
118	Zinacantepec	18.943
029	ChicoToapan	18.893
090	Tenango del Valle	18.754
068	Ozumba	18.177
086	Tenancingo	18.026
050	Juchitepec	17.573
107	Tonatico	17.242
043	Jalatlaco	17.016
094	Tepetlixpa	16.931
110	Valle de Bravo	16.909
014	Atlacomulco	16.774
089	Tenango del Aire	16.738
016	Axapusco	16.573
084	Tamascalapa	16.401
061	Nopaltepec	15.786
047	Jiquipilco	15.553
036	Hueyoptla	15.470
017	Ayapango	15.018
048	Jocotitlán	14.681

INDICE DE BIENESTAR SOCIAL DE LOS MUNICIPIOS DEL  
EDO. DE MEXICO DE MAYOR A MENOR NIVEL, 1980.

Número del Municipio	Municipio y Estrato de Bienestar Social	Índice
046	Jilotzingo	14.614
049	Jocuicingo	14.395
040	Ixtapan de la Sal	13.729
071	Polotitlán	13.611
067	Otzolotepec	13.572
038	Isidro Fabela	13.068
087	Temoaya	12.792
015	Atlautla	12.590
078	Santo Tomás	12.139
113	Villa Guerrero	12.054
085	Temascalcingo	11.623
064	Oro, El	11.553
052	Malinalco	11.004
042	Ixtlahuaca	10.801
112	Villa del Carbón	10.608
005	Almoloya de Juárez	10.463

Nivel Bajo

063	Ocuilán	9.559
034	Ecatzingo	9.463
045	Jilotepec	9.300
082	Tejupilco	9.296
079	Soyaniquilpan	8.820
086	Temascaltepec	8.306
001	Acambay	8.255
008	Amatepec	8.052
021	Coatepec Harinas	7.798
097	Texcaltitlán	7.547
026	Chapa de Mota	7.322
102	Timilpan	7.270
056	Morelos	7.186
077	San Simón de Guerrero	7.174
105	Tlatlaya	7.169
003	Aculco	6.537
004	Almoloya de Alquisiras	6.242
066	Atzoloapan	5.617
117	Zacualpan	5.507
119	Zampahuacán	5.037
032	Donato Guerra	4.593
041	Ixtapan del Oro	3.998
007	Amanalco	3.766
074	San Felipe del Progreso	3.516
111	Villa de Allende	3.066
080	Sultepec	2.180
114	Villa Victoria	1.014
116	Zacazonapan	0.400

## II.- ESTUDIOS PRELIMINARES

Con el fin de determinar la ubicación y desniveles del predio donde se construirá la Central de Abastos, así como el tipo de cimentación y procedimientos constructivos más apropiados, es necesario realizar una serie de estudios previos a la ejecución de la obra. Estos estudios se dividen básicamente en:

II.1) Topografía

II.2) Geotecnia

### II.1.- TOPOGRAFIA.

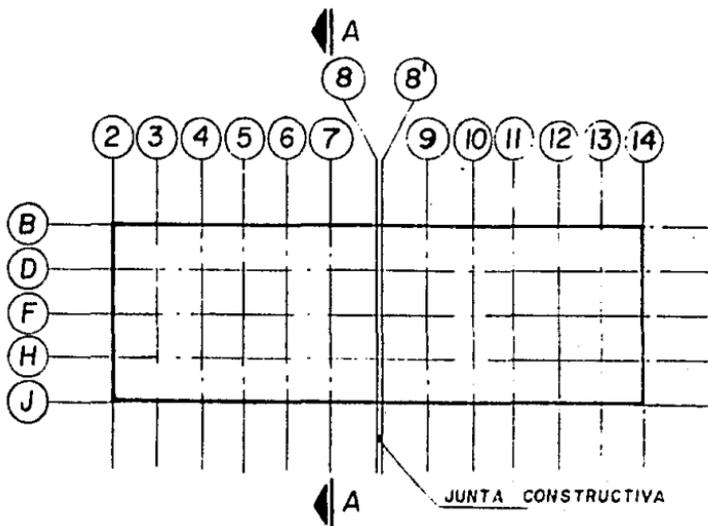
El predio en cuestión está localizado a 2230 m.s.n.m., su topografía es casi plana, ya que el mayor nivel observado entre sus puntos extremos escasamente llega a 1.00 m., y que en este caso constituyó una de las razones para su elección, además que la vialidad interna resulta funcional, segura y económica. El nivel  $\pm 0.000$  del proyecto corresponde a dicha vialidad. (Ver fig. II.1).

#### Poligonal de apoyo.

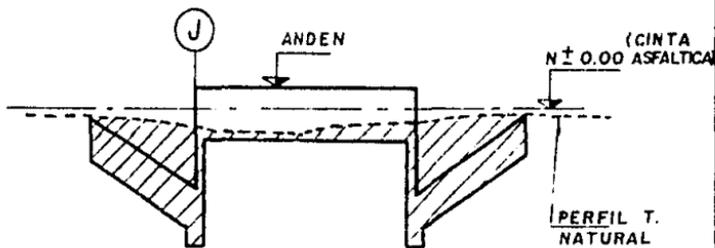
Mediante una poligonal cerrada que envuelve el predio se ligaron las instalaciones existentes y el proyecto a ejecutar (ampliación) motivo del presente estudio. Se trazaron en el terreno mediante mojoneras de concreto los ejes principales de cada nave. Así mismo se estableció una red de bancos de nivel adecuadamente distribuidos en el predio. (Ver figura II.2).

#### Seccionamientos.

Para cuantificar y controlar los trabajos de excavación



PLANTA TIPO



CORTE A - A

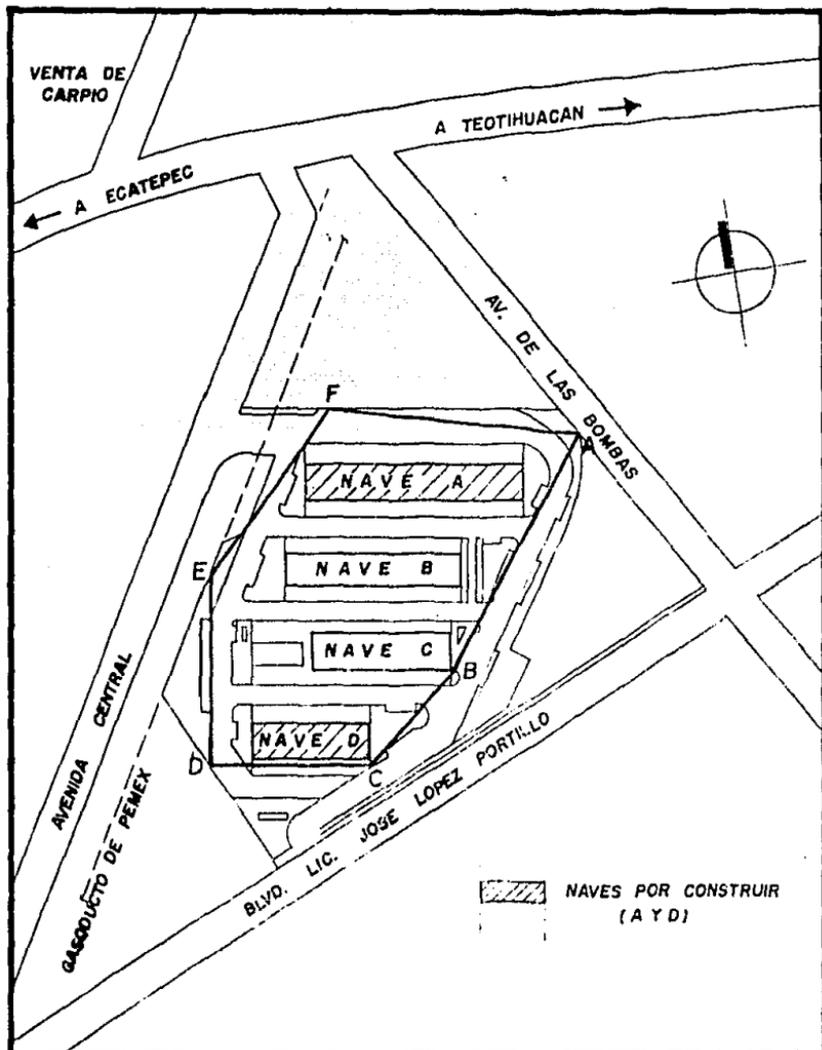
FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

EXCAVACIONES Y  
MEJORAMIENTOS

FIG. II.1

ENERO DE 1990



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

ENERO DE 1990

POLIGONAL DE APOYO

FIG. II. 2

en "caja" con equipo mecánico, en el cuerpo de cada una de las naves, A y B, previo a dichos trabajos se hizo un levantamiento de secciones transversales a cada 20.0 m. (dado lo plano del terreno), dibujándose sobre las secciones del terreno natural las correspondientes secciones de construcción, marcándose posteriormente en el terreno mediante estacas de madera los cortes correspondientes.

Por lo anterior es evidente que los trabajos de topografía tuvieron gran importancia en el desarrollo de las actividades de trazo, nivelación y mediciones, que se describen a continuación:

#### Trazos.

La localización de toda la estructura está definida por los planos de proyecto de obra civil. Todos los ejes de la estructura se trazaron y verificaron empleando tanto en su localización horizontal como vertical los instrumentos necesarios -- (tránsito y nivel) para satisfacer las tolerancias especificadas por la supervisión.

No se permite el colado de ningún miembro estructural si no se han verificado su dirección, localización y orientación, así como las de su refuerzo. Para lograr un trazo preciso y continuo en todos estos elementos se verificará en cada uno su verticalidad e inclinación respectiva referida a la cimentación tomando en cuenta los movimientos de ésta.

#### Nivelaciones.

Las estructuras se nivelan con precisión de 1 mm. con la siguiente frecuencia: durante la construcción, semanalmente, mensualmente y posterior a la terminación.

## Referencias.

Se fijaron suficientes puntos de referencia en las columnas para llevar un control continuo de nivelaciones de acuerdo con el párrafo anterior.

## Bancos de nivel.

Las nivelaciones se refieren a los bancos de nivel cuya ubicación se hizo de acuerdo con la supervisión de la obra. Los bancos están alejados  $\pm 50.0m.$  entre sí, y libres de toda perturbación artificial como la debida al tránsito de vehiculos.

## Secciones y desplome.

Es necesario llevar un registro de las dimensiones de la sección de cada columna y muro en su base, parte central y cabeza de los desplomes en estas secciones, con los que quedaron coladas las trabes de los niveles superior e inferior de las losas.

## II.2.- GEOTECNIA.

Las formaciones geológicas que se localizan en esta zona son de origen aluvial y volcánico encontrándose dispuestas de acuerdo a su edad.

Las formaciones de las Sierras Menores (de Guadalupe) contienen numerosos horizontes de toba, cenizas y capas de pómez, provenientes de las erupciones.

El área en estudio, queda localizada en una ZONA DE TRANSICION GRADUAL, observándose además de los resultados de sondeos SM-1 y SPE-1 realizados, en la pendiente topográfica de las formaciones volcánicas situadas al Norte.

El Subsuelo deformable queda definido por sedimentos de origen aluvial y lacustre depositados en el Cuaternario.

La actividad sísmica de la Ciudad de México afecta a esta zona, por lo que deberá considerarse los coeficientes sísmicos en el diseño de la Superestructura, así como la acción del viento.

#### II.2.1.- Trabajos de Exploración y Muestreos.

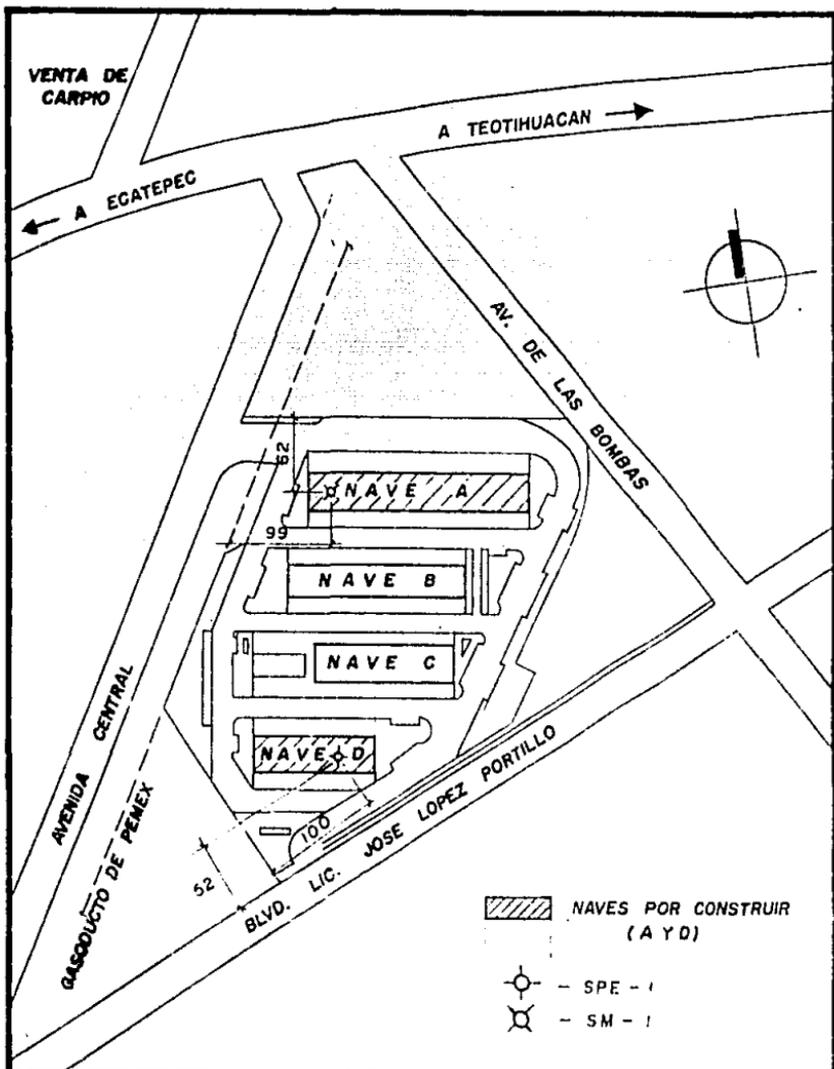
Dada la ubicación del predio estudiado, sabemos que se encuentran en una Zona de Transición Gradual, que se caracteriza por la variación de la profundidad de la capa resistente, o sea que los espesores de los materiales finos compresibles es también variable.

Lo anterior se confirmó con los sondeos profundos realizados, determinando que son depósitos de origen lacustre, sedimentados en un medio alcalino, alternados con sedimentos de origen aluvial formando parte de los sedimentos depositados en lo que sería la orilla Norte del ex-Lago de Texcoco, ya que más al Norte de la cuenca (hacia Venta de Carpio), se localizan lavas y tobas volcánicas cuya actividad se extiende del Plioceno al Cuaternario.

Para conocer la Naturaleza y propiedades del subsuelo se realizaron dos (2) sondeos profundos, denominados SM-1 y SPE-1. (Ver fig. II.3).

El sondeo Mixto (SM-1), se realizó hasta una profundidad de 23.00 m. respecto al nivel del terreno actual, encontrando la capa dura o estrato resistente a 28.50 m. de profundidad.

El sondeo Mixto (SM-1), se realizó alternando la prueba dinámica de penetración estándar con el hincaco de tubos Shelby de pared delgada y 4" de diámetro, elaborando registros de la compacidad y consistencia, y también de espesores de los estratos



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL  
ENERO DE 1990

LOCALIZACION DE SONDEOS FIG. II.3

muestreados. Obteniendo muestras representativas e inalteradas.

El sondeo (SPE-1) llegó hasta 15.00 m. de profundidad y se realizó la prueba dinámica de penetración estándar, obteniendo el registro del número de golpes necesario para penetrar un pie ó 30 cm, un muestreador de media caña, golpeando con un martinete, con una altura de caída constante, según la norma.

Por este medio pudimos correlacionar el perfil estratigráfico, encontrando mayor espesor de los materiales deformables definiendo de esta forma, la transición gradual en el predio la cual ocurre en la dirección Norte-Sur.

El nivel de aguas freáticas (N.A.F), se localizó a 12.10m de profundidad.

Se observó que en un período de tiempo corto los niveles piezométricos han sufrido abatimientos importantes, generando con esto, que la zona registre problemas de hundimiento regional.

Las deformaciones obedecen a un aumento de las presiones efectivas ( $\bar{T}_2$ ), de los estratos que componen el subsuelo.

Ya que al abatir los niveles piezométricos, como consecuencia de la extracción del agua del subsuelo mediante pozos de bombeo, se genera o acelera el fenómeno de consolidación de los suelos finos.

Y debido a que estas zonas, no han tenido sobrecargas importantes, se lograrán desarrollar las "grietas" de tensión a través del tiempo.

## II.2.2.- Pruebas de Laboratorio.

A todas las muestras obtenidas en la etapa de exploración y muestreo, se les sometieron a ensayos de clasificación en forma sistemática, basados en los criterios del Sistema Unificado de -- Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), obteniéndose sus propiedades índice, la variación del contenido natural de humedad con la profundidad, los valores de plasticidad, densidad, grado de saturación, oquedad, pesos específicos, consistencia relativa, índices de fluidez y tenacidad, así como de granulometría.

En las muestras inalteradas obtenidas del sondeo (SM-1) se efectuaron pruebas de consolidación unidimensional, a diferentes profundidades llegando a presiones de  $8.0 \text{ kg/cm}^2$ .

Así como, de las muestras inalteradas obtenidas se labraron probetas para someterlas a ensayos de Compresión simple, bajo el método de esfuerzo controlado. En la Fig. II.4 se muestran las respuestas esfuerzo-deformación y el tipo de falla resultante.

Con los resultados anteriores podemos detectar los materiales susceptibles a deformación, así como los materiales de mayor resistencia.

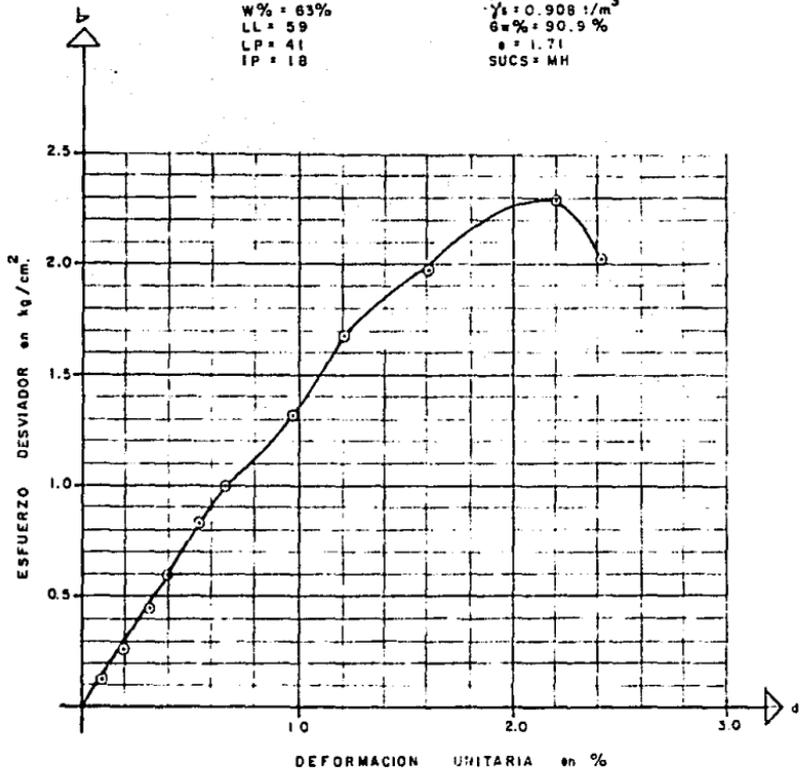
## II.2.3.- Mecánica de Suelos.

Basados en los registros de campo, los resultados de las pruebas de laboratorio y el tipo de estructuras por erigir, se consideró necesario estudiar los siguientes aspectos:

- a) Cálculo de Presiones y Distribución de Esfuerzos.
- b) Capacidad de Carga.
- c) Análisis de Asentamientos.

SONDEO 5M-1  
 PROFUNDIDAD = 4.80-5.40  
 W% = 63%  
 LL = 59  
 LP = 41  
 IP = 18

$S_s = 2.40$   
 $\gamma_m = 1.48 \text{ t/m}^3$   
 $\gamma_s = 0.908 \text{ t/m}^3$   
 $G_w = 90.9 \%$   
 $e = 1.71$   
 SUCS = MH



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL  
 ENERO DE 1990

GRAFICA ESFUERZO - DEFORMACION

FIG. I. 4

#### a) Cálculo de Presiones y Distribución de Esfuerzos.

Apoyados en los resultados de la determinación de los pesos específicos de los estratos que componen la estratigráfica de cada sitio, se procedió a calcular la presión total ( $\bar{V}_2$ ), presión hidrostática ( $U_H$ ), y la presión efectiva ( $\bar{V}_2$ ) para las condiciones piezométricas actuales.

También se calculó el aumento de las presiones efectivas, a partir de los niveles freáticos actuales, suponiendo un abatimiento mayor hasta la capa resistente.

De lo anterior se obtuvo la siguiente información:

- Descarga por excavación de 0,50 m = 0.57 ton/m<sup>2</sup>.
- Sobrecarga total del relleno = 1.30 ton/m<sup>2</sup>.
- Sobrecarga neta = 0.70 ton/m<sup>2</sup>.
- Sobrecarga andenes = 1.00 ton/m<sup>2</sup>.

El resultado final del estudio geotécnico se resume en las siguientes recomendaciones:

El predio en estudio queda localizado dentro de la zona de TRANSICION GRADUAL, formado por los sedimentos de origen aluvial y lacustre de la Zona Norte de ex-Lago de Texcoco.

En la zona se registran problemas de hundimientos regionales y diferenciales diferidos, debido al abatimiento de los acuíferos profundos, causando disminución de los niveles piezométricos por la extracción del agua mediante pozos de bombeo. Observándose indicios y marcas en el asentamiento de los terraplenes de acceso, con el puente piloteado de la calzada de las Bombas, así como en la separación variable de las juntas de la barda perimetral de la Central y también en la emersión de los brocales de los pozos de extracción cercanos.

Deberá planearse y programarse la distribución de las -- sobrecargas en las bodegas, de tal forma, que esta sea la más uniforme posible, para disminuir las deformaciones diferenciales. Pudiendo alternar las bodegas que almacenan productos pesados con productos ligeros.

La cimentación para alojar las naves "A" y "D", se resolverá mediante una losa de cimentación, formando una grapa con el muro perimetral del andén, esto con el fin de uniformar la sobrecarga impuesta y tener un comportamiento satisfactorio con el tiempo.

Los materiales para formar el relleno de apoyo a los sistemas de piso y andén (cota + 0.60 m.), deberán efectuarse en cinco capas de 20 cm. de espesor cada una, formado por las siguientes mezclas compactadas.

- 1a. Capa: 50% tepetate ; 50% Grava de Tezontle, compactada al 90% PROCTOR.
- 2a. Capa: 50% tepetate ; 50% Grava de Tezontle, compactada al 90% PROCTOR.
- 3a. Capa: 60% tepetate ; 40% Grava de Tezontle, compactada al 90% PROCTOR.
- 4a. Capa: 60% tepetate ; 40% Grava de Tezontle, compactada al 90% PROCTOR.
- 5a. Capa: 100% tepetate, compactado al 95% PROCTOR.

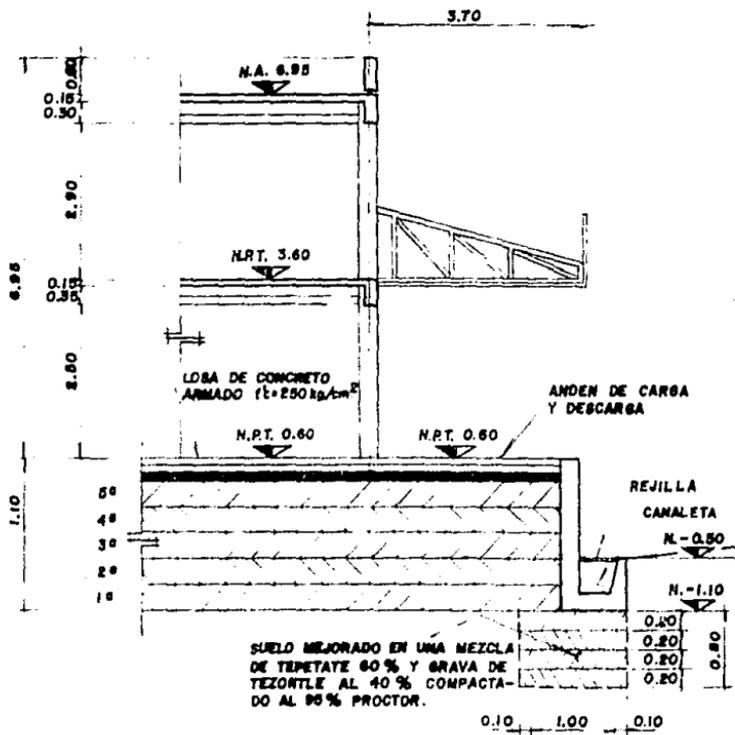
Los andenes y sistemas de piso, estarán resueltos mediante una losa de concreto armado ( $f'_c = 200$  k/cm), rigidizada con traveses para recibir los muros de carga de la losa-tapa.

El muro perimetral para confinar los rellenos de las plataformas serán de concreto armado y estarán ligados a la losa de la plataforma.

La cimentación para los muros perimetrales serán mediante una zapata corrida de 1.00 m. de ancho y empotrada 0.60 m. Pudiéndose mejorar su suelo de apoyo. (ver fig. II.5).

Las naves "A" y "D", en sus sistemas de piso y muros perimetrales podrán dotarse de juntas constructivas y de expansión, para absorber los movimientos debidos a cambios de temperatura y las deformaciones diferenciales diferidas.

La capacidad de carga de trabajo para la cimentación del muro no deberá exceder de  $5.2 \text{ ton/m}^2$ .



COMPACTADO AL 95% PROCTOR	1ª CAPA	50%	TEPALCATE	Y	50%	GRAVA DE TEZONTLE
	2ª CAPA	50%	"	Y	50%	"
	3ª CAPA	60%	"	Y	40%	"
	4ª CAPA	60%	"	Y	40%	"
	5ª CAPA	TEPALCATE COMPACTADO AL 95% PROCTOR				

**SECCION TRANSVERSAL**

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

### III.- PROYECTO EJECUTIVO

Se define como proyecto el conjunto de planos y documentos explicativos que da todas las vistas y detalles técnicos necesarios para la construcción de una obra determinada; edificios, puentes, maquinaria, instalaciones científicas, industriales, etc.

El proceso mediante el cual se concibe y desarrolla un proyecto es muy complejo y se encuentra en función del problema a solucionar o la necesidad a satisfacer.

El desarrollo del proyecto inicia primeramente con la realización por parte de un arquitecto o equipo de arquitectos de un anteproyecto, en esta etapa el arquitecto hace uso principalmente de su imaginación tratando de armonizar los distintos elementos constructivos con el fin que se persigue. Con esto el proyectista crea una imagen esquemática de la obra y su ambiente, el resultado de este proceso suele ser primeramente algunos croquis o bocetos al carbón, que después se transforman en plantas y alzados.

El arquitecto tomará en cuenta para la realización del proyecto arquitectónico los siguientes factores principalmente:

- Necesidades a satisfacer.
- Características del terreno.
- Orientación eólica (viento).
- Orientación térmica (asoleamiento).
- Orientación heliotrópica (luz).
- Condiciones de clima.

### III.1.- PROYECTO ARQUITECTONICO.

Se han mencionado de manera somera los factores a tomar en cuenta para la realización de un proyecto arquitectónico. A continuación se explicarán los factores a tomar en consideración para la elaboración de proyectos de mercados centrales de venta al por mayor, para después describir el proyecto arquitectónico de la Central de Abastos de Ecatepec.

En la actualidad por razones de servicio, economía e higiene el comercio de comestibles se realiza en mercados cubiertos.

Los mercados centrales son de venta al por mayor a las tiendas y negocios de una localidad. Su ubicación se encuentra preferentemente en el perímetro de la ciudad, con almacenes de mercancías en la proximidad y suficientes vías de acceso. Los mercados especiales para determinados géneros (pescado, carne, frutas, verduras, flores, leche, productos lácteos, etc.) requieren situación análoga a los mercados centrales.

Los mercados al por menor, por el contrario, exigen -- ubicación céntrica, ya que en ellos se realiza la venta directa a los consumidores.

El proyecto empieza por la división del mercado en puestos y superficies de venta y en locales de almacenamiento, cámaras de refrigeración y congelación y dependencias técnicas de servicio.

Medio circundante (lluvia, temperatura, vegetación).

Distribución de espacios interiores.

Proporcionamiento de locales según su función.

Circulaciones.

Estructura.

Instalaciones.

Materiales del exterior.

Materiales del interior.

Detalles exteriores.

Detalles interiores.

Decoración sello personal.

Finalmente el proyecto arquitectónico estará formado por los siguientes planos dibujados a una escala convencional:

1.- Planta o plantas.

2.- Cortes.

3.- Fachadas.

4.- Perspectivas.

5.- Detalles constructivos de elementos arquitectónicos.

6.- Planta de conjunto con agrupamiento de varios lotes o plano de conjunto general (optativo).

Una vez listo el proyecto arquitectónico se procederá a la elaboración del proyecto estructural, en el cual se realizarán por parte de ingenieros especializados los cálculos de la resistencia de los materiales, de los servicios de suministro de agua y drenaje, de energía eléctrica, calefacción, etc. Así

como el cálculo y diseño de obras complementarias: calles, banquetas, guarniciones, bardas, etc.

El proyecto estructural estará formado generalmente por los siguientes planos:

- De estructura metálica o de concreto.

- 1.- Planta de cimentación. Cortes y detalles.
- 2.- Planta por nivel o tipo. Cortes y detalles.
- 3.- Planta de azotea o cubierta. Cortes y detalles.
- 4.- Elevaciones de marcos (\*).
- 5.- Fachadas estructurales (\*).
- 6.- Traveses y columnas (\*).

(\* ) De ser necesario.

- De instalación hidrosanitaria y eléctrica.

- 1.- Planta baja.
- 2.- Planta por nivel o tipo.
- 3.- Planta de azotea o cubierta.
- 4.- Isométrico (para instalación hidrosanitaria).
- 5.- Diagrama unifilar y cuadro de cargas (para instalación eléctrica).

Los planos deberán contener todos los datos de los materiales a usar, así como las especificaciones necesarias para la construcción de la obra.

Como unidad para el proyecto se toma el "[PUESTO]" o el "[LOCAL]". Puestos abiertos en "isla", puestos abiertos con paredes posterior y laterales para la venta de frutas, verduras, flores, etc., y puestos cerrados para la venta de leche, carne, embutidos, etc.

#### FRUTERIAS Y VERDULERIAS.

Las verduras y legumbres se conservarán frescas, pero no congeladas, en estado natural o preparadas para su uso en la cocina. Las patatas se guardarán en lugares oscuros; las zanahorias y las remolachas en arena; las frutas en sótano oscuro con temperatura de +1° a 5°C y grado de humedad del 85 al 95%. Instalación frigorífica para los géneros que requieren congelación. Paredes lavables.

El género expuesto a la venta suele ir en los mismos envases cambiables con que se recibe (cajas, cestas, bandejas, costales, etc.). El comercio de frutas y verduras va a veces combinado con el de las flores.

#### LECHERIAS Y CREMERIAS.

Por ser la leche el artículo de venta más sensible, la instalación de puestos para su venta suele estar sometida a condiciones especiales; planta baja con superficie de 12 m<sup>2</sup>, paredes con revestimiento de azulejos o pintura lavable hasta una altura de 1.5 m. Mostrador y vitrina de exposición de los artículos de venta provista de refrigeración. La calefacción no deberá afectar el efecto frigorífico.

## PESCADERIAS.

El pescado, por la rapidez con que se descompone, requiere almacenamiento frigorífico. El pescado ahumado, al contrario que el fresco, necesita almacenamiento seco. Por tratarse de un artículo con fuerte olor, la tienda debe quedar aislada por esclusas o cortinas de aire. Paredes y suelos lavables.

## CARNICERIAS.

Los locales de preparación y el frigorífico ocupan de 1.5 a 2 veces el espacio de la tienda como mínimo. Paredes lavables de azulejo, baldosas, etc. Mostradores de mármol, azulejos o baldosas de vidrio. Para exposición al público, vitrinas frigoríficas entre la tienda y la cámara frigorífica.

## POLLERIAS.

Por lo general se almacena tan solo la venta diaria. - - Mostradores y paredes de mármol, y azulejos ó plástico. Abundancia de mostradores y vitrinas de refrigeración.

## SUPERFICIE DE CIRCULACION.

En los grandes mercados, calles de 4.5 a 10.0 m. de anchura para carros y camiones y de 3.5 a 4.0 m. para vagonetas eléctricas, montacargas y carrillos de mano que sin cruzamientos (vía única) pasen por delante de todos los puestos. Los pequeños mercados sólo tienen tránsito de peatones, si acaso un camino de carrillos de mano para proveedores. Cuanto menor sea la superficie de circulación, tanto mayor será la venta y la rentabilidad del mercado.

## LOCALES ACCESORIOS.

Administración, personal técnico, oficinas para mayoristas, importadores, etc., policia, laboratorio, dispensario, retretes públicos y, también a veces, restaurante, banco, oficina de correos, etc.

En el sótano y con fácil acceso de los concesionarios de puestos, almacenes y cámaras, frigoríficas y de congelación fácilmente cargables por escaleras, montacargas, o planos inclinados. Además locales para la calefacción, maquinaria, garages, estación de bicicletas, talleres, planta de luz, etc.

El pavimento será impermeable, resistente, duradero, fácil de limpiar y no resbaladizo. Como los mercados (puestos y calles) se limpian con manguera, habrá que disponer suficiente número de tomas de agua y desagües con pendiente, prevease la recolección y eliminación de basura, así como la protección contra las ratas. La construcción autoestable, sin apoyos fijos, de los puestos permite cambiar la distribución de los mismos.

### III.1.1.- Proyecto arquitectónico de la Central de Abastos de Ecatepec, Edo. de México.

Se pretende señalar las características básicas de diseño, a fin de poder elaborar los proyectos ejecutivos para dotar a los Municipios del Estado de México, que así lo requieran, del Servicio de Abasto y distribución comercial de artículos de primera necesidad y de consumo generalizado, esto a través de Mercados Públicos.

### III.1.1.1.- Definiciones de equipamiento para el abasto.

Centro de Acopio (Almacén de origen) es la Unidad del Equipamiento de abasto de diversos productos destinada a la recepción, limpieza, normalización, acondicionamiento, almacenamiento especializado y en su caso, transformación de productos agropecuarios en origen.

Central de Abasto es la Unidad de Equipamiento de Abasto que constituye la fase posterior a la concentración de productos agropecuarios, para su comercio a niveles mayoreo y medio mayoreo, misma que se realiza en los principales centros urbanos de consumo, para asegurar la disponibilidad y oferta de los productos perecederos a comerciantes detallistas, en instalaciones de almacenaje y distribuidoras, construidas y operadas para tal efecto.

El Mercado Público es la Unidad de Equipamiento Comercial, que alberga diversas instalaciones dirigidas al ejercicio del comercio de productos básicos de consumo popular, estructurado en base a agrupaciones de comerciantes, con una administración común con características específicas de ubicación, dimensiones y servicios compartidos.

La Unidad Básica de Servicios en el Mercado, es el Local, así como en la Central de Abastos es la Bodega. El número de locales o Bodegas determinará las dimensiones del inmueble así como las áreas complementarias, administrativa y de servicios.

Los Locales y Bodegas se agruparán de acuerdo a sus giros en cuatro zonas principales. Las 4 zonas principales son:

- 1.- Zona HÚmeda: comprende entre otros giros los de frutas y verduras, flores, cárnicos, pollo, pescado, etc., en esta zona se manejan productos perecederos y se requiere de agua y energía eléctrica para su funcionamiento.
- 2.- Zona de Transición: a la que corresponden los locales con giro de abarrotes, semillas, chiles secos, cremerías y lácteos; plantas medicinales, miscelánea, etc., manejan alimentos en locales abiertos o cerrados y pueden o no requerir agua y las instalaciones son sencillas, fundamentalmente energía eléctrica.
- 3.- Zona Seca: donde se agrupan los giros de: artículos para el hogar, ropa, zapatería, cerrajería, reparación de electrodomésticos, mercería, etc., generalmente son locales cerrados y no requieren agua ni -- instalaciones especiales.
- 4.- Zona de Comida: donde se localizan los giros de alimentos preparados, fondas, restaurantes, panaderías, tortillerías, jugos y licuados, etc., son locales en donde se manejan alimentos y requieren instalaciones, tales como gas, agua, drenaje, extracción de aire y eventualmente algún tipo de instalación especial.

#### III.1.1.2.- Criterios generales para la ubicación y selección del terreno.

Para la selección del terreno que se destinará al mercado público se deberán tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Las dimensiones y proporción del predio, de acuerdo a la población a atender, el número de locales, sus servicios y el tamaño de los mismos.
- La capacidad de atención programada a corto, mediano y largo plazo, considerando posible desarrollo.
- Para determinar la orientación se deberá tomar en -- cuenta las posibles opciones arquitectónicas de acuerdo al clima de la localidad. Es importante que la -- temperatura interior del edificio, se mantenga adecuada de tal manera que no provoque deshidratación o -- afecte los productos propios de la Central, (ejemplo: frutas, verduras, carnes, etc.).
- La ventilación y la iluminación deberá ser natural y de tal manera que no interfiera en la operación de la Central, evitando los olores desagradables tanto al interior, como al exterior del edificio, se debe considerar en el diseño, la dirección de los vientos dominantes.
- El terreno será plano, con pendientes mínimas para un adecuado desalojo de agua pluvial (del 2 al 6%), ya que con pendientes mayores aumentan los costos de la construcción y hacen que la central presente problemas en su funcionamiento y en su construcción. En lo posible el desalojo de aguas pluviales y vertidas, - deberán desalojar en forma natural para no utilizar cárcamos, que encarecen considerablemente la construcción.
- Se deberá optar por terrenos de alta capacidad de carga, para simplificar la solución estructural, los terrenos expansivos o en proceso de deslizamiento no -

son adecuados.

- Es necesario que existan vías de comunicación que permitan el fácil acceso tanto de usuarios, como del transporte de mercancías.
- Se deben evitar los caminos, calles o carreteras que den acceso a centros de concurrencia masiva y que -- puedan bloquear la circulación (ejemplo: acceso a estadios, centros recreativos, centros educativos, etc).
- Debe contar el terreno con facilidades para el transporte urbano o suburbano.
- Los usos del suelo de los predios colindantes a la Central no deberán ser industriales, ni de algún uso que produzca olores desagradables, contaminación vecinal, insectos o algún otro tipo de molestias, tanto a los usuarios, como a los productos que se manejen. La orientación de la Central deberá ser tal, que evite que los vientos dominantes conduzcan polvos, desechos contaminantes o malos olores.
- El terreno debe estar dotado o existir el compromiso de dotación por parte del Municipio, de los siguientes servicios:
  - . Agua potable.
  - . Energía eléctrica.
  - . Drenaje.
  - . Servicio de recolección de basura.
  - . Pavimento.
  - . Banquetas.

- . Líneas locales de transporte colectivo.
  - . Teléfono.
- Los terrenos no deben ser de régimen ejidal.
  - La utilización de pozos profundos, fosas sépticas o plantas elevan los costos de la obra, por lo que hasta donde sea posible deberán aprovecharse los servicios ya existentes o la ampliación de los mismos.

### III.1.1.3.- Consideraciones de diseño en la construcción de mercados.

- Las dimensiones y proporciones del predio, deberán ser suficientes para que comprendan la totalidad de los componentes del Programa Arquitectónico (áreas de ventas, servicios, acceso, estacionamientos, etc).
- Para la ubicación de la Central, deberá considerarse el funcionamiento tanto interno como respecto a la estructura urbana, no debiendo ubicarse en vialidades primarias o carreteras pero sí debiendo tener fácil acceso tanto peatonal, como en medios públicos de transporte o en vehículos. Es importante considerar la basura y al mismo tiempo, para el desahogo del tránsito que posiblemente llegará a ocasionarse en las horas de más intensa actividad, deberán considerarse y controlarse los efectos que pueda provocar la instalación de la Central de Abasto en su turno.
- Es conveniente que el predio que se seleccione sea de forma regular, preferentemente rectangular. En caso de que el terreno sea de forma irregular, deberá te-

ner las dimensiones y proporción suficientes, que permitan una adecuada distribución de locales y servicios.

- La Central debe preveer un área de estacionamiento de automóviles, de un 20% del área construida (BANOBRAS).
- La Central no debe ubicarse en vialidades principales, para no entorpecer el flujo vial. La localización óptima, es cuando la central se accede por una vialidad de segundo orden, de fácil identificación y que permita el acceso y desalojo fluido de automóviles de los usuarios, así como de transportes de carga para el suministro y desalojo de productos.

El Reglamento de Construcciones vigente señala en cuanto a la construcción de Edificaciones de Almacenamiento y Abasto.

Estacionamiento: 1 cajón por cada 150 m<sup>2</sup> construidos, es decir que en este caso el área de construcción, junto con las naves existentes, que es de 20,000 m<sup>2</sup> aproximadamente, requeriría de 134 cajones de estacionamiento.

Para cumplir con los requisitos de habitabilidad y funcionamiento se tiene una restricción de altura de entre de 3.00 como mínimo, que en nuestro caso es de 2.50 y 2.85.

Para cumplir con los requisitos de higiene, servicios y acondicionamiento ambiental se requerirán como mínimo 5 baños, 3 excusados y 3 regaderas para un tipo de construcciones industrial: industrias, almacenes y bodegas con un rango de 76 a 100 personas trabajando.

La Central de Abastos de Ecatepec, Edo. de México, contiene en sus naves "A" y "D" un total de 88 bodegas (64 de la "A" y 24 de la "D") todas de 6.00 x 12.00 m. Estas naves estarán divididas en tres grupos: sin entrepiso (doble altura), con entrepiso corrido a todo lo largo y ancho de la bodega, y con medio entrepiso o mezzanines, en donde se usará un sistema a base de lámina estructural y firme de compresión (losa-cero). En las losas de azotea se utilizará un sistema a base de viguetas prefabricadas de concreto, blocks huecos y firme de compresión (viguetas y bovedilla). Estos dos últimos sistemas se usaron con el fin de abatir tiempos en la colocación así como el correspondiente ahorro en sistemas de cimbrado. (Ver Fig. !II.1).

Los muros serán construidos de block hueco de barro extruido de 5.5 x 12 x 24 acabado aparente 2 caras, asentado con mortero cemento-arena proporción 1:4 y muros de tabique rojo recocido de 7 x 14 x 28 con aplanado de cemento arena 1:5, añadiendo un impermeabilizante integral. Se tienen también algunos muros de concreto armado en acabado aparente, añadiendo un impermeabilizante integral.

En baños los muros tendrán un acabado a base de azulejo de primera color blanco 11 x 11 cm. Los pisos serán a base de loseta de 30 x 30 x 0.30 cm. de espesor en color azul, y zoclo vinílico de 7.0 cm.



### III.2.- PROYECTO ESTRUCTURAL.

El proyecto estructural tiene como finalidad el de dar forma a una estructura que cumpla una determinada función con un grado de seguridad aceptable y que en condiciones normales de -- servicio tenga un comportamiento adecuado.

El proyecto estructural consta básicamente de dos etapas, el análisis y el diseño.

El análisis abarca aspectos tales como la estructuración, la determinación de las solicitaciones que actúan sobre la estructura y la elección del método o modelo matemático más adecuado para la determinación de los elementos mecánicos de la misma. Es necesario la aplicación de un criterio correcto en la etapa del análisis ya que si existe algún error resultarán inútiles las condiciones y refinamientos que se hagan en el diseño.

En el diseño se deberán satisfacer requisitos tales como el de garantizar seguridad razonable, una resistencia adecuada, tener un comportamiento adecuado bajo condiciones de servicio, tener un costo dentro de ciertos límites económicos y satisfacer las exigencias estéticas determinadas por el proyecto arquitectónico. Pueden existir más de una solución para resolver el problema del diseño y dependerá del criterio y experiencia del proyectista la elección del método del diseño que proporcione la solución óptima al problema planteado.

#### III.2.1.- Proyecto estructural de la Central de Abastos de Ecatepec, Edo. de México.

Podemos dividir el Proyecto de la Central de Abastos de Ecatepec en las siguientes etapas:

- a) Descripción del proyecto.
- b) Estructuración.
- c) Análisis de la estructura.
- d) Diseño de la estructura.

### III.2.1.1.- Descripción del proyecto.

Situado en la zona norte del predio se ubicará la Nave denominada "A", que constará de 64 bodegas (6.00 x 12.00 m.) -- divididas en tres (3) grupos mediante pasillos y separados con 3 juntas constructivas. También una área para sanitarios, andenes perimetrales de carga y descarga de 3.70 m. de ancho.

La Nave "A" tendrá una longitud total de 222.00 m. con un ancho de 24.00 m. medidas que habrá de sumarse 3.70m., perimetrales de andenes para maniobras.

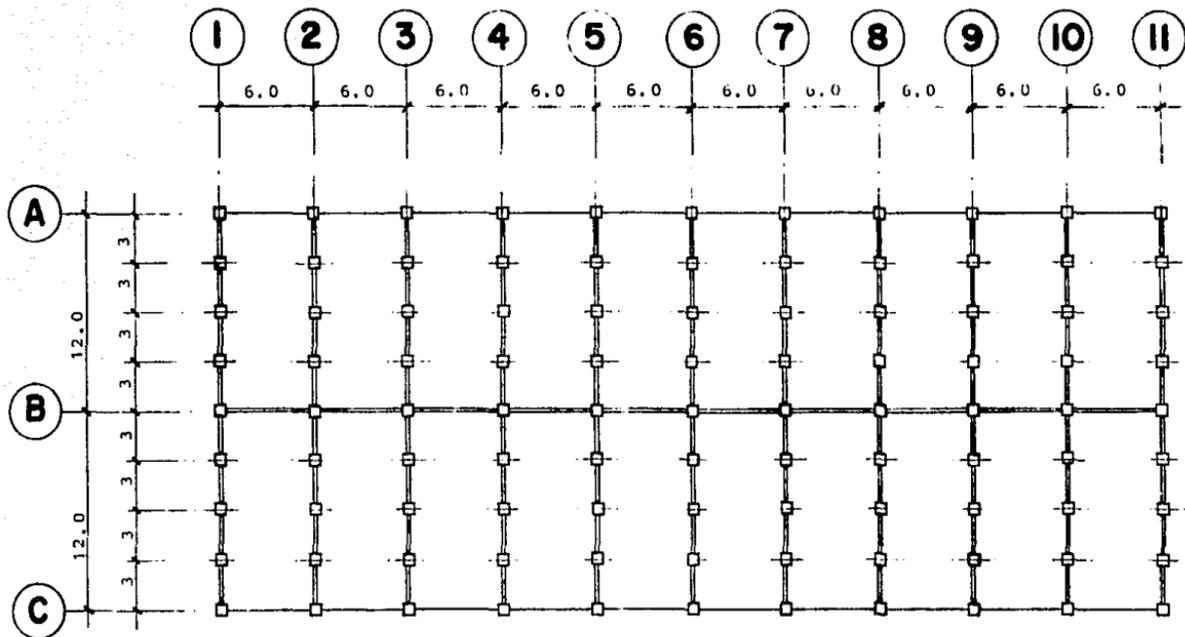
En la parte sur del predio se ubicará la Nave "B" que -- tendrá 28 bodegas, separadas por una junta constructiva, zona de sanitarios y andenes perimetrales de carga y descarga.

En ambos casos se tendrán bodegas con doble altura con entrespiso corrido y mezzanine.

### III.2.1.2.- Estructuración.

La cimentación está formada, de acuerdo con la recomendación de mecánica de suelos, a base de contratrabes de concreto reforzado alojadas dentro de las capas de terreno mejorado -- de tezontle y tepetate.

La superestructura principal está formada a base de trabes y columnas de concreto reforzado formando marcos en dos --



## PLANTA

NAVE TIPO DE 10 CRUJIAS EN SU LONGITUD.

HASTA EL EJE (B) PARA NAVE DE 7 CRUJIAS.

direcciones ortogonales. En las trabes se previeron placas ahogadas de acero para recibir las trabes metálicas que forman parte del sistema de entrepiso.

Para las bodegas de entrepiso corrido y con mezzanine se utilizó el sistema de piso prefabricado a base de losacero Romsa el cual se apoya sobre la estructura secundaria de trabes metálicas.

Este sistema presenta la ventaja de la rápida colocación de la lámina estructural que a su vez funciona como cimbra para el colado del firme de concreto.

Para la cubierta se utilizó el sistema de piso prefabricado a base de vigueta y bovedilla, el cual también presenta la ventaja de ser de rápida colocación y evitar el uso de cimbra temporal para el colado del firme de concreto.

Para los muros exteriores y divisorios se utilizó block hueco de barro extruido Sta. Julia de 5.5 x 12 x 24, acabado aparente, 2 caras, asentado con mortero cemento arena 1:4.

### III.2.1.3.- Análisis de la estructura.

Para el análisis se aplicaron las normas técnicas complementarias del reglamento de construcciones del Departamento del Distrito Federal, así como a las recomendaciones del manual de obras civiles de la Comisión Federal de Electricidad en lo referente a diseño por sismo y por viento.

Cargas accidentales.

Sismo.

Aunque la construcción no está ubicada dentro de los límites del Distrito Federal, dado su cercanía con este, se seguirán los lineamientos descritos en el Reglamento de Construcciones del D.D.F.

La estructura se clasifica como bodega o construcción comercial dentro del grupo B, subgrupo B1. De acuerdo al estudio inicial de mecánica de suelos desarrollados por el Laboratorio de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la U.A.E.M. se observa que el terreno es de alta compresibilidad y se encuentra todavía en proceso de consolidación del tipo de terreno que hace el R.C.D.D.F. la construcción queda ubicada en un terreno similar a la ZONA III por lo tanto el coeficiente sísmico  $C = 0.40$  y de acuerdo al tipo de estructuración el factor de comportamiento sísmico  $Q = 3$ , entonces el coeficiente sísmico reducido  $C_s' = \frac{0.40}{3} = 0.133$

3  
- Viento.

De acuerdo con el Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad la estructura de acuerdo con su destino se clasifica como el grupo B. De acuerdo con la respuesta de la estructura ante la acción del viento se clasifica como del tipo I.

La estructura queda comprendida dentro de la zona 5 de la regionalización sísmica de la República Mexicana, que para estructuras del grupo B marca una velocidad regional  $V_r = 80$  km/h. La velocidad básica  $V_b = kV_r$  donde "K" es el factor de topografía que en este caso es igual a 1, considerando campo abierto y terreno plano. Por ser una estructura de menos de 10 mts. de altura la velocidad de diseño  $V_d = V_b$ .

La presión o succión sobre el área expuesta se obtiene con la expresión:

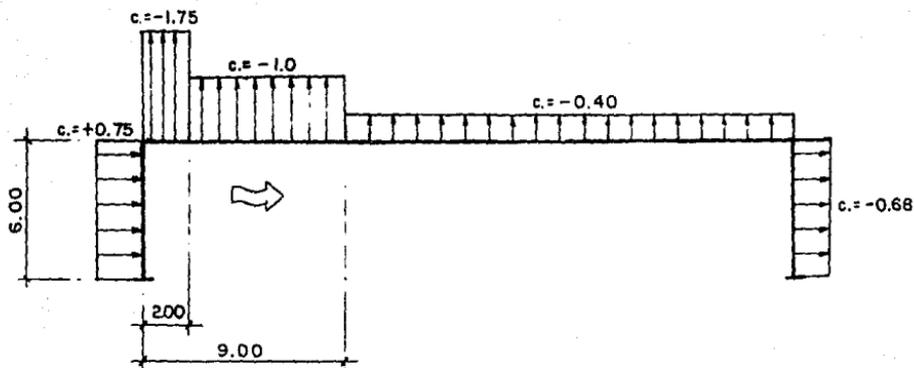
$$p = 0.0048 \text{ G V}_d^2 \text{ C}$$

Donde "G" es un factor de reducción de densidad de la -- atmósfera y que se puede tomar conservadoramente como 1: C es el coeficiente de empuje sobre el área expuesta y  $V_d$  la velocidad de diseño.

Entonces la presión de diseño es:

$$p = 0.0048 \times 1 \times 80^2 \times C \text{ (Kg/m}^2\text{)}$$

$$= 30.72 \text{ C (Kg/m}^2\text{)}$$



## COEFICIENTES DE EMPUJE

## Cargas Gravitacionales.

Las cargas gravitacionales comprenden las cargas permanentes o cargas muerta y las cargas variables o cargas vivas. Las cargas consideradas en el análisis son las siguientes:

### Azotea.

Sistema vigueta y bovedilla	= 230 kg/m <sup>2</sup>
Carga adicional por reglamento	= 40 "
Relleno de tezontle y enladrillado	= <u>330</u> "
Carga muerta	= 600 "
Carga viva máxima	= 100 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva reducida	= 75 kg/m <sup>2</sup>
Sismo	

### Entrepiso.

Carga muerta (peso propio de sistema losacero)	360 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva máxima	1500 kg/m <sup>2</sup>
Carga viva reducida por sismo (0.8 W viva máx.)	1350 kg/m <sup>2</sup>

El análisis para la obtención de las fuerzas sísmicas actuantes, así como para el análisis de los marcos se realizó mediante el uso de programas de cómputo haciendo las siguientes combinaciones de carga.

CASO 1: (Carga muerta + carga viva) x 1.4

CASO 2: (Carga muerta + carga viva Red. + Sismo) x 1.1

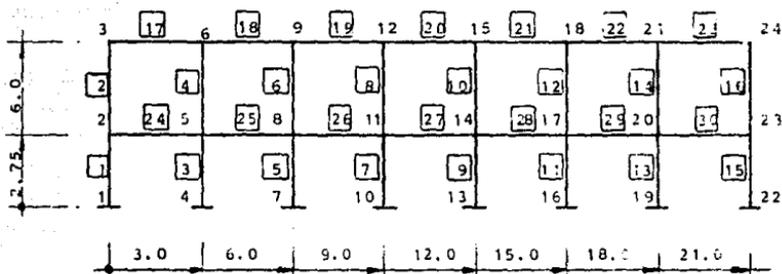
CASO 3: (Carga muerta + carga viva Red. - sismo) x 1.1

Una vez determinadas las cargas gravitacionales y accidentales se transmiten a los marcos principales de acuerdo con su área tributaria. Para este análisis se utiliza la combinación de carga muerta más carga viva máxima.

Para el diseño rigió la combinación de la carga viva reducida  $\pm$  sismo.

2: nudos

30 miembros

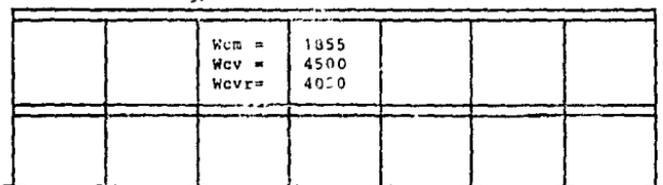


### TOPOLOGIA

$W_{cm} = 2040 \text{ Kg/m}$

$W_{cv} = 300 \text{ Kg/m}$

$W_{cvr} = 225 \text{ Kg/m}$



### C A R G A S

M A R C O E J E (B)

(7 CRUJIAS)

### III.2.1.4.- Diseño de la estructura.

En el diseño de la estructura se aplicaron las normas Técnicas Complementarias del Reglamento de Construcciones del Departamento del D. F., vigentes a partir de noviembre de 1987. Se considera el criterio por resistencia última (diseño plástico) para cargas gravitacionales y sísmicas.

El diseño plástico es un método para calcular secciones de concreto reforzado, fundado en las experiencias y teorías correspondientes al estado de ruptura. Entre las ventajas que tiene la aplicación del diseño a la ruptura se pueden mencionar:

- 1.- En la vecindad del fenómeno de ruptura los esfuerzos no son proporcionales a las deformaciones unitarias; esto conduce a errores al aplicar la teoría elástica de hasta un 50% en el valor de los momentos resistentes últimos de una sección. En cambio aplicando el diseño plástico se logran valores muy cercanos a los reales obtenidos en el laboratorio.
- 2.- La carga muerta en una estructura es en general invariable y bien definida; no así la carga viva que puede fallar más allá de lo previsto en el cálculo. El diseño plástico permite asignar diferentes factores de seguridad a ambas cargas, tomando en cuenta sus características esenciales.

Las características de los materiales usados en el cálculo son:

Concreto  $f'c = 200 \text{ kg/cm}^2$

Acero de refuerzo  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , excepto para la varilla lisa No. 2 (alambrión) que será  $f_y = 2320 \text{ kg/cm}^2$

Las constantes de cálculo que intervienen en el diseño

son:

$f'_c = 0.8 f'_c = 0.8 \times 200 = 160 \text{ kg/cm}^2$ . Resistencia nominal del concreto a compresión.

$f''_c = 0.85 f'_c = 0.85 \times 160 = 136 \text{ kg/cm}^2$

$P_b = \frac{f''_c}{f_y} \times \frac{4800}{f_y + 6000} = 0.0152$ . Porcentaje balanceado

de acero de refuerzo.

$P_{min} = \frac{0.7 \sqrt{f''_c}}{f_y} = 0.0024$ . Porcentaje mínimo de acero

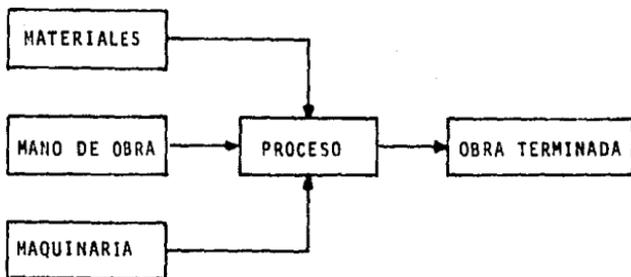
de refuerzo.

$P_{max} = 0.75 P_b = 0.0114$ . Porcentaje máximo de acero de refuerzo.

#### IV.- PROCESO CONSTRUCTIVO

En este capítulo trataremos de explicar el Proceso Constructivo de la Central de Abastos de Ecatepec. En este proceso se debe alcanzar la mejor combinación de los recursos de materiales, mano de obra y maquinaria, de tal manera que satisfaga las necesidades para la cual será creada, además de cumplir con las condiciones planteadas por el diseñador, entre las que se cuenta con primordial importancia la seguridad.

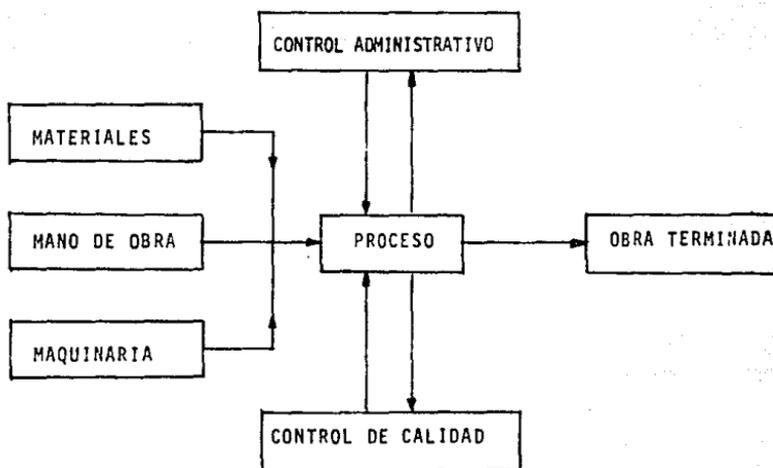
Representamos a la construcción como uno o varios procesos de transformación, con una entrada que serían los recursos y una salida que sería la obra terminada.



Por otra parte, es necesario a lo largo de la obra, ir verificando el avance tal y como se planeó. Se entiende que no es conveniente esperar hasta el final de la obra para verificar si ésta coincide con la diseñada y si nuestra planeación se cumplió, es decir, si las cantidades y calidades que propusimos usar de nuestros recursos fueron realmente utilizados.

A la revisión de los recursos a lo largo de la ejecución de la obra, se le llama Control Administrativo y paralelamente, a la revisión de la calidad de la obra en todas sus partes a fin de que realmente ésta sea la diseñada, se le llama Control de Calidad. Estos controles (administrativo y de calidad) consisten en tomar muestras a lo largo del proceso y compararlos con estándares tomados de la planeación. Si en estos procesos se encuentran desviaciones significativas con el estándar, se actuará sobre los procedimientos de construcción para corregir las desviaciones y acercar la obra a lo planeado.

Representaremos la construcción y los controles de administración y calidad con el siguiente esquema:



Los planos, normas y especificaciones transmitirán al constructor las ideas precisas de todos los detalles de la obra que se requiere construir, constituyendo el sistema de comunicación entre el ingeniero que diseña y el que construye. Es con-

veniente recalcar la absoluta necesidad que tiene el ingeniero constructor de planear estos controles, estudiando las normas y especificaciones y siempre debiendo incluir dentro de su presupuesto el costo de ellos.

Será de primordial importancia la planeación en conjunto del Proceso de Construcción y los de Control de Administración y Calidad, ya que estos se encuentran interrelacionados y se deben planear en función de un objetivo, que es el económico.

Debido a que la construcción de la Central de Abastos de Ecatepec implica dos tipos de construcción, nosotros subdividiremos en dos los procesos constructivos:

IV.1) Construcción de las Naves.

IV.2) Urbanización.

IV.1.- CONSTRUCCION DE LAS NAVES.

Como ya se mencionó la Nave "A" consta de 64 bodegas de 6.00 x 12.00 mts. divididos en tres grupos: sin entrepiso, con medio entrepiso o mezzanine y con entrepiso corrido a todo lo largo y ancho de la bodega. Un pasillo central y dos juntas constructivas, así como un área para sanitarios y andenes perimetrales de carga y descarga de 3.70 mts. de ancho, dicha nave tendrá una longitud de 222.0 mts. con un ancho de 31.0 mts.

La Nave "D" será similar a la Nave "A", pero con 28 bodegas de las mismas dimensiones y tendrá una longitud de 102.0 mts y 31.0 mts. de ancho.

La construcción de las dos naves constará de las siguientes fases o etapas:

#### Cimentación.

- a) Movimientos de tierras.
- b) Habilitados y armados de acero de refuerzo.
- c) Suministro y fabricación de cimbra.
- d) Colados de concreto hidráulico.

#### Estructura.

- a) Habilitados y armados de acero de refuerzo.
- b) Suministro y fabricación de cimbra.
- c) Colados de concreto hidráulico premezclado.
- d) Muros.
- e) Instalaciones.
- f) Colocación de cubiertas prefabricadas.
- g) Herrería, cancelería y vidriería.
- h) Acabados.
- i) Limpieza general de la obra.

#### IV.1.1.- Cimentación.

##### IV.1.1.1.- Movimientos de tierras.

Para el inicio de los trabajos de Cimentación en lo concerniente a movimientos de tierras se requirió de la limpieza del terreno para empezar los trabajos de terracerías, mejoramientos, cortes y rellenos. El procedimiento a seguir es el siguiente: limpieza y despalme de la capa de material orgánico hasta una profundidad de 0.20 m, el trabajo fue realizado con 2 traxcavos 955 CAT, en esta fase se cargó y almacenó el material producto del despalme junto al lugar de la obra para posteriormente ser acarreado.

Debido a que la topografía del terreno es prácticamente plana y por el tipo de cimentación a construir se decidió excavar hasta el nivel  $N - 0.50$  en toda la zona donde se alojarán las naves. Estos trabajos se realizaron con los mismos traxavos. El material producto de excavación se acarreó hasta un predio exterior situado a 1 km. del lugar de la obra. El afine de la excavación se realizó con motoconformadoras y se consolidó con rodillos vibratorios, tipo VAP 70.

Una vez concluidos estos trabajos se procedió a efectuar los rellenos con material mejorado, hasta el nivel  $N + 0.00$  de acuerdo con las recomendaciones dadas en el Estudio de Mecánica de Suelos. El material mejorado es una mezcla de material grueso, tezontle, y un cementante, tepetate. Para esto se acamellonaron los dos materiales en el sitio y se mezclaron y extendieron con las 3 motoconformadoras tipo R-20 mca. Caterpillar, para finalmente compactarse con los rodillos vibratorios tipo VAP-70 al 90% y 95% en capas de 20 cms. Ver figura No. II.5

Terminados los trabajos de relleno mejorado se procedió a la excavación en zanja para alojar las contratraves, el ancho de esta excavación fue de 1.30 mts. y 2.00 mts. de profundidad, utilizando para esta excavación 2 retroexcavadoras sobre tractor agrícola tipo MF-150. Mejorando el terreno bajo las zapatas en 4 capas de 20 cms. para llegar al nivel  $N-1.10$ .

#### IV.1.1.2.- Habilitado y colocación de acero de refuerzo.

En términos generales esta etapa abarca las actividades de cortado, doblado armado y colocación de las piezas de acero que se utilizarán en los elementos estructurales de acuerdo a sus dimensiones, espesores y resistencia, marcados en los planos estructurales y especificaciones de los mismos.

Los trabajos de armado en cimentación: zapatas, contra-trabes y desplantes para columnas se iniciaron paralelamente a las excavaciones. Se utilizó acero de refuerzo con límite de fluencia  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ , excepto para varillas lisas del No. 2 (alambrón) con  $f_y = 2320 \text{ kg/cm}^2$ .

Para el cortado de varillas del No. 2 al No. 5 se utilizaron cizallas o cortadores y para varillas del No. 5 al No. 10 se utilizó equipo de soldadura autógena. Para el doblado en varillas del No. 2 al No. 10 se utilizaron grifas, tubos galvanizados y banco con pifos de acero.

Todo el refuerzo corrido y los bastones extremos se anclaron en sus extremos, la longitud es de  $20 \phi$  a  $90^\circ$ . Se alternaron los traslapes para evitar tener más del 33% de varillas traslapadas en una misma sección. En varillas del No. 10 y 12 no se admiten los traslapes, en este caso se soldaron las uniones. Ver Fig. IV.1

Para los amarres se utilizó alambre recocido cal. 18. Una vez listos los armados se limpiaron y cepillaron para dejarlos libres de óxidos, aceites, yeso y desperdicios de concreto. Los armados se colocaron en sus respectivos ejes, una vez colada la plantilla de concreto pobre, calzándolos con sollos también de concreto pobre y dar así, el recubrimiento mínimo requerido.

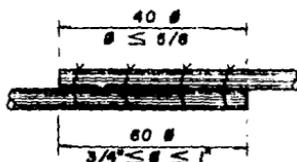
#### IV.1.1.3.- Suministro y fabricación de cimbra.

Para el suministro y fabricación de cimbra en cimentación, se permite el uso de triplay de 19 cm. (3/4") de espesor o duela con un espesor mínimo de 3.8 cm. (1 1/2") de espesor.

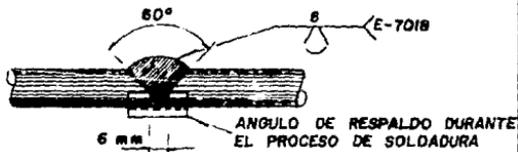
VARS. N°	DIAM. PULG.	DOBLEZ (CM.)	TRASLAPE (CM.)
2	1/4	15	30
2.5	5/16	18	35
3	3/8	20	40
4	1/2	25	60
5	5/8	30	70
6	3/4	40	110
8	1	50	150
10	1 1/4	60	--
12	1 1/2	75	--

D O B L E C E Z

T R A S L A P E S



SE PODRAN SOLDAR VARILLAS N° 10 Y N° 12 SIEMPRE QUE GARANTICEN UNA CAPACIDAD MINIMA DE 1.25 VECES LA CAPACIDAD DE TENSION DE LA VARILLA.



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

TEBIS PROFESIONAL

DETALLE DE TRASLAPES, DOBLECEZ

ENERO DE 1990

Y SOLDADURA DE VARILLAS

FIG. IX. 1

Es indispensable que la cimbra no presente aberturas que permitan el paso de la lechada. Los elementos de apoyo y sujeción de la cimbra podrán ser metálicos o de madera de segunda; no aceptándose madera que presente nudos que podrían colapsar los moldes durante el colado o el fraguado del concreto.

En la colocación de las cimbras se verificó el alineamiento, la estabilidad (puntales, separadores), la preparación de la superficie (con aceite y otro lubricante), así como la limpieza final.

No se permite el colado de elementos de cimentación usando los cortes en las excavaciones como molde.

#### IV.1.1.4.- Colados de concreto hidráulico.

La elaboración del concreto hidráulico utilizado en la construcción de esta obra fue de dos tipos. Elaborado en sitio que se utilizó en plantillas de concreto pobre con  $f'_c = 100 \text{ kg/cm}^2$ . Y concreto de resistencia normal con un  $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ , que se utilizó en los colados de cimentación y estructura.

El concreto para plantillas con un  $f'_c = 100 \text{ kg/cm}^2$  fue elaborado con una proporción volumétrica de 1: 3 1/2; 3 1/2. Utilizando un tamaño máximo de agregados de 3/4" (19 mm.). Esta mezcla fue elaborada a mano, y en sitios cercanos a los lugares de colado.

El concreto para cimentación y estructura es de resistencia normal  $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con una proporción volumétrica de 1: 2 1/2; 2 1/2. Todo este concreto fue premezclado en planta y transportado al lugar de la obra por medio de camiones revoladora de 6 m<sup>3</sup> de capacidad.

Antes de efectuar los colados se tuvo especial cuidado en checar niveles de terminación, excavación y dimensiones. En lo referente a cimbras se verificó el alineamiento, estabilidad, preparación de la superficie y limpieza final. En el acero de refuerzo se revisó el tamaño (diámetro, largo, ganchos, anclajes), posición (número de varillas, espaciamiento mínimo, recubrimiento mínimo), traslapes, limpieza (no deberá haber óxido, aceite, pintura, mortero seco, etc.). También se previó el paso de aberturas especificadas y no especificadas en los planos.

Los colocados se programaron a intervalos que permitieran la utilización al máximo de luz natural, así como iluminación para trabajos nocturnos. Fue necesario también la programación de suficiente personal y herramientas para la vibración, acabado y curado de los volúmenes a colar.

#### IV.1.2.- Estructura.

##### IV.1.2.1.- Habilitados y armados de acero de refuerzo.

Los requisitos para efectuar el habilitado y armado del acero de refuerzo son similares a lo indicado en el inciso IV.1.1.2.

Sólo se permiten sustituciones del diámetro o grado de refuerzo con autorización escrita de la supervisión. Es importante recalcar la limpieza en el acero de refuerzo de toda partícula adherida, sea esta basura, polvo, desperdicio de cimbra y mortero, así como escamas de oxidación sueltas, rebabas y aceite. Empleando para ello capillo de alambre.

En los elementos estructurales donde no se marca la disposición transversal del acero, se procuró una distribución uniforme que no obstruyese el colado, permitiéndose paquetes de 3 varillas como máximo, alojando los paquetes próximos a las esquinas de la sección respetando los recubrimientos mínimos permisibles.

#### IV.1.2.2.- Suministro y fabricación de cimbra.

En los casos en que los planos arquitectónicos indican concreto acabado aparente se usa cimbra de madera de triplay impermeable una cara de 1.9 cm. (3/4") de espesor. No se permite en este caso el uso de la cimbra más de 5 veces en colados.

Se permite también el uso de duela cepillada con un espesor mínimo de 3.8 cm. (1 1/2) no permitiéndose más de 4 usos. La calidad de la cimbra está sujeta a la aprobación de la supervisión y el número de usos deberá disminuirse si baja la calidad o si el maltrato de la cimbra así lo obliga.

En muros y columnas las aristas verticales se terminaron en un chaflán triangular de 25 x 25 mm. (1" x 1") y en dirección horizontal se colocó una tira para dar un chaflán en los niveles correspondientes a elementos prefabricados, trabes y pretiles.

Es indispensable que la cimbra no presente aberturas que permitan la fuga de la lechada. Los elementos de apoyo de la cimbra podrán ser metálicos o de madera de segunda; no aceptando se madera que presente nudos que podrían colapsar los moldes durante el colado o el fraguado del concreto.

Al colocar las cimbras se verificó el alineamiento, la estabilidad (puntales, separadores) y antes de la colocación, la limpieza, así como la preparación de la superficie con una capa

de aceite y otro lubricante que no manche el concreto y que evite la adhesión de este a la cimbra.

El descimbrado podrá hacerse en forma parcial en la mitad del tiempo correspondiente al descimbrado total, dejando puntales capaces de tomar íntegro el peso propio del concreto colado más un 50%.

En los casos en que fue necesario, se repararon los defectos en la superficie del concreto una vez descimbrado, para proceder al tratado de ésta para evitar agrietamientos (curado).

#### IV.1.2.3.- Colados de concreto hidráulico premezclado.

En la selección del tipo de cemento debieron considerarse entre otros aspectos el relacionado con las condiciones del clima prevalecientes, recomendándose en época de calor el uso de cemento tipo I y en la temporada de frío el cemento tipo III.

El proporcionamiento de los ingredientes del concreto para la resistencia de proyecto especificada en los planos estructurales, fue diseñada por la contratista con la aprobación de la supervisión. En este caso se decidió de común acuerdo, -- entre contratista y supervisora, el utilizar concreto premezclado en toda la obra.

El concreto premezclado se surtió en camiones mezcladores de tipo giratorio. El mezclado se efectuó en el transcurso de los 30 minutos subsiguientes a la adición del agua. El concreto se debía entregar y descargar en la obra antes de una hora -- después de haber unido el cemento al agua.

Con el fin de evitar la colocación de concreto de resistencia a trabajabilidad insuficiente, se llevó a cabo y registró una prueba de revenimiento cada vez que se vació el camión revoladora, rechazándose el material cuyo revenimiento estuviera fuera de los límites. Ver tabla IV.2.

Si al llegar a la obra el tiempo de revoltura hubiera expirado, se reanuda ésta por un corto lapso antes del vaciado para asegurar que no hay segregación de la mezcla.

Las mezclas que no satisfagan los requisitos de revenimiento señalado son desechados. No se permite la adición de agua en la obra para aumentar el revenimiento de una mezcla seca endurecida.

Las resistencias del concreto en los diferentes elementos de la estructura, se especifica en los planos estructurales como  $f'_c$ , refiriéndose a la resistencia en compresión directa a los 28 días de cilindros estándar de 15 x 30 cm., sin acelerantes. Empleando cemento Portland Tipo III o con acelerantes debe alcanzarse esta resistencia a los 14 días.

Todos los elementos estructurales se vibraron. Se puso en contacto la cabeza de vibrador, durante un mínimo de 15 segundos a cada 50 cm., con las varillas de lecho superior de contra trabes, losas, zapatas, efectuando este paso inmediatamente después de haber introducido el vibrador hasta el fondo del miembro, permaneciendo en el fondo durante 5 segundos en promedio y habiéndolo extraído lentamente a los mismos intervalos de 50 cm. No se permitirá el exceso de vibrado que produzca segregación en el concreto. Al vibrar concreto de peso normal se emplean vibradores de 3 600 r.p.m. cuando menos.

**TABLA DE REVENIMIENTOS PERMISIBLES P/CONCRETO DE PESO NORMAL**

$f'_c$	TRABES, COLUMNAS, MU- ROS Y LOSAS MACIZAS.	ZAPATAS Y LOSAS DE CIMENTACION.
kg/cm <sup>2</sup>	CM.	CM.
200 - 350	8 - 12	7 - 11
200 - 350	12 - 16	12 - 16

(+) CUANDO SE UTILICE BOMBA PARA TRANSPORTAR EL CONCRETO.

- 1.- EN ELEMENTOS CON ALTURA DE COLADO MAYOR DE 2.50 m. NO SE PERMITIRAN REVENIMIENTOS MAYORES DE 14 cm.
- 2.- EN CONCRETO PREMEZCLADO SE LIMITARA EL TIEMPO TOTAL DE CARGA, TRANSPORTE Y COLOCACION EN LA POSICION DEFINITIVA EN EL MOLDE A UN TOTAL DE 90 min. A MENOS QUE SE UTILICEN RETARDADORES DE FRAGUADO, EN CUYO CASO LA SUPERVISION FIJARA EL TIEMPO MAXIMO.
- 3.- CUANDO LAS CONDICIONES DE COLADO LO AMERITE O EL EMPLEO DE VIBRADORES ESPECIALES LO JUSTIFIQUE, LA SUPERVISION PODRA AUTORIZAR REVENIMIENTOS DIFERENTES A LOS QUE ARRIBA SE CITAN, ASI COMO AJUSTAR EL TIEMPO DISPONIBLE PARA EL TRANSPORTE Y COLOCACION DE MEZCLAS.

**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TESIS PROFESIONAL

ENERO DE 1990

REVENIMIENTOS PERMISIBLES

FIG. IX. 2

Para el curado de todas las superficies de concreto no protegidas con moldes, se mantuvieron constantemente húmedas durante un mínimo de 7 días consecutivos, pudiéndose utilizar membranas o recubrimientos con autorización de la supervisión. Ver figuras IV.3, IV.4 y IV.5.

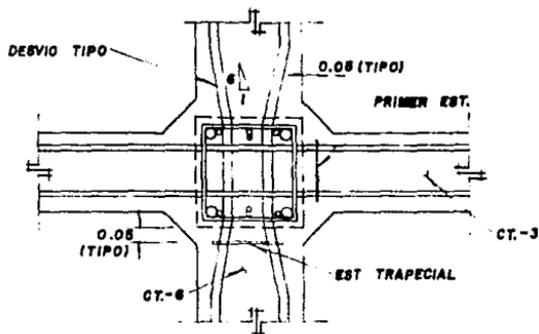
#### IV.1.2.4.- Muros.

Los muros se clasifican desde el punto de vista de su funcionamiento en: muros de carga y muros divisorios.

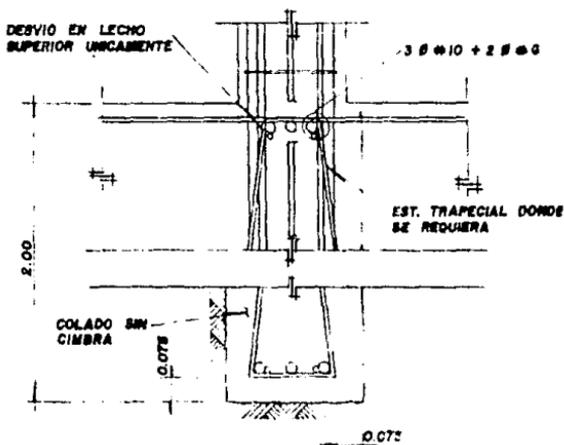
La estructura principal de la Central de Abastos está diseñada para soportar y transmitir las cargas de entrepiso y azotea a la cimentación, por lo que todos los muros en esta son divisorios. Se tienen dos clases de muros: de tabique rojo recocido de 7x14x28 cm. y de tabique rojo de barro extruído de 5.5x12x24.

El muro de tabique rojo recocido corresponde a zona de baños y oficinas administrativas. El tabique debe ser de primera calidad con una resistencia mínima de 30 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia a la compresión, debe tener tamaño y color uniforme, sin puntos de impurezas, ni agrietamientos. Para el junteo se usa un mortero de cemento-arena en proporción 1:4. Antes de colocar el tabique se deberá sumergir en agua para que no absorba humedad del mortero, de preferencia con 12 horas antes de su colocación y humedeciéndose la superficie de asiento antes de su colocación.

En las naves, para dividir los locales, se tienen muros de tabique rojo de barro extruído. Los tabiques deben de estar en perfecto estado, se pegan con mortero o cemento-arena en proporción 1:3 y se coloca acero calibre 10 a cada tres hiladas como refuerzo horizontal.



**PLANTA**



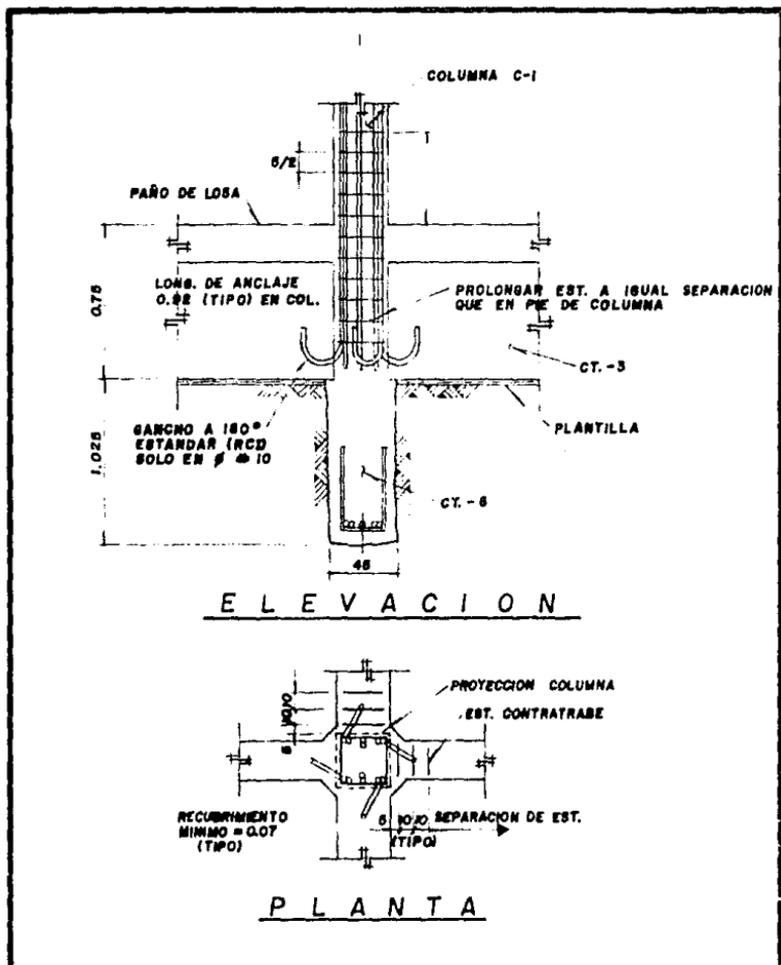
**ELEVACION**

**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TESIS PROFESIONAL  
ENERO DE 1950

DETALLE DE CRUCE DE VARIILLAS  
ENTRE COLUMNAS Y CONTRATRADES

FIG. IV.3

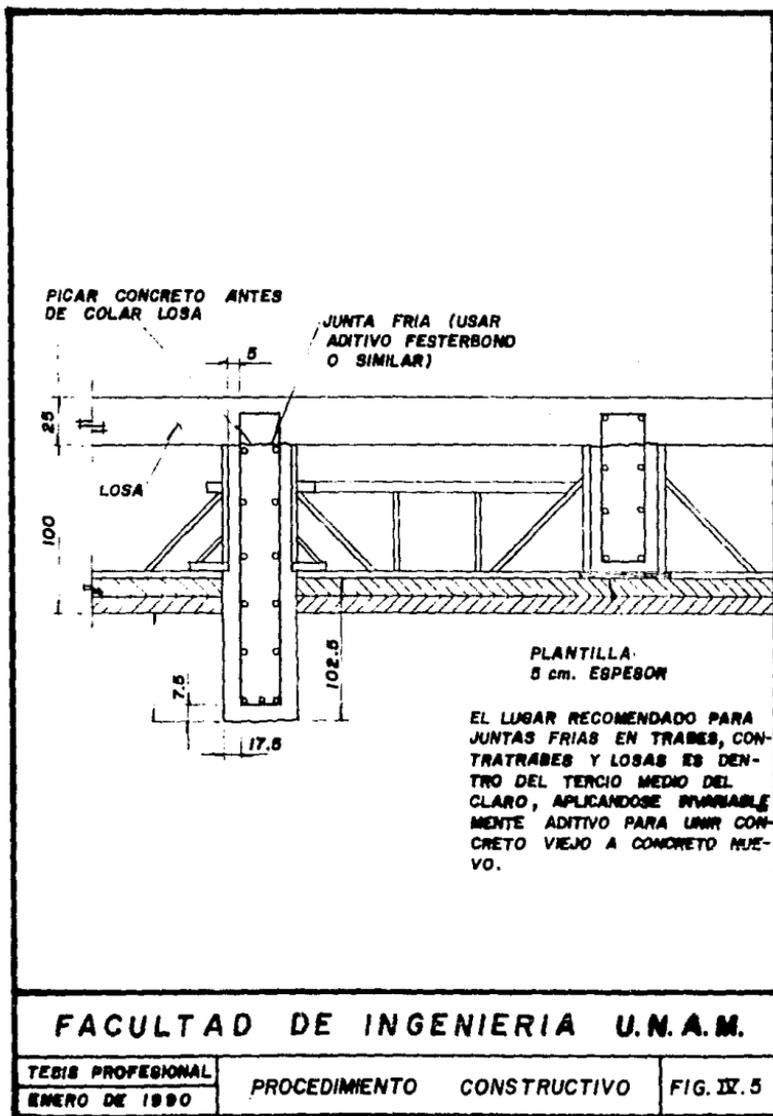


FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL  
ENERO DE 1980

DISPOSICION DE ANLAJE EN COLUMNAS

FIG. IX. 4



Todos los muros deben ser hechos a plomo y nivel, cortando los tabiques cuando es necesario en forma regular, precisa y preferentemente con cortadora. Las piezas deben quedar perfectamente cuatrapeadas vertical y horizontalmente. No se apoyarán andamios sobre los muros y después de construido el muro, no se deberá mojar para curarlo. Se debe tener especial cuidado en el caso de los muros en las naves de no mancharlo con mortero, lechada de colados, etc., debiendo lavarse cualquier mancha antes que fragüe.

#### IV.1.2.5.- Instalaciones.

El análisis de las necesidades y características para el adecuado funcionamiento de la Central de Abastos de Ecatepec en el Estado de México, muestra lo indispensable de contar con las siguientes instalaciones: de gas, de aire, pluvial, sanitaria, hidráulica, eléctrica y teléfono.

La construcción de cada una de estas instalaciones, se realizará de acuerdo a procedimientos y especificaciones indicados en planos, utilizando materiales de primera calidad, debiendo de satisfacer las necesidades de seguridad, eficiencia, economía, mantenimiento, distribución y accesibilidad.

El proceso constructivo para cada instalación será muy similar en ambas naves "A y D", ya que estas se diferencian únicamente en su tamaño, reflejado en el número de bodegas de cada nave.

Todos los tramos de tubería que se utilicen en las instalaciones, deberán unirse y sellarse herméticamente de tal manera que se impida la fuga del fluido que conduzca, por lo tanto, todas las instalaciones deberán probarse antes de entregar la obra para asegurar su buen funcionamiento.

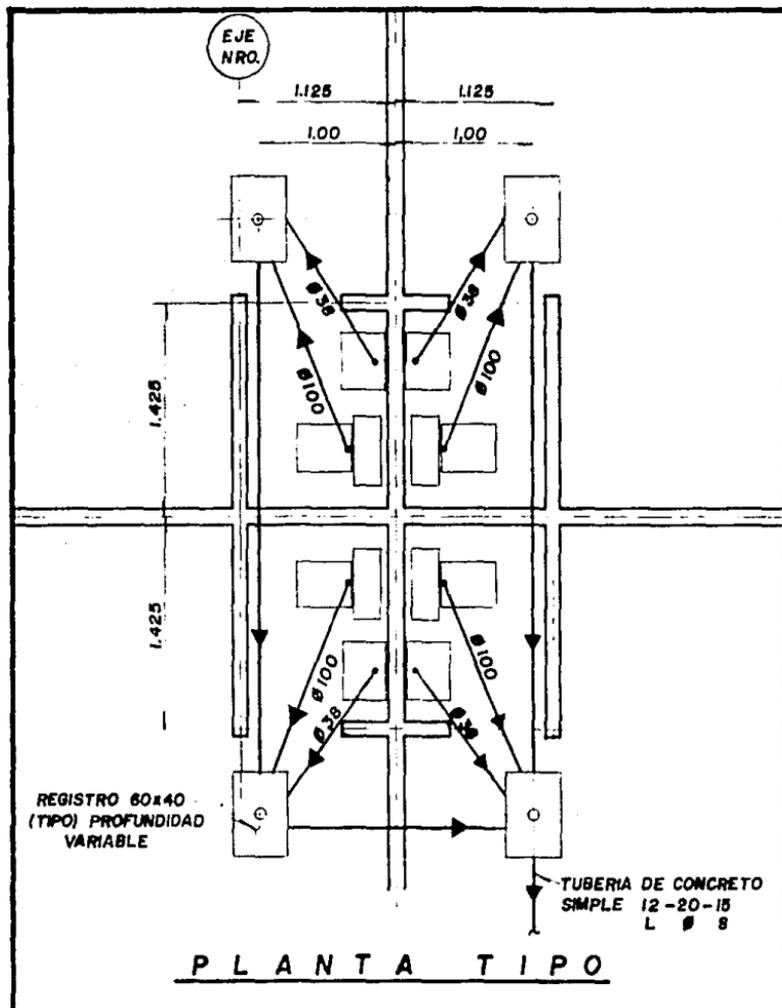
- Instalaciones Pluvial y Sanitaria.

Es de vital importancia el desalojo de aguas residuales y pluviales de las instalaciones de la Central de Abastos debido a que, los residuos contenidos en dichas aguas son susceptibles a una rápida descomposición, por lo que el sistema de alcantarillado deberá de ser seguro y eficiente, permitiendo la captación y desalojo de los líquidos vertidos lo más rápido posible hasta el sitio de la Red Municipal.

En el interior de las naves existirán dos redes de drenaje independientes, la primera recolectará las descargas sanitarias y la segunda recolectará las aguas pluviales que se capten en la azotea y zona de andenes de carga y descarga. Además ambas redes deberán de contar con registros de 40x60 cm. con profundidad variable, para poder realizar las labores de limpieza y mantenimiento.

La instalación sanitaria se inicia con los trabajos de trazo y excavación de cepas donde se alojará tubería de 15 cm. de diámetro, sobre una cama de arena de 5 cm. de espesor en los cruces de las contratrabes de cimentación con la línea de drenaje se colocará una camisa en el sitio indicado para darle preferencia al paso de la red y con ella evitar demoliciones en la cimentación.

Del arreglo general de las naves, tenemos que se contará con una descarga sanitaria por cada cuatro bodegas, esto debido a que estarán interconectadas entre sí, mediante registros de 40x60 cm. y tubería de 15 cm. de diámetro (Ver Fig. IV.6). que escurrirán hacia los andenes de carga y descarga. En la zona de sanitarios públicos, dentro de las naves, se contará con la construcción de un registro rectangular de 40x70 cm. con una profundidad de 75 cm., que recolectará todas las descargas de los W.C., mingitorios y lavabos, para posteriormente encausarlas con



**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TESIS PROFESIONAL  
ENERO DE 1990

DESCARGA HIDROSANITARIA  
DE BAÑOS EN BODEGA

FIG. IX. 6

tubería de 15 cm. de diámetro hacia los andenes. (Ver Fig. IV.7).

Sobre los andenes de carga y descarga se instalará una línea de 20 cm. de diámetro, que captará las descargas sanitarias provenientes de las bodegas y de los sanitarios públicos, por lo tanto en la unión de los dos registros se construirá un registro de 40x60 cm. quedando a una separación máxima de 12 metros.

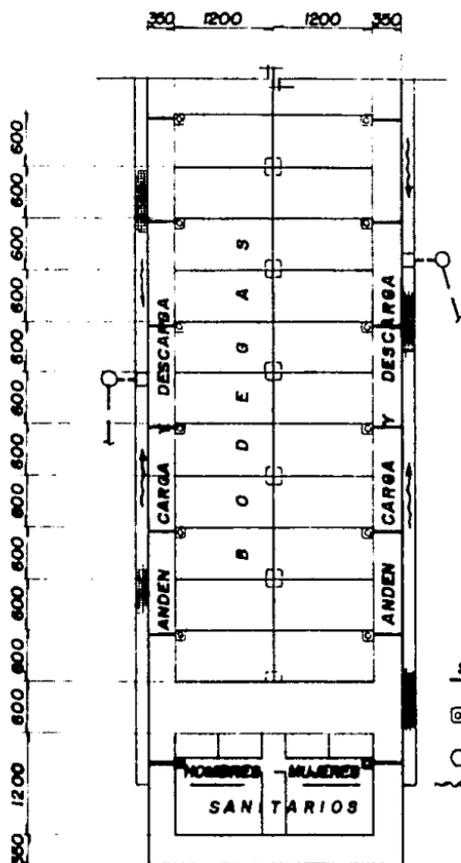
Una vez realizado el tendido, junteado y pruebas de las líneas de 15 y 20 cm. de diámetro, se procederá al relleno y compactado de capas en cpas de 20 cm. de espesor con material producto de la excavación.

La descarga final de la nave hacia la red de drenaje será con tubería de 20 cm. de diámetro y se conectará a un pozo de visita para posteriormente conducir dichas aguas a la red municipal.

Instalación Pluvial. El agua pluvial captada en las azoteas de las naves "A y D" será recolectada por medio de gravedad y desalojada con las bajadas de agua pluvial (B.A.P.), las cuales estarán localizadas en la parte interior de las bodegas, junto a los andenes de carga y descarga, serán visibles y tendrán una separación máxima de 12 m. (Ver Fig. IV.8).

Las B.A.P. estarán construidas con tubería de FoFo de 10 cm. de diámetro con juntas calafateadas, contará en extremo superior (azotea) con una coladera Insta Rex o similar, para impedir filtraciones de basura por dicha tubería y en su parte inferior, descargará libremente en un registro de 40x60 cm. para posteriormente descargar con tubería de 10 cm. de diámetro al canal de recolección de aguas pluviales, que se localiza en la zapata de cimentación de las naves.





**SIMBOLOGIA**

- ⊠ REGISTRO DE 60 x 40 PROFUNDIDAD VARIABLE
- POCO DE VENTA
- DIRECCION DEL ESPURTIMIENTO

**P L A N T A**

**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TESIS PROFESIONAL  
ENERO DE 1990

INSTALACION PLUVIAL

FIG. IX. 8

Este canal irá forrado con tabique rojo recocido, quedando de -- 40 cm. de ancho y profundidad variable. El canal estará cubierto con rejilla tipo Irving de 50 x 200 cm. con centro de claros a cada 3 metros, en la parte donde no contenga rejilla, llevará losas de concreto prefabricadas de 50 x 100 cm. con centros de claros a cada 3 m.

En la zona de andenes de carga y descarga se tendrá una techumbre construida a base de ángulo de 2 x 3/16 de pulgada, la cual se fijará a las columnas por medio de placas anegadas. Dicha techumbre irá cubierta con lámina Pintro y llevará colocado un canalón recolector de aguas pluviales galvanizado de 25 x 35 cm., al cual se conectará tubería de 5 cm. de diámetro - que se conectará a la B.A.P. en la elev. 3.25 con una conexión "Y" sencilla con reducción a 5 cm. de diámetro.

La descarga final a la red de drenaje, se hará con tubería de 20 cm. de diámetro e irá localizada en el mismo sitio de la descarga sanitaria. Esto es, la descarga sanitaria y pluvial de las naves hacia la red de drenaje, será la misma para las dos instalaciones ya que estarán unidas por dos registros independientes, uno para sanitaria y otro para pluvial.

#### - Instalación de Aire.

El confort de cualquier habitación tiene mucho que ver con el movimiento del aire, ya que es indispensable distribuir el calor y la humedad en la habitación, por lo tanto, dicho cambio no debe ser tan violento que ocasione molestias pero debe tener la velocidad suficiente para evitar el estancamiento del mismo.

El aire dentro de los sanitarios de las bodegas contiene cantidades considerables de polvo, bacterias y malos olores que causan molestias y enfermedades a quienes lo aspiran, es por esto que se implantó un sistema de intercambio de aire por gravedad, consistente en un extractor de aire tipo "cebolla", modelo Apolo de 60 cm. de garganta por cada cuatro bodegas. El extractor está montado sobre un cubo de lámina galvanizada cal. 22, que es donde se conectan los ductos de 20 cm. de diámetro que vienen de cada uno de los sanitarios de la bodega.

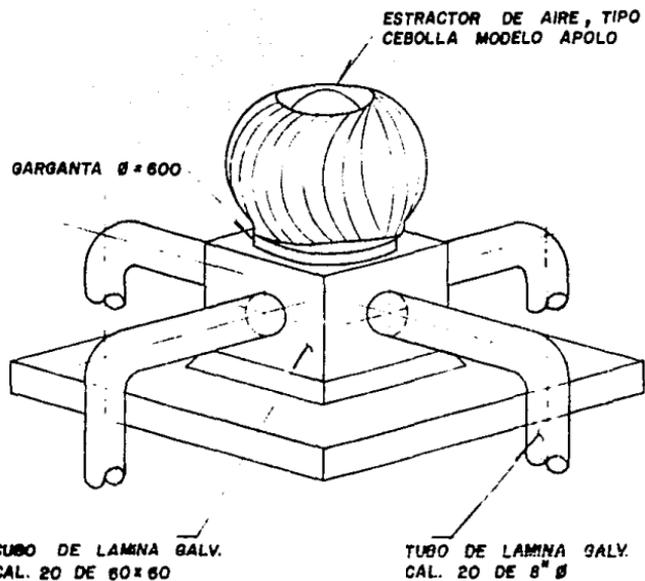
Con esto se logra una permanente renovación de aire interior, dependiendo de la velocidad del aire en el exterior. Los ductos y tuberías utilizados en esta instalación son galvanizados cal. 22. (Ver Fig. IV.9).

#### - Instalación Hidráulica.

La necesidad de llevar agua hasta los puntos de consumo nos obliga a la creación de un sistema de conducción eficiente y de fácil mantenimiento.

Debido a que la presión en la red de alimentación no es suficiente se requirió de una cisterna de 60 m<sup>3</sup> de capacidad (construida en la primera etapa conforme a los estudios realizados en la construcción de las naves "B" y "C") la cual alimenta los tanques elevados de 1200 lts. (un tanque por cada cuatro bodegas), las cuales deberán proveerse de bombas de tipo doméstico de 1 H.P. para su llenado.

El sistema consiste en una red procedente del depósito elevado, con una o más bajadas que llevan el agua a los ramales alimentadores de los diversos servicios. Es necesario que cada ramal disponga de una válvula de cierre para poder realizar cualquier trabajo de reparación de la red en ese tramo en caso de ser necesario.



I S O M E T R I C O

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

YESIS PROFESIONAL

ENERO DE 10 70

DUCTO DE VENTILACION EN SAMITARIO

FIG. IV. 9

## - Instalación Eléctrica.

La instalación eléctrica de las naves "A" y "D" comprende los conductos eléctricos, cajas de conexión, accesorios de control y la protección necesaria, esto es desde la acometida hasta cada uno de los receptores que absorben energía.

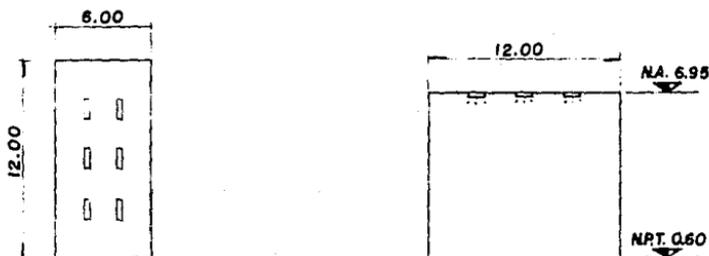
Para el montaje de cualquier instalación eléctrica es preciso estimar la carga "conectada", así como los períodos probables durante los cuales todos o gran parte de los aparatos estarán consumiendo energía, esto con el fin de evitar una sobrecarga en la línea.

La carga "conectada" es toda la carga efectiva conectada y lista para funcionar, es decir, es la suma de todos y cada uno de los voltajes de toda la instalación, suponiendo que todas las lámparas y aparatos funcionan con su potencia asignada.

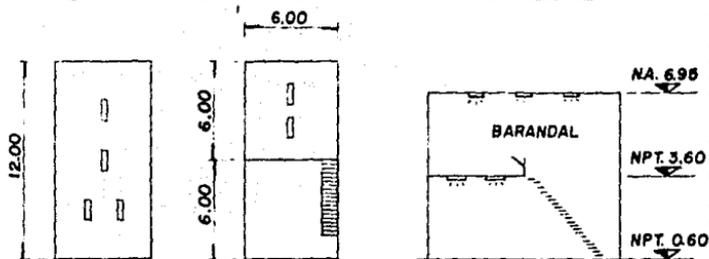
La carga "operativa" es la parte de la carga que está funcionando en cualquier momento del día, por tanto la "máxima demanda" es el valor máximo de la carga operante correspondiente a todos los aparatos que funcionan simultáneamente cuando la suma de carga es máxima.

El tipo de instalación eléctrica en las naves será entubada visible, para protegerla contra esfuerzos mecánicos y contra el medio ambiente. Toda la línea irá sobre muros y techos y la que tenga que ir por el piso irá enterrada.

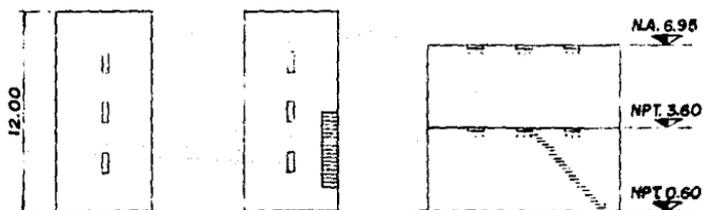
El sistema de iluminación de cada bodega cuenta con seis lámparas fluorescentes de tipo sobre poner de 1x74 watts, dos apagadores, cuatro contactos y un interruptor termomagnético. De acuerdo con el tipo de bodega que se trate, con doble altura, con entrepiso y con mezzanine, será la distribución de las lámparas. (Ver fig. IV.10).



BODEGA CON DOBLE ALTURA



BODEGA CON MEZANINE



BODEGA CON ENTREPISO

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

ENERO DE 1990

INSTALACION ELECTRICA EN BODEGAS

FIG. IX. 10

Todo el cableado irá en tubería conduit de pared gruesa, galvanizada con rosca y de diferentes diámetros.

En la cabecera de las naves se encuentran los medidores de cada bodega.

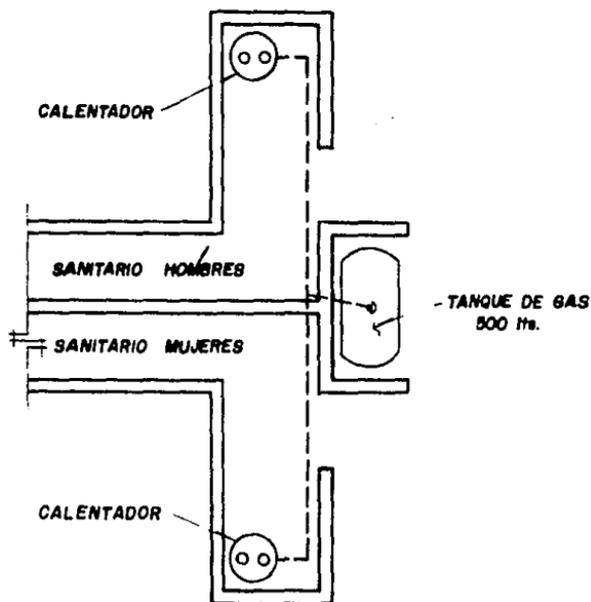
El sistema de tierras consiste en colocar en la azotea una punta de pararrayos maciza niquelada de 90 cm. de longitud, a la cual se le une en su parte interior cable de cobre desnudo de 119 mm. de 32 hilos, para conectarse a una varilla tipo Coperweld de 1 m. de longitud previamente ahogada en una mezcla de sales y enterrada en el suelo. Existe un sistema de tierras a cada 18 m. aproximadamente.

- Instalación de Gas.

La instalación de gas en las naves "A" y "D" se integra de dos instalaciones independientes, la primera instalación se utilizará para los sanitarios públicos y se compone de un tanque estacionario de 500 kg. que dará servicio a dos calentadores de agua de 110 litros cada uno y la segunda instalación se encargará de dar servicio a las concesionarias (cocinas) utilizando un tanque de 300 kg. por cada concesionaria (cuatro por cada nave).

Para cada una de estas instalaciones, los recipientes de gas se colocarán a la intemperie en lugares ventilados, sobre un piso de concreto, además estarán protegidos por medio de jaulas, para impedir el acceso a personas ajenas al manejo, mantenimiento y conservación del equipo (ver figs. IV.11 y IV.12). Toda la tubería será de cobre, visible y adosada al muro a una altura de 2 metros sobre el nivel de piso y pintada de color amarillo.

ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

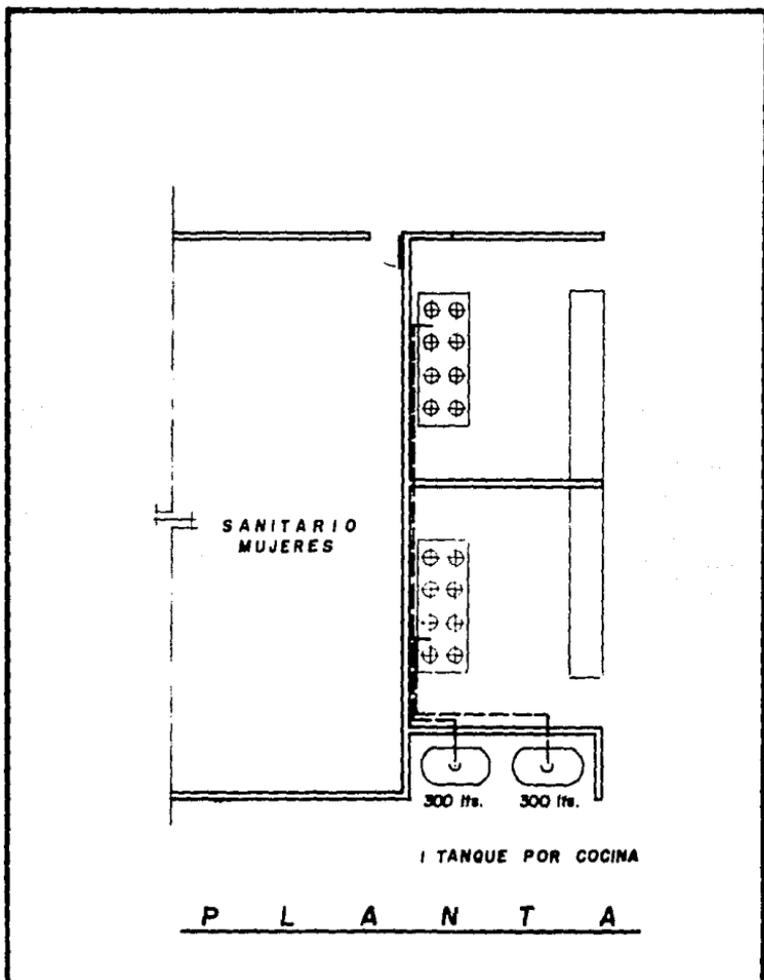


**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TESIS PROFESIONAL  
ENERO DE 1990

INSTALACION DE GAS EN BAÑOS

FIG. IX.11



FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL

ENERO DE 1990

INSTALACION DE GAS EN COCINA

FIG. IX.12

#### - Instalación de Sonido,

La instalación de sonido se utilizará para transmitir audiciones y avisos en la zona de los andenes de carga y descarga. El objetivo de esta instalación, es distribuir sonidos grabados (discos, cintas grabadas) radio o palabras directamente pronunciadas en la mesa de sonido.

Esta instalación de sonido, se compone de una mesa de preparación y maniobras que contiene los aparatos de toma de sonido (micrófonos), amplificador y transformadores tipo L-5 que se conectan a los altavoces (bocinas de 2 pulgadas de 8 Ohms de 3 amperes) a distancia y los controles de volumen necesarios.

Los altavoces se colocarán sobre la techumbre localizada en los andenes de carga y descarga que irán a una separación de 18 metros aproximadamente.

#### - Instalación Telefónica.

Actualmente no se cuenta con este tipo de servicio en las naves, pero se dejará todo preparado para posteriormente colocar el cableado; dicha preparación para cada nave consiste en la construcción de dos registros de 30x30 cm. con capacidad de 30 líneas cada uno, así como la instalación de ducto tipo Conduit de 25 mm. de diámetro y ducto embisagrado cuadrado de 6.5 x 6.5 cm.

#### IV.1.2.6.- Colocación de Sistemas de Pisos Prefabricados.

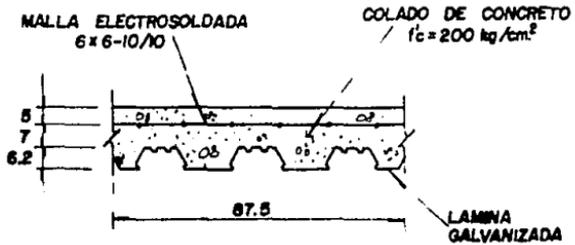
##### Entrepiso.

En las bodegas con entrepiso completo y medio entrepiso o mezzanine se utilizó el sistema de piso llamado Losacero, en este caso de la marca Romsa.

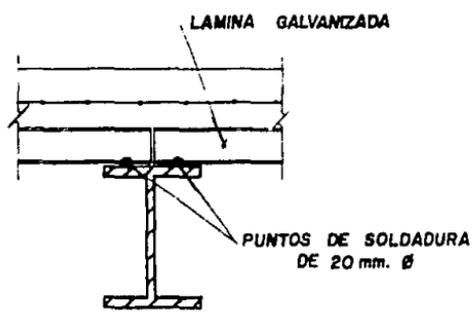
La losacero es un sistema de piso que combina el uso de láminas de acero galvanizadas acanaladas para el trabajo de tensión por flexión y del concreto para el trabajo de compresión. Las láminas además de su función estructural actúan como cimbra durante el colado del concreto.

El procedimiento de montaje es el siguiente:

- Fijación de la lámina acanalada galvanizada a la estructura. Para esto se conectaron vigas IPR de 10" a la estructura principal de concreto, la conexión se hizo a través de ángulos, soldando las vigas contra placas de acero ahogadas en el concreto, esta conexión trabaja exclusivamente a esfuerzo cortante. La lámina se conecta a la estructura secundaria mediante puntos de soldadura de 20 mm. en cada canal baja de lámina.
- Una vez puesta la lámina se colocará la malla electrosoldada que trabaja como acero de refuerzo por temperatura, en este caso el espesor del firme de compresión es de 12 cm. y el recubrimiento deberá ser de 5.0 cm.
- Finalmente se procederá al colado del firme de compresión con concreto  $f_c^1 = 200 \text{ kg/cm}^2$ . (Ver fig. IV.13).



LOSACERO ROMSA SECC. QL-99-M62, CAL. 18



DETALLE TIPICO DE CONEXION

**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TESIS PROFESIONAL  
ENERO DE 1990

LOSACERO ROMSA  
DETALLE TIPICO DE CONEXION

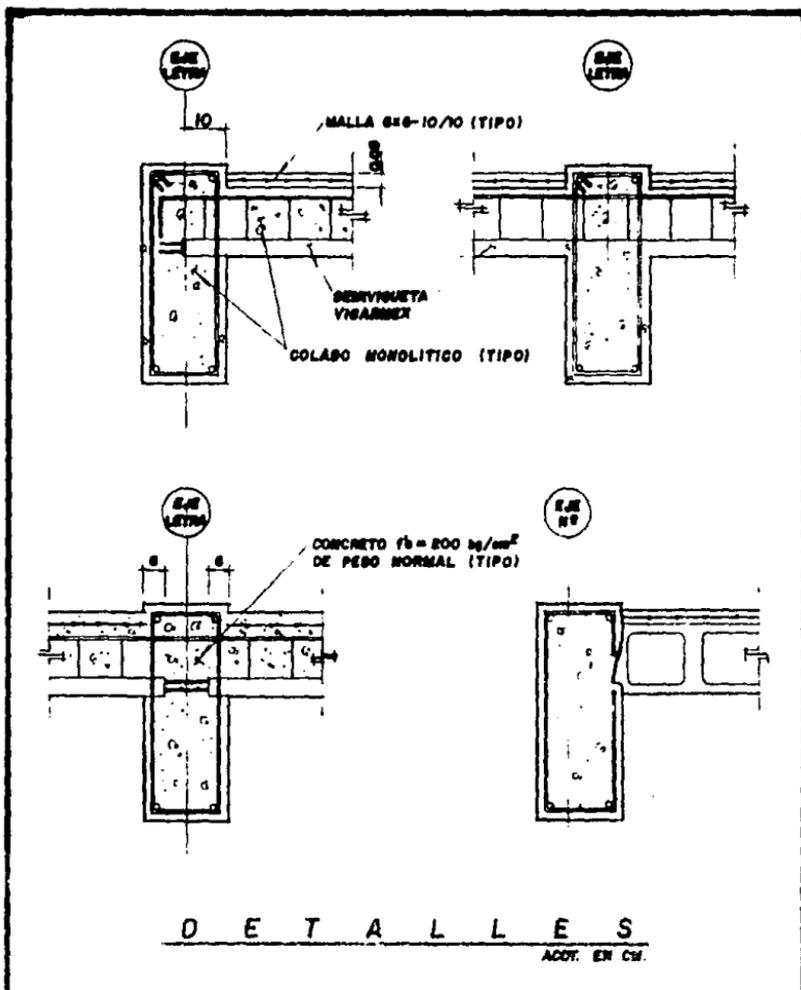
FIG. IX.13

## Azotea.

En la cuebierta de azotea se utilizó el sistema de vigueta y bovedilla. Este es un sistema formado por viguetas de concreto presforzado pretensado que asociado con la bovedilla forma una losa prefabricada. Las viguetas son el elemento estructural portante sobre las que se colocan las bovedillas. Al igual que con el sistema Losacero se tiene la ventaja del ahorro de la cimbra.

El procedimiento de colocación es el siguiente:

- Colocación, de viguetas de acuerdo con la distribución indicada en planos, en las traves principales de la estructura. En este caso la trabe se cuela parcialmente hasta una altura que permita el paso de las viguetas, que por su tamaño se pueden colocar entre los estribos, quedando así perfectamente ancladas una vez realizado el colado.
- Colocación de las bovedillas sobre las viguetas, estas deben embonar lo más justo posible para evitar que pudiera escurrir el concreto debido a aberturas o al mal apoyo de las bovedillas.
- Colocación de la malla electrosoldada, la cual trabaja como acero de refuerzo por temperatura para el firme de concreto.
- Colado integral de traves y firme con concreto  $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$ . El espesor del firme es de 5.0 cm. y el recubrimiento será de 2.0 cm. (Ver. figuras IV.14 y IV.15).



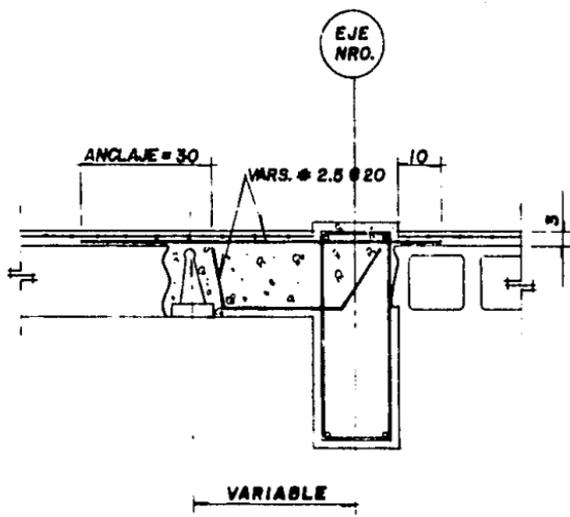
**FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.**

TESIS PROFESIONAL

APOYO DE VIGUETA EN AZOTEA

FIG. III.14

ENERO DE 1990



E L E V A C I O N

FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.

TESIS PROFESIONAL  
ENERO DE 1990

DETALLE DE UNION DE TRABE  
CON BOVEDILLA INCOMPLETO

FIG. IX.15

#### IV.1.2.7.- Herrería, Cancelería y Vidriería.

En la fabricación de la herrería se utilizarán perfiles tubulares tipo Colled rolled calibre 20 de acuerdo con el plano respectivo.

En ningún caso se permite la colocación de piezas en el lugar de su destino cuando no se haya aplicado una mano de pintura anticorrosiva y que esté bien seca, o cuando estén oxidadas o defectuosas.

En la unión de piezas y todos los ensambles sólo se permite el uso de soldadura eléctrica, los bordes, cortes y protuberancias se esmerilarán inmediatamente después de hecha la soldadura. Después del esmerilado no deberán quedar grietas o vacíos dejados por la soldadura, ni bordes que estorben la colocación de los vidrios o den a la pieza mal aspecto.

En la obra de albañilería se tomarán las precauciones necesarias para lograr una buena instalación de la herrería. Sin tener que ejecutar maniobras incómodas. Las dimensiones del claro respecto a las de las ventanas deben de ser de tal manera que permitan emboquillados que no cubran el contramarco de la ventana, ni obstruyan en forma alguna su libre funcionamiento.

Todas las partes móviles de una puerta deberán ajustarse con la precisión que permita un buen funcionamiento y cualquier defecto que tengan antes y después de colocadas. No deberán presentar torceduras y su funcionamiento se verificará libre y fácilmente.

La cancelería de aluminio deberá de mantenerse alejada del contacto con álcalis las cuales atacan la película de óxido y, por lo tanto corroen el aluminio. La exposición prolongada a la intemperie y a la atmósfera tiende a aumentar el espesor de la película de óxido que protege el aluminio. Se tendrá cuidado de observar las siguientes indicaciones para el manejo y colocación de la cancelería de aluminio.

- No maltratar las piezas por el uso descuidado de herramientas, andamios, etc.
- No permitir la acumulación de desperdicio o basura sobre las piezas de aluminio.
- No permitir que el "tirol", yeso, cemento, etc. caigan y se sequen sobre el aluminio.
- No dejar que salpiquen las partes de aluminio con los productos para pulir pisos de terrazo, granito, mosaico, etc.
- No permitir salpicaduras de soldadura cerca de las piezas de aluminio.
- No instalar aluminio en contacto directo con metales ferrosos.

Los trabajos de vidriería comprenden: limpieza de la cancelería, mano de obra, materiales (vidrio, grapas, mastique), y limpieza final de vidrios con una solución de amoníaco para uso doméstico.

Los vidrios se pueden clasificar de acuerdo con su espesor de la siguiente manera:

- Vidrio sencillo: con espesor de 2 mm. y su empleo se reduce a claros cuya dimensión no excede 0.60x0.60 m.
- Vidrio medio doble: con espesor de 3 mm. se emplea en claros comprendidos entre 0.60x0.60 m. y hasta 2.00 m<sup>2</sup>

- Vidrio doble: de 4 y 5 mm, de espesor se emplea en claros mayores de 2.0 m<sup>2</sup> y menores de 4.0 m<sup>2</sup>.
- Vidrio grueso o especial: deberá usarse vidrio de 6 mm, de espesor en claros mayores de 4.5 m<sup>2</sup>.

Para la correcta colocación de los vidrios se deberán observar las siguientes indicaciones:

- Usar buena clase de mastique, y de ser posible silicón.
- Cortar el vidrio al tamaño adecuado.
- Limpiar perfectamente el marco eliminando polvo, óxido, agua, etc.
- Retacar y presionar con firmeza el mastique o silicón para lograr su adhesión.

#### IV.1.2.8.- Acabados.

Los trabajos de acabados a realizarse en la Central de Abastos se refieren básicamente a la colocación de loseta vinílica en pisos y al aplanado repellido para recibir lambrín de azulejo en baños. Los muros divisorios entre bodegas son, como ya se mencionó, de tabique rojo de barro extruído acabado aparente dos caras, por lo que no requieren ningún tratamiento posterior a su colocación que no sea el de dejarlos perfectamente limpios.

- Pisos.

Se requiere de un acabado fino de cemento en los pisos de tal manera que sirva de preparación para la instalación del piso final que será de loseta vinílica.

Para el acabado fino se aplica una mezcla de cemento en proporción 1:3 y de un espesor mínimo de un centímetro, si es necesario un espesor mayor de dos centímetros, deberá hacerse la mezcla con conquitillo o arena gruesa y esta capa no será nunca mayor de 5 cm. Previo a su colocación se limpia el firme de polvos, grasas o cualquier material extraño que pudiese provocar la falta de adherencia, la base se debe humedecer para lograr una saturación de la superficie.

Deben de colocarse maestras para dar el nivel requerido con un espaciamiento máximo de 2.0 m., formados con la misma mezcla y que sirven como guías para correr la regla de metal en dos sentidos a fin de dar el nivel deseado.

El tipo de loseta, dimensiones, calidades, espesor y color está sujeto a lo indicado en proyecto. Para la colocación de la loseta se procede primero a marcar, sobre el piso de acabado fino, ejes perpendiculares en el centro del local que sirven como guía para la colocación haciendo una repartición previa.

El adhesivo se aplica de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Generalmente los adhesivos deben secar por lo menos una hora, hasta que al tocarlo se adhiera a los dedos sin manchar o desprenderse de la base, antes de que la loseta sea colocada. Es permitido el empleo de soplete de gasolina, calentando las losetas hasta que se vuelvan flexibles, colocándolas sobre la capa de pegamento y presionándolas con un rodillo liso de metal o madera teniendo cuidado de que el pegamento no salga por las uniones y manche la loseta.

Los recortes deben ser nítidos y limpios tanto en muros como en columnas, registros, etc. Las juntas entre las losetas serán a hueso, sin tropezones y formando líneas continuas. No se permiten arrugas, burbujas, juntas abiertas o desniveles y ondulaciones mayores de 0.5 mm.

- Muros.

Los muros en baños, hechos de tabique rojo recocido, deben ser aplanados con un mortero a fin de tener una base para recibir el acabado final especificado.

Los aplanados se clasifican de acuerdo con el material que los compone y su acabado en la superficie. En los muros de los baños se aplicó un mortero cemento-arena en proporción 1:3 acabado repellido. Pevio a la aplicación del mortero, las superficies por cubrir deben humedecerse y no se permitirán espesores mayores de dos centímetros.

El acabado final en los muros de los baños es de azulejo blanco de 11.0 x 11.0 cm.

Antes de la colocación del azulejo este debe dejarse en remojo un período de 12 hrs. Se permite el uso de mortero "Crest" para la colocación, en cuyo caso el espesor será de 3 mm. y el azulejo no debe remojar-se.

Los azulejos se colocan con mortero cemento-arena en proporción 1:4 y sobre muros previamente humedecidos, el espesor del mortero no será mayor de 2 cm.

Los azulejos deben quedar a plomo, a nivel y sin desplazamientos. Una vez colocados se lechadearán con cemento blanco para que las juntas queden perfectamente llenas. En regaderas

se usará cemento crest blanco para lechadear y se agregará fests-tegral al mortero cemento-arena.

#### IV.1.2.9.- Limpieza general de la obra.

La limpieza general de la obra se refiere a la remoción de escombros, cascajo, desperdicios y materiales inservibles que deben ser retirados de la obra para mantenerla ordenada y limpia durante el proceso de construcción, así como a la limpieza que debe hacerse de todos los elementos que integran la obra para hacer la entrega final de la misma.

La limpieza está dividida en: limpieza durante la obra y limpieza final.

##### Limpieza durante la obra.

Este trabajo es ejecutado por los responsables de cada especialidad, de tal manera que se recupere el material que sea utilizable, esta actividad se realiza diariamente y cuantas veces sea necesario, removiendo los materiales, escombros, polvo, cascajo, basura y desechos que impidan el libre tránsito en la obra. El producto de la limpieza efectuada dentro de la obra debe sacarse fuera del área de trabajo en forma constante para mantener un aspecto limpio.

##### Limpieza final de la obra.

Según sea el tipo de acabados se emplean diferentes artículos de limpieza.

Superficies de concreto y similares. Se limpian con agua, solventes y cepillos de alambre.

Superficies de barro, adoquín, etc. Se hace con los productos indicados para superficies de concreto, además de ácido muriático diluido en agua (10% ácido - 90% aguas) para las manchas de cemento.

Superficies de loseta vinílica. Se realiza con agua y detergente, aplicando posteriormente el encerado indicado en las especificaciones correspondientes.

Lambrines de azulejo, muebles de baño, etc. Se quitan etiquetas y manchas de cemento u otros materiales, humedeciéndose la superficie y removiéndolas con navaja o espátula fina, procurando no ejercer presión excesiva que los raye, estrelle, manche o rompa; posteriormente se limpiarán las superficies con agua y jabón.

Limpieza de vidrios y espejos. Los vidrios deben limpiarse quitándoles todas las materias extrañas con la ayuda de una espátula o de una navaja, pudiéndose emplear aguarrás. Por último se limpian con agua y papel hasta dejarlos transparentes.

## IV.2 URBANIZACION.

Dentro de las obras de urbanización a realizar se encuentra la construcción de guarniciones, banquetas y calles.

Las guarniciones serán de concreto simple premezclado con un  $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$  con una sección de  $0.70 \times 0.30 \times 0.15 \text{ cm.}$ , utilizando cimbra metálica en su construcción.

Las banquetas serán de concreto simple premezclado con un  $f'_c = 150 \text{ kg/cm}^2$ , tendrán un espesor de 8 cm. escobillándose integralmente y colándose en forma de tablero de ajedrez.

Para la construcción de las calles de pavimento flexible se tomarán en cuenta las siguientes indicaciones:

- Construcción de la capa base. Se verificará que el contenido de humedad sea el óptimo, la compactación se hará en capas cuyo espesor en estado suelto no sea mayor de 15 cm. Se realizarán pruebas en las distintas capas compactadas para verificar que el porcentaje alcanzado al construirlas no sea menor en promedio al especificado en los planos estructurales.
- Riego de impregnación. Terminada la construcción de la capa base se deja orear por un tiempo mínimo de 24 horas, a continuación se limpiará la superficie y se aplicará un riego de impregnación con asfalto rebajado de fraguado medio FM-1 a razón de  $1.5 \text{ lts/m}^2$ .
- Antes de proceder a la construcción de la capa de rodamiento se aplicará un riego de liga con asfalto rebajado de fraguado rápido FR-3 a razón de  $0.75 \text{ lts/m}^2$ .

- Para la construcción de la carpeta asfáltica deberá utilizarse una mezcla formada con un material pétreo graduado y como aglutinante, cemento asfáltico No. 6. La carpeta tendrá 10 ó 12 cm. de espesor de acuerdo con los planos correspondientes y se compactará hasta alcanzar el 95% de compactación con respecto a su peso volumétrico máximo.
  
- El tendido deberá ser uniforme y a una temperatura constante de 120°C - 150°C.
  
- Sobre la carpeta asfáltica, se aplicará finalmente un sello con material asfáltico 3-A y asfalto FR-3.

**CARACTERISTICAS DE LOS MATERIALES DE LA MEZCLA  
ASFALTICA**

<b>M A T E R I A L P E T R E O</b>	a) GRANULOMETRIA: TAMAÑO MAXIMO DE AGREGADO 3/4"	
	MALLA	% QUE PASA
	1"	100
	3/4"	90 - 100
	1/2"	75 - 100
	3/8"	65 - 100
	1/4"	54 - 82
	No. 4	48 - 70
	No. 10	32 - 49
	No. 20	22 - 33
No. 40	17 - 26	
No. 60	11 - 20	
No.100	9 - 15	
No.200	5 - 10	
b) PARTICULAS ALARGADAS O EN FORMA DE CAJA 35% MAXIMO.		
c) AFINIDAD CON EL ASFALTO, DESPRENDIMIENTO POR FRICCIÓN 25% MAX.		
d) EQUIVALENTE DE ARENA 55% MAX.		
e) DESGASTE 40% MAX.		
f) CONTRACCION LINEAL 2% MAX.		
<b>C E M E N T O A S F A L T O No. 6</b>	a) DUCTILIDAD A 25°C	100 CM. MIN.
	b) PENETRACION FURUGT	80 - 100
	c) VISCOSIDAD SAYBOGT	85 SEG. MIN.
	d) PUNTO DE INFLAMACION	232°C MIN.
<b>M E Z C L A A S F A L T I C A</b>	a) FLUJO	2.0 - 4.5 MM.
	b) ESTABILIDAD	450 KG. MIN.
	c) VACIOS EN AGREGADO PETREO	14 % MIN.

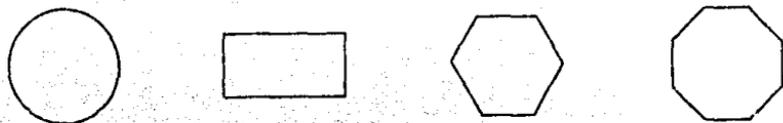
## V.- PROGRAMA DE OBRA

En este capítulo aplicaremos el Método de la Ruta Crítica para elaborar el programa de obra del proyecto de la Central de Abastos de Ecatepec, Estado de México; pero primeramente presentaremos las bases teóricas generales del Método.

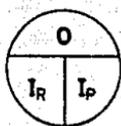
En México se empezó a utilizar el Método de la Ruta Crítica en el año de 1961, por la Dirección General de Construcción de Edificios y por la Secretaría de Obras, con excelentes resultados, razón por la cual, en 1962, la Comisión Federal de Electricidad adopta este método para la planeación, programación y control de obras que se llevan a cabo en todo el país.

El Método de la Ruta Crítica tiene como elementos básicos un diagrama y una ruta crítica. El diagrama está formado por eventos (nodos) y actividades.

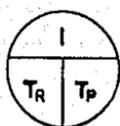
El evento representa la iniciación o terminación de una actividad que puede o no consumir tiempo y recursos, además de que los eventos deben sucederse en una secuencia lógica, teniendo diversas formas geométricas para representarse, tales como círculos, rectángulos, hexágonos, octágonos, etc.



Para el caso del presente trabajo utilizaremos la que se basa en un círculo, por lo que la representación quedará así:



I



T

En la parte superior del evento (círculo) se colocará el número que le corresponde.

El evento puede ser inicio o terminación, dependiendo de la actividad de que se trate, por lo tanto, la nomenclatura de los eventos será:

- $I_P$ .- Tiempo de iniciación más próxima de la actividad.
- $I_R$ .- Tiempo de iniciación más remota de la actividad.
- $T_P$ .- Tiempo de terminación más próximo de la actividad.
- $T_R$ .- Tiempo de terminación más remoto de la actividad.
- I.- Evento Inicial.
- T.- Evento final o de terminación.

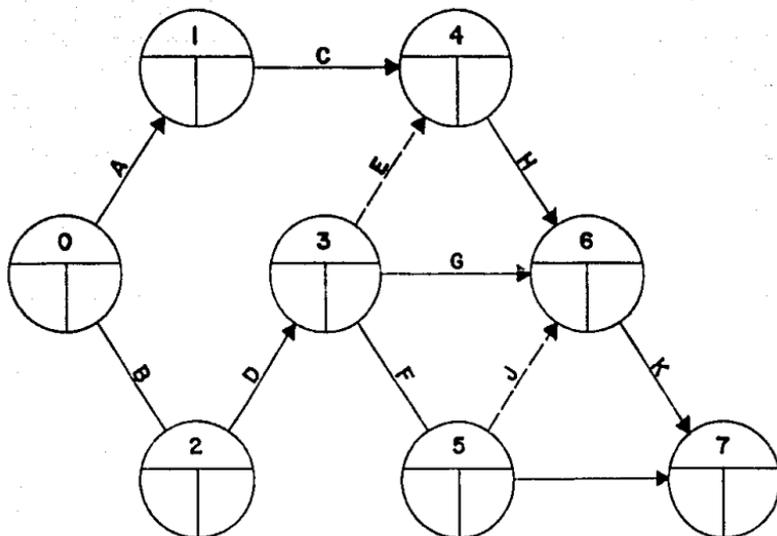
La actividad es la ejecución física de una labor que consume tiempo y recursos, representándose por una flecha y quedando enmarcada por dos eventos.



Una actividad ficticia, es aquella que no consume tiempo ni recursos, se representa con una línea punteada, que al igual que la anterior, queda enmarcada entre dos eventos. Se usa únicamente para expresar restricciones definidas en el proceso constructivo, como son las dependencias entre actividades.



El conjunto de actividades constituyen una cadena y el conjunto de cadenas ligadas entre sí constituyen la red o diagrama.



El Método de la Ruta Crítica es una técnica de planeación y programación de todas y cada una de las actividades que integran un proyecto, cuya finalidad primordial es obtener un pronóstico global del tiempo de ejecución de dicho proyecto, derivado de un análisis cuantitativo de los recursos disponibles.

Este Método se aplica en cualquier situación, en la cual se deban llevar a cabo una serie de actividades relacionadas entre sí, con el fin de alcanzar un objetivo determinado.

A continuación se presentan las fases que integran el Método de la Ruta Crítica y que se pueden tomar como guía para cualquier proceso constructivo, sin importar su complejidad o sencillez

#### PLANEACION.

- a) Lista de Actividades.
- b) Tabla de Secuencias de Ejecución.
- c) Diagrama de Actividades (Red de Flechas).

#### PROGRAMACION.

- a) Cálculo de Tiempos y Recursos (Tabla).
- b) Obtención de la Ruta Crítica.
- c) Diagrama de Barras

#### CONTROL.

- a) Uso de Holguras.
- b) Control de Tiempo.

## V.1.- PLANEACION.

Consiste en determinar todas y cada una de las actividades que integran la ejecución de la obra, sin omitir alguna; con esto se hace una representación convencional de la ejecución de la obra, en la que queda claramente expresado el orden en que deberán ejecutarse tales actividades y su interdependencia, esto será respetando las limitaciones de espacio, tiempo y recursos disponibles.

### V.1.1.- Lista de Actividades.

Se refiere al listado de todas las actividades de que se compone el proceso constructivo, así como de los trabajos que integran cada una de estas actividades, con el fin de tener una idea clara y precisa de sus alcances y sus limitaciones. Para la realización de este listado, se hará caso omiso a la secuencia obligada de ejecución, ya que lo importante de esta etapa es que no falte ninguna actividad.

### A.- FIRMA DE CONTRATO.

Se refiere a los siguientes trabajos, la Firma del Contrato por las partes involucradas, entrega de fianzas correspondientes, recepción de especificaciones y documentos, así como del anticipo y la entrevista con la supervisión asignada. Por lo tanto junto con la aceptación o Firma del Contrato damos inicio a la obra.

### B.- TERRACERIAS.

Consiste en los trabajos de excavación, relleno y desalojo de excedentes. La excavación es el desalojo de todo el material existente en el área donde irá desplantada la cimentación.

El relleno es de tipo mejorado, haciéndose en capas de 20 cm. de espesor a base de tepetate y tezontle compactados, finalmente el material producto de la remoción será acarreado en camiones y depositado en un solo lugar fuera del área de trabajo.

### C.- PRELIMINARES.

Se refiere a los trabajos de: Despalme de Terreno el -- cual se realizará con medios mecánicos y consiste en el retiro de la capa vegetal y escombros que estorban en el área de trabajo, por lo que su objetivo, es dejar libre de obstáculos o estorbos la zona de trabajo. El material producto del despalme se concentrará en una zona fuera del área de trabajo por medio de camiones. Trazo y Nivelación, es la fijación de los ejes principales, bancos de nivel y referencias necesarias para la localización rápida de cualquier punto de interés, así como las marcas que delimitan el área de excavación. Es importante la buena realización de estos trabajos, ya que de ello depende el evitar problemas posteriores que afecten las dimensiones consideradas. Demoliciones de Carpeta Asfáltica, Banquetas y Guarniciones de Concreto, es el retiro con medios mecánicos o a mano de la carpeta asfáltica, así como de guarniciones y banquetas. El acarreo de los materiales producto de las demoliciones se realizará con camiones a una zona única y fuera del área de trabajo.

### D.- INSTALACION PLUVIAL.

Se consideran los trabajos de suministro y colocación de tubería de FoFo y accesorios, fabricación de canalón a base de lámina galvanizada calibre 20, construcción de canal de desagüe a base de concreto armado, construcción de registros de 40x60 cm. con tabique rojo recocido y fabricación de rejilla corrediza para retención de basura a base de solera de  $1\frac{1}{2}$ " x  $\frac{1}{4}$ " y ángulo de  $1$ " x  $1\frac{1}{2}$ " x  $\frac{1}{4}$ ". Además se considera todo lo necesario

para la correcta ejecución de los trabajos, conforme las especificaciones de planos,

#### E.- INSTALACION HIDRAULICA.

Consiste en los trabajos de suministro, colocación y pruebas de tubería, válvulas y accesorios de fierro galvanizado, fierro fundido y P.V.C.; construcción de caja de inundación para incendio de tabique rojo recocido; construcción de cajas para agua potable de tabique rojo recocido; y construcción de registros de 40 x 40 cm. de concreto armado para el sistema de riego. Estos trabajos incluyen todo lo necesario para su correcta ejecución.

#### F.- CIMENTACION.

Se incluyen los trabajos de suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo; cimbrado y descimbrado con acabado común y aparente; colados de concreto premezclado incluyendo el vibrado y el curado del mismo, así como el escobillado de losa de cimentación con endurecedor. En este tipo de trabajos se incluye todo lo necesario para su correcta ejecución.

#### G.- PAVIMENTOS.

Se refiere a los trabajos de construcción de guarniciones y banquetas a base de concreto premezclado; los riegos de impregnación y de liga con asfalto rebajado de fraguados medios y rápido; la construcción de la carpeta asfáltica de 10 cm. de espesor compactada al 95% de la prueba proctor estandar; el sello con material asfáltico, así como los acarrees y todo lo necesario para su correcta ejecución.

#### H.- INSTALACION SANITARIA.

En esta actividad se incluyen los trabajos de demolición de carpeta asfáltica, excavación en cepas, cama de arena de 5 cm. de espesor, suministro y colocación de albañal de concreto simple, construcción de registros y pozos de visita a base de tabique rojo recocido, relleno de cepas con material producto de la excavación, suministro y colocación de tubería de P.V.C. para descarga de lavabos, así como todo lo necesario para su correcta ejecución conforme a los planos de instalaciones.

#### J.- MUROS.

Se consideran los trabajos de construcción de muros de tabique rojo extruido (Sta. Julia) y muros de concreto armado. El muro de tabique rojo extruido (Sta. Julia) incluye el suministro de material, colocación y junteado con mortero cemento-arena con acabado aparente por ambas caras. En muros de concreto armado se incluye suministro, habilitado y colocación de acero, cimbrado y descimbrado; vaciado, vibrado y curado del concreto premezclado, así como todo lo necesario para su correcta ejecución.

#### K.- ESTRUCTURAS.

Se refiere a los trabajos de construcción de todos los elementos estructurales (columnas, traveses y losas), para lo cual se requiere del suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo, que se realizará conforme a especificaciones de planos estructurales. La cimbra se habilitará de acuerdo a especificaciones y se curará con diesel o aceite quemado. El concreto será premezclado conforme a especificaciones de planos, se incluye el vibrado y curado del concreto, así como todo lo necesario para su correcta ejecución.

#### L.- PISOS.

El piso será de concreto premezclado de 10 cm. de espesor, armado con malla electrosoldada. Los trabajos incluyen suministro, habilitado y colocación de acero, cimbrado, vaciado vibrado y curado del concreto, así como todo lo necesario para su correcta ejecución.

#### M.- INSTALACION DE GAS.

En esta actividad se incluyen los trabajos de suministro colocación y pruebas de tubería de cobre, válvulas, calentadores, tanques estacionarios, así como todos sus aditamentos necesarios para su correcta operación.

#### N.- INSTALACION ELECTRICA.

Se refiere al suministro y colocación de todo el material eléctrico como: lámparas fluorescentes, centros de carga, interruptores de seguridad, tubería conduit, contactos, varillas del sistema de tierras, cableado de cobre, pararrayos, cajas de registro, conduit galvanizado, chalupas y cajas galvanizadas, así como contras, conectores y monitores para tubería conduit galvanizada; además se incluyen las pruebas correspondientes para su correcto funcionamiento.

Todos los trabajos se realizarán conforme a las especificaciones de los planos de instalaciones eléctricas.

#### P.- CUBIERTAS.

Se consideran los trabajos de construcción de losa a base de vigueta y bovedilla que incluye los trabajos de: cimbrado y descimbrado, colocación de malla electro soldada, vaciado, vi-

brado y curado de concreto y todo lo necesario para su correcta ejecución conforme a los planos estructurales.

Además se consideran los trabajos en la azotea de: relleno de tezontle y entortado de mortero de cemento-arena, enladrillado con ladrillo rojo recocido, impermeabilización y chaflán de concreto.

En las bodegas con mezzanine o entrepiso se considera suministro y colocación de losacero Romsa con una capa de compresión de concreto de 12 cm. de espesor. En estos trabajos se incluye todo lo necesario para su correcta ejecución.

#### R.- INSTALACION TELEFONICA.

Comprende los trabajos de suministro e instalación y pruebas de ductos embisagrados, ducto tipo conduit y salidas para teléfono, así como la fabricación de registros de 30 x 30 cm. y todo lo necesario para su correcta ejecución.

#### T.- INSTALACION DE SONIDO.

Se refiere a los trabajos de suministro, colocación e instalación de bocinas de 8" y 2 Ohms de 3 ampers, transformador y amplificador de sonido, así como todo el cableado y lo necesario para su correcta ejecución y operación.

#### U.- ACABADOS.

Consiste en los trabajos de suministro y colocación de azulejo, zoclo y loseta vinílica, aplicación de pintura ahulada y vinílica, aplanados con mortero cemento arena construcción de tapa junta horizontal a base de losa de concreto de 8 cm. de espesor, así como todo lo necesario para su correcta ejecución.

#### V.- INSTALACION DE AIRE,

Estos trabajos incluyen el suministro y colocación de: extractores de aire tipo giratorio modelo Apolo de 60 cm. de diámetro de garganta, ductos de lámina galvanizada calibre 22, así como todo lo necesario para su correcta ejecución y operación.

#### W.- JARDINERIA.

Se consideran los trabajos de suministro y sembrado de árboles, relleno de tierra vegetal en jardinería, suministro y colocación de pasto, además se incluye un porcentaje de reposición, conservación y mantenimiento en un plazo de cuarenta y cinco días a partir de su plantación.

#### X.- MUEBLES Y ACCESORIOS SANITARIOS.

Se refiere al suministro y colocación de inodoros, lavabos, mingitorios, fregaderos, juegos de llaves para lavabos, juegos de accesorios para baño y fluxómetros, así como las pruebas correspondientes y todo lo necesario para su correcta ejecución y operación.

#### Y.- HERRERIA.

Se consideran los trabajos de fabricación y colocación de: puertas a base de perfiles tubulares, tope para anden de carga y descarga a base de IPR de 4" x 3"; cortina metálica para bodegas a base de carrillera metálica cal. 20; faldón a base de lámina pinto calibre 30; Escaleras de 4.0 x 1.1 m. a base de vigueta "I" de 9" x 4" x 1/4"; rejilla corrediza para retención de basura de 2.0 x 0.5 m. a base de solera de 1 1/2" x 1/4" con ángulo de 1" x 1 1/2" x 1/8" ; fabricación de mamparas para sanitarios de lamina acanalada calibre 20; colocación de placa de

600 x 350 x 19.05 mm. las cuales irán ahogadas en las columnas así como el suministro y colocación de vigas IR de 40.6 x 74.4 kg/m de 6.0 m. de longitud que se utilizarán en las bodegas con mezzanine o entrepiso.

Algunos de estos trabajos se habilitarán fuera de la obra, conforme a las especificaciones y dimensiones indicadas en planos.

#### Z.- CANCELERIA.

Se consideran los trabajos de suministro y colocación de ventanas fabricadas a base de aluminio anodizado, así como el anclaje y todo lo necesario para su correcta ejecución.

#### AA.- DETALLES DE TERMINACION.

Este concepto se refiere a los trabajos que se hayan omitido u olvidado y que por alguna circunstancia represente un atraso en el desarrollo de las actividades.

#### AB.- VIDRIERIA.

Se incluyen los trabajos del suministro y colocación de tabletas de cristal, espejos, vidrios y cristal flotado de diferentes espesores y cortado a las medidas requeridas. En este concepto se incluye un andamio para la colocación de vidrios, así como todo lo necesario para su correcta ejecución.

#### AC.- LIMPIEZA.

Se realizará la limpieza de toda la obra; con esto se quiere decir, limpieza de muebles sanitarios, puertas, cancelas divisorias, muros, vidrios, azoteas, pisos de concreto, carpeta asfáltica y cualquier pequeño detalle que se tenga -- que limpiar para poder entregar la obra.

### V.1.2.- Tabla de Secuencias de Ejecución.

Esta etapa consiste en determinar la secuencia lógica de las actividades que se han enlistado, esto será sin aferrarse a una rutina y teniendo en cuenta que siempre podrán existir alternativas.

Este seguimiento se conoce también como Matriz de Secuencias y Precedencias, que no es más que una forma de analizar el orden en que deben ejecutarse las actividades que integran la obra, teniendo en cuenta los requisitos de la misma.

Dicha Matriz se elabora anotando en renglones como en columnas el nombre de las actividades, por lo que, si tenemos N actividades en N renglones, se tendrán las mismas "N" actividades en "N" columnas, por lo tanto se deben tener presente las siguientes recomendaciones.

- a) Se analiza la actividad de la columna correspondiente a cada uno de los renglones y se determina que actividad(es) puede(n) hacerse inmediatamente después de terminar la primera, para lo que se habrá de señalar con una "X" en la(s) intersección(es) con la(s) actividad(es) que se pueda(n) ejecutar(se) inmediata(s) a la del renglón correspondiente.
- b) Se deben analizar las actividades de cada una de las columnas y se determinará qué actividad(es) será(n) precedente(s) a la actividad en cuestión, por lo que, se deberá recorrer la columna examinando los renglones y se marcará con una "X" la intersección con la(s) actividad(es).

Por lo tanto se deberá revisar por los dos caminos ( renglones y columnas) para verificar secuencias y no caer en falsas dependencias.

En la Fig. V.1 presentamos la Matriz de Secuencias y Precedencias de la construcción de la Central de Abastos de Ecatepec, Estado de México.

#### V.1.3.- Diagrama de Actividades.

El Diagrama de Actividades de la Ruta Crítica, consiste en una Red de Flechas y se considera como la representación gráfica muy particular de cada obra, usando representaciones convencionales a través de las cuales se expresa la secuencia trazada de todas las actividades, conforme a la Tabla de Secuencias.

En la elaboración del Diagrama de Flechas nos apoyamos en la Matriz de Secuencias y Precedencias, descrita anteriormente, así como en la descripción de tiempos y recursos (ver capítulo V.2.1).

Para la construcción de la red, debemos de tener presente que ésta constituye un modelo gráfico de la obra, por lo que se tendrá cuidado de las siguientes recomendaciones:

- a) El numeral del evento final de cada actividad será mayor que el del evento inicial.
- b) El evento inicial de toda la red, se considera como iniciación más próxima el día cero, que corresponde a la fecha del calendario en que pretende iniciarse la obra.
- c) Si en algún evento concurren dos o más actividades, el inicio más próximo que se considere será el mayor.

MATRIZ DE SECUENCIAS Y PRECEDENCIAS

ACTIVIDADES INMEDIATAS SIGUIENTES → ↓ ACTIVIDADES INMEDIATAS PRECEDENTES		ACTIVIDADES																								
		A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P	R	T	U	V	X	Y	Z	AA	AB	AC	
A	FIRMA DE CONTRATO		X	X																						
B	TERRACERIAS			X	X																					
C	PRELIMINARES				X	X																				
D	INSTALACION PLUVIAL					X	Y																			
E	INSTALACION HIDRAULICA							Y																		
F	CIMENTACION								X	X																
G	PAVIMENTOS									X	X															
H	INSTALACION SANITARIA											X	Y							Y						
J	MUROS												X	Y												
K	ESTRUCTURAS														X											
L	PISOS															X										
M	INSTALACION DE GAS																Y	X				X				
N	INSTALACION ELECTRICA																	X	X							
P	CUBIERTAS															Y										
R	INSTALACION DE TELEFONO																X									
T	INSTALACION DE SONIDO																	X								
U	ACABADOS																		X							
V	INSTALACION DE AIRE																			X						
W	JARDINERIA																								X	
X	MUEBLES Y ACCESORIOS SANITARIOS																			X						
Y	HERRERIA																									X
Z	CANCELERIA																									X
AA	DETALLES DE TERMINACION																									X
AB	VIDRIERIA																									X
AC	LIMPIEZA																									X

FA C U L T A D D E I N G E N I E R I A U . N . A . M .

TESIS PROFESIONAL  
ENERO DE 1990.

MATRIZ DE SECUENCIAS  
Y PRECEDENCIAS.

FIG. V. I

Este sistema seguirá así hasta llegar al último evento de la red, por lo que la cantidad calculada la repetimos en el último evento, quedando terminación próxima igual a terminación remota; en este momento se habrá determinado el tiempo de ejecución de la obra.

d) Se presentará una actividad crítica cuando se tengan los siguientes casos.

d.1) Los dos valores del evento inicial y del evento final de una actividad sean idénticos, y por lo tanto la holgura sea cero.

d.2) La diferencia entre terminación remota e inicio próximo, debe de ser igual a la duración de la actividad.

En la elaboración del Diagrama de Flechas tenemos dos tipos de holguras:

a) Holgura libre es el tiempo de una actividad que puede retrasarse sin afectar las fechas de inicio de las actividades que le suceden.

b) Holgura total es el tiempo que puede desplazarse una actividad sin que se modifique la duración total del proyecto.

## V.2 PROGRAMACION.

La programación consiste en calcular las duraciones de todas y cada una de las actividades que forman la estructura del Proyecto; es un pronóstico numérico derivado de los recursos y medios al alcance para cumplir con lo planeado.

En el lenguaje de la programación se entiende por recurso a todo elemento que puede ser útil como medio para el logro de un objetivo. De todos estos elementos, el tiempo es el factor que interesa a toda programación, sin embargo como todos sabemos "el tiempo es dinero" y generalmente, el dinero se estima como el más importante de los recursos, pero más bien esto es porque se considera el común denominador de todos los otros, que a su vez dependerán de muchos factores dentro del mercado.

Simplemente como advertencia se hace notar que a veces nos olvidamos de recursos tan aparentemente sencillos como el espacio y este en alguna ocasión podría ser el elemento crítico dentro de un área de trabajo.

### V.2.1.- Cálculo de Tiempos y Recursos.

Consiste en fijar cuantitativamente las duraciones estimadas de cada una de las actividades que integran el proyecto. Las duraciones se determinarán en base a los recursos y medios al alcance, o de aquellos que deberán asignarse para cumplir con el programa establecido.

La asignación de recursos consiste en programar los insumos de una obra de tal manera que su uso sea óptimo.

Un orden lógico en la asignación de recursos es la siguiente:

- a.- Determinar los recursos que son necesarios para cumplir con cierta actividad en un tiempo determinado.
- b.- Con las restricciones de la Red de Actividades y con las duraciones, comprobar que el período de realización sea el indicado en el contrato y si esto no ocurriera, asignar más recursos (horas extras, turnos, equipo de mayor capacidad o cambiar el método constructivo), a las actividades que componen la Ruta Crítica.
- c.- De lo anterior se obtiene la forma en que son requeridos los recursos a lo largo del tiempo y haciendo uso de las actividades que tienen holguras se debe optimizar el uso de los recursos de tal manera que no tengan períodos ociosos.

Los recursos que son involucrados en la realización de una obra suelen tener una distribución lo más parecida a la normal o Gaussiana.

Para la obtención de rendimientos cuenta mucho la experiencia, por lo que consideraremos los rendimientos propios de la compañía.

Por lo tanto, de lo anterior se desprende lo siguiente:

A.- FIRMA DE CONTRATO.- La duración de esta actividad depende de la aceptación o firma del contrato, trabajo que corresponde a la compañía que solicita el servicio de construcción, por lo tanto, se considera para este caso una duración de 5 (cinco) días.

DURACION: 5 días.

B.- TERRACERIAS.- Como se mencionó en la descripción de la actividad, engloba tres tipos de trabajo los cuales van muy ligados entre sí, es por esto que no necesariamente se debe de terminar cada trabajo para iniciar el otro, por lo que estos trabajos irán traslapados, es decir, al llevar un 30% de avance en la excavación, se podrá iniciar con el relleno. Por lo que al realizar el análisis para determinar los recursos necesarios para desarrollar los trabajos, así como sus rendimientos, se obtuvo lo siguiente:

- Excavación para desplantar cimentación Volumen 16 956 m<sup>3</sup>  
 Personal: 3 Operadores Maquinaria: 3 Traxcavos 951-C  
 6 Ayudantes  
 Rendimiento por Traxcavo 471 m<sup>3</sup>/dfa con operador y dos ayudantes.

$$\frac{16\ 956\ m^3}{3\ (471\ m^3/dfa)} = 12\ d\text{ías} \qquad \text{Total: 12 d\text{ías}}$$

- Relleno mejorado a base de tepetate, tezontle y cal -- hidratada. Volumen 12 820 m<sup>3</sup>  
 Personal: 3 Operadores Maquinaria: 3 Motoconformadoras  
 15 Peones CAT-120 CATERPILLAR  
 Rendimiento: Por Motoconformadora 385 m<sup>3</sup>/dfa con operador y tres ayudantes.

$$\frac{12\ 820\ m^3}{3\ (385\ m^3/d\text{ía})} = 11\ d\text{ías} \qquad \text{Total: 11 d\text{ías}}$$

- Acarreo de material producto de la excavación Volumen 16 956 m<sup>3</sup>  
 Personal: 18 Choferees  
 18 Ayudantes de chofer  
 Maquinaria: 18 camiones volteo de 6 m<sup>3</sup>c/u.  
 Rendimiento por camión 84 m<sup>3</sup>/día.

$$\frac{16\ 956\ m^3}{18\ (84\ m^3/d\text{ía})} = 11.5\ d\text{ías} \qquad \text{Total: 11.5 d\text{ías}}$$

DURACION ESTIMADA DE LA ACTIVIDAD B: 15 DIAS.

C.- PRELIMINARES,- Las actividades que integran esta actividad al igual que la anterior se traslapan, por lo que no necesariamente debe terminarse un trabajo para iniciar el otro, por lo tanto, los recursos empleados para esta actividad son:

- Trazo y nivelación del terreno. Area: 36 460 m<sup>2</sup>  
 Personal: 2 Topógrafos  
 de dos 2 Auxiliares topógrafos  
 cuadrillas 8 Cadeneros  
 4 Peones  
 Rendimiento por cuadrilla 2 025 m<sup>2</sup>/dfa.

$$\frac{36\ 460\ m^2}{2\ (2\ 025\ m^2/dfa)} = 9\ d\ f\ a\ s \qquad \text{Total: } 9\ d\ f\ a\ s$$

- Despalme de capa de terreno vegetal. Area: 36 460 m<sup>2</sup>  
 Personal: 2 Operadores Maquinaria: 2 Traxcavos 951-C  
 4 Ayudantes  
 Rendimiento por traxcavo 1 300 m<sup>2</sup>/dfa con operador y ayudante.

$$\frac{36\ 460\ m^2}{2\ (1\ 300\ m^2/dfa)} = 14\ d\ f\ a\ s \qquad \text{Total: } 14\ d\ f\ a\ s$$

- Demolición de pavimentos, banquetas y guarniciones con herramienta manual. Volumen 127 m<sup>3</sup>  
 Personal: 20 Peones.  
 Rendimiento por par de peones 1.8 m<sup>3</sup>/dfa.

$$\frac{127\ m^3}{10(1.8\ m^3/dfa)} = 7\ d\ f\ a\ s \qquad \text{Total: } 7\ d\ f\ a\ s$$

DURACION ESTIMADA DE LA ACTIVIDAD C: 20 DIAS.

D.- **INSTALACION PLUVIAL.**- Esta actividad engloba trabajos diferentes pero ligados entre sí, por lo que no es condición necesaria terminar uno para poder iniciar otro, con lo que se establece que las actividades irán traslapadas. Los recursos necesarios para elaborar los trabajos así como sus rendimientos serán:

- Fabricación y colocación de rejilla de piso para retención de basura y de canalón de lámina calibre #20 para recolección de aguas pluviales cantidad: 2670 kg.

Personal: 4 Oficiales herreros

8 Ayudantes

Equipo: 4 Equipos de soldar eléctrico de 300 Ampers c/u

Rendimiento: 97 kg/día por cada oficial herrero con dos ayudantes.

$$\frac{2670 \text{ kg}}{4 (97 \text{ kg/día})} = 6.8 \text{ días} \quad \text{Total: 7 días}$$

- Construcción de red de drenaje de 15 y 20 cm. de diámetro en una longitud de 730 m. así como de 70 registros de 40 x 60 x 100 cm.

Personal: 10 Oficial Albañil

20 Peones

Rendimiento: 6.1 m/día por cada albañil con dos peones incluyendo los registros.

$$\frac{730 \text{ m}}{10 (6.1 \text{ m/día})} = 11.9 \text{ días} \quad \text{Total: 12 días}$$

- Suministro y colocación de tubería de FoFo de 2" y 4" de diámetro con sus conexiones (codos, TEES, YEES, etc). En una longitud de 680 m.

Personal: 8 Plomeros  
16 Ayudantes

Rendimiento: 7.1 m/día incluyendo conexiones por cada plomero con sus dos ayudantes.

$$\frac{680 \text{ m}}{8 (7.1 \text{ m/día})} = 12 \text{ días} \quad \text{Total: 12 días}$$

- Construcción de canal de desagüe pluvial, a base de concreto armado. Longitud: 660 m

Personal: 16 Oficial Albañil  
32 Peones

Rendimiento 2.95 m/día por cada albañil con dos peones.

$$\frac{660 \text{ m}}{16 (2.95 \text{ m/día})} = 14 \text{ días} \quad \text{Total: 14 días}$$

DURACION ESTIMADA DE LA ACTIVIDAD D: 25 DIAS.

E.- INSTALACION HIDRAULICA.- Los trabajos que integran esta actividad son suministro, colocación y prueba de tubería y accesorios en materiales de fierro galvanizado, asbesto-cemento y PVC, por lo que el suministro de la tubería se puede realizar junto con la construcción de la obra e iniciar su colocación lo más pronto posible.

Una vez llegado el 20% de avance en la colocación de la tubería, se pueden iniciar las pruebas correspondientes, por lo tanto estos trabajos irán traslapados terminando con las pruebas.

- Suministro, colocación y pruebas de tubería de fo.ga.con sus conexiones en una longitud de 1160 m.

Personal: 4 Plomeros  
8 Ayudantes

Rendimiento 16.1 m/día por cada plomero con dos ayudantes.

$$\frac{1160}{4 (16.1 \text{ m/día})} = 18 \text{ días} \quad \text{Total: 18 días}$$

- Suministro, colocación y pruebas de tubería de asbesto-cemento en un longitud de 380 m.

Personal: 3 Plomeros  
6 Ayudantes

Rendimiento 10.6 m/día por cada plomero con dos ayudantes.

$$\frac{380 \text{ m}}{3 (10.6 \text{ m/dfa})} = 12 \text{ días} \quad \text{Total: 12 días}$$

- Suministro, colocación y pruebas de tubería de PVC.  
Con conexiones en una longitud de 920 m.

Personal: 3 Plomeros  
6 Ayudantes

Rendimiento: 21.9 m/dfa por cada plomero con dos ayudantes.

$$\frac{920 \text{ m.}}{3 (21.9 \text{ m/dfa})} = 14 \text{ días} \quad \text{Total: 14 días}$$

- Construcción de cajas tipo de inundación para incendio y para agua potable de 2.0 x 2.0 x 1.0 m. de tabique rojo recocido. Cantidad: 8 Pzas.

Personal: 3 Oficial Albañil  
6 Peones

Rendimiento 0.28 Pza/día por cada albañil con dos peones.

$$\frac{8 \text{ Pzas.}}{3 (0.28 \text{ Pza/día})} = 9.6 \text{ días} \quad \text{Total: 10 días}$$

DURACION ESTIMADA DE LA ACTIVIDAD E: 30 DIAS

F.- CIMENTACION.- Esta actividad, engloba los trabajos de plantillas, acero, cimbra y concreto que se utilizarán en la construcción de la cimentación. Todos estos trabajos incluyen el suministro, habilitado y colocación. Los trabajos se realizan en forma traslapada por lo que no es necesario terminar un trabajo para iniciar otro.

- Construcción de plantillas a base de concreto pobre de  $f'c = 100 \text{ kg/cm}^2$  y de 5 cm. de espesor. Area  $2890 \text{ m}^2$   
Personal: 8 Oficial Albañil  
24 Peones  
Rendimiento 24.1 m /dfa por cada albañil con tres peones.

$$\frac{2890 \text{ m}^2}{8 (24.1 \text{ m}^2/\text{dfa})} = 15 \text{ dfas} \quad \text{Total: 15 dfas}$$

- Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo  $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  en cimentación. Cantidad: 277.55 Ton.  
Personal: 45 Ferrereros.  
90 Ayudantes de herrero

Rendimiento 0.257 Ton/dfa por cada herrero con dos ayudantes.

$$\frac{277.55 \text{ Ton.}}{45 (0.257 \text{ Ton/dfa})} = 24 \text{ dfas}$$

Total: 24 dfas

- Suministro, habilitado, colocación y descimbrado de cimbra utilizada en cimentación con acabado común.  
Area: 9750 m<sup>2</sup>

Personal: 36 Carpinteros  
72 Ayudantes

Rendimiento: 9.7 m<sup>2</sup>/dfa por cada carpintero con dos ayudantes.

$$\frac{9750 \text{ m}^2}{36(9.7 \text{ m}^2/\text{dfa})} = 27.5 \text{ días} \quad \text{Total: 28 días}$$

- Colado, vibrado y curado de concreto premezclado de f'<sub>c</sub> = 200 kg/cm<sup>2</sup> en cimentación, incluye bombeo.

Volumen: 3983 m<sup>3</sup>

Personal: 6 Oficial Albañil  
24 Peones

Maquinaria: Revolvedora de 8 m<sup>3</sup>.

Rendimiento: 23.7 m<sup>3</sup>/dfa por cada albañil con cuatro peones.

$$\frac{3983 \text{ m}^3}{6(23.7 \text{ m}^3/\text{dfa})} = 28 \text{ días}$$

Total: 28 días

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD F: 35 DIAS.

G.- PAVIMENTOS.- Como se mencionó en la descripción, ésta actividad engloba los trabajos de construcción de guarniciones, banquetas y carpeta asfáltica. Los trabajos irán traslapados por lo que no es necesario terminar un trabajo para iniciar otro.

- Construcción de guarniciones y banquetas de concreto premezclado  $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$  Area: 2985 m<sup>2</sup>

Personal: 14 Oficial Albañil  
28 Peones

Maquinaria: Revolvedora de 8 m<sup>2</sup>.

Rendimiento: 23.7 m<sup>2</sup>/dfa por cada albañil con dos peones

$$\frac{2985 \text{ m}^2}{14 (23.7 \text{ m}^2/\text{dfa})} = 9 \text{ días} \quad \text{Total: 9 días}$$

- Construcción de carpeta asfáltica de 10 cm. de espesor.  
Area: 7288 m<sup>2</sup>

Personal: 9 Operadores      Maquinaria: 1 Petrolizadora  
9 Ayudantes                      2 Compactador VAP-70  
5 Camiones de Volteo  
1 Motoconformadora

Rendimiento: 162 m<sup>2</sup>/dfa

$$\frac{7288 \text{ m}^2}{3 (162 \text{ m}^2/\text{dfa})} = 15 \text{ días} \quad \text{Total: 15 días}$$

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD G: 15 DIAS.

H.- INSTALACION SANITARIA.- Esta actividad engloba los trabajos de: Excavación en cepas, suministro y colocación de tubería de concreto, relleno y compactado de cepas, construcción de registros de 40 x 60 x 200 cm. y de pozos de visita así como el suministro y colocación de tubería P.V.C. para la descarga de lavabos en sanitarios.

- Construcción de la red de drenaje. Longitud: 930 m.

Personal: 13 Cabos  
12 Oficial Albañil  
24 Peones

Maquinaria: 2 Retroexcavadoras  
2 Rodillo Manual

Rendimiento: 8.1 m/día.

$$\frac{1\ 930\ m}{12\ (8.1\ m/día)} = 19.9\ días \quad \text{Total: } 20\ días$$

- Suministro y colocación de tubería de P.V.C. en sanitarios. Cantidad: 4 sanitarios.

Personal: 2 Plomeros  
2 Ayudantes

$$\frac{4\ sanitarios}{2\ (0.33\ Sanit/día)} = 6\ días \quad \text{Total: } 6\ días$$

DURACION TOTAL ACTIVIDAD H: 20 DIAS.

J.- MUROS.- Se refiere a la construcción de muros de tabique rojo recocido y de concreto armado. Area: 9920 m<sup>2</sup>.

Personal: 40 Oficiales, 80 Ayudantes,

Rendimiento: 12.4 m /dfa por cada oficial con su ayudante.

$$\frac{9920 \text{ m}}{40 (12.4 \text{ m /dfa})} = 20 \text{ dfas.}$$

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD J: 20 DIAS.

K.- ESTRUCTURA.- Esta actividad engloba los trabajos de acero, cimbra y concreto, los cuales se realizarán en forma traslapada por lo que no es necesario terminar un trabajo para iniciar el siguiente.

- Suministro, habilitado y colocación de acero de refuerzo de f'y = 4200 kg/cm<sup>2</sup> Cantidad: 250 Ton.

Personal: 39 Ferrereros

78 Ayudantes

Rendimiento: 0.257 Ton/dfa por cada oficial ferrero y dos ayudantes.

$$\frac{250 \text{ Ton.}}{39(0.257 \text{ ton/dfa})} = 24.9 \text{ dfas} \quad \text{Total: 25 dfas}$$

- Cimbra aparente en estructura a base de triplay incluyendo el descimbrado. Area: 16 390 m<sup>2</sup>

Personal: 65 Carpinteros

130 Ayudantes

Rendimiento: 9,7 m<sup>2</sup>/día por cada carpintero con dos ayudantes,

$$\frac{16\ 390\ m^2}{65\ (9,7\ m^2/dfa)} = 25,99\ dfa \quad \text{Total: 26 dfa}$$

- Concreto premezclado de  $f_c' = 200\ kg/cm^2$ . Incluye bombeo de concreto, vibrado y curado. Volumen: 1235 m<sup>3</sup>.

Personal: 2 Oficial Albañil  
8 Peones

Rendimiento: 23.7 m<sup>3</sup>/día por cada oficial con cuatro peones.

$$\frac{1235\ m^3}{2\ (23,7\ m^3/dfa)} = 26\ dfa \quad \text{Total: 26 dfa}$$

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD K: 30 DIAS.

L.- PISOS.- Construcción de pisos de concreto premezclado  $f_c' = 200\ kg/cm^2$  de 10 cm. de espesor, reforzado con malla electrosoldada de 10 x 10 - 10/10. Area; 5870 m<sup>2</sup>.

Personal: 30 Oficial Albañil  
60 Peones

Rendimiento: 9.8 m<sup>2</sup>/día.

$$\frac{5\ 870\ m^2}{30\ (9,8\ m^2/dfa)} = 19,9\ dfa \quad \text{Total: 20 dfa}$$

DURACION ACTIVIDAD L : 20 DIAS.

M.- INSTALACION DE GAS.- Esta actividad engloba los trabajos de suministro, colocación y prueba de tubería de cobre, calentadores de agua de 100 Lts, y tanques de gas estacionario, se incluyen todas sus válvulas y conexiones,

Personal: 4 Plomeros  
8 Ayudantes

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD M: 10 DIAS.

N.- INSTALACION ELECTRICA.- Esta actividad engloba todos los trabajos necesarios para dar buena iluminación en la zona de bodegas, andenes de carga y servicios, así como todo lo necesario para su correcta ejecución.

Personal: 15 Electricistas  
15 Ayudantes

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD II: 15 DIAS

P.- CUBIERTAS.- Esta actividad considera los trabajos de la construcción de la losa de techo que será prefabricada a base de vigueta y bobedilla, así como su enladrillado e impermeabilizado de la misma. Los trabajos se realizan en forma traslapada, por lo tanto, no es necesario terminar un trabajo para iniciar el otro.

- Suministro y colocación de vigueta y bobedilla, construcción de losa de compresión a base de concreto premezclado de  $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$  de 8 cm. de espesor y reforzado con malla electrosoldada de 6 x 6 - 10/10. Area: 8010 m<sup>2</sup>.

Personal: 5 Operadores      Maquinaria: 5 Malacates con  
 10 Albañiles                      pluma de una tonelada.  
 30 Peones

Rendimiento: 29.7 m<sup>2</sup>/dfa por cada albañil y tres peones

$$\frac{8010 \text{ m}^2}{10 (29.7 \text{ m}^2/\text{dfa})} = 26.9 \text{ dfas} \quad \text{Total: 27 dfas}$$

- Relleno, entortado, enladrillado e impermeabilización de azoteas. Area: 8010 m<sup>2</sup>

Personal: 5 Operadores      Maquinaria: 5 Malacates.  
 12 Albañiles  
 36 Peones

Rendimiento 25.7 m<sup>2</sup>/dfa por cada albañil con tres peones.

$$\frac{8010 \text{ m}^2}{12 (25.7 \text{ m}^2/\text{dfa})} = 25.9 \text{ dfas} \quad \text{Total: 26 dfas}$$

- Suministro y colocación de losacero Romsa sección - - 99 x 62 calibre 12 y una capa de compresión de concreto premezclado  $f'_c = 200 \text{ kg/cm}^2$  de 12 cm. de espesor en bogas con entrepiso ó mezzanine. Area: 6452 m<sup>2</sup>.

Personal: 12 Albañiles  
 24 Peones

Rendimiento: 33.6 m /dfa por cada oficial albañil con dos peones.

$$\frac{6452 \text{ m}^2}{12 (33.6 \text{ m}^2/\text{dfa})} = 16 \text{ dfas} \quad \text{Total: 16 días}$$

DURACION APROXIMADA DE LA ACTIVIDAD P: 30 DIAS

R.- **INSTALACION TELEFONICA**.- Como se mencionó en la descripción de la actividad, se incluyen todos los trabajos necesarios para su correcta ejecución, por lo tanto, los recursos necesarios para realizar estos trabajos son cuadrillas de electricistas.

- Instalación telefónica                      DURACION: 5 DIAS

T.- **INSTALACION DE SONIDO**.- Esta actividad engloba todos los trabajos necesarios para dejar operando en óptimas condiciones dicha instalación de sonido. Los recursos necesarios para su correcta ejecución es la mano de obra y herramienta menor.

- Instalación de sonido                      DURACION: 10 DIAS

U.- **ACABADOS**.- Esta actividad como se mencionó anteriormente se compone de varios trabajos que se podrían considerar en tres grupos esenciales que son: fabricación y colocación de tirol, suministro y colocación de loseta y pintado de muros, que se realizan en forma simultánea, quedando traslapadas unas con otras. Los recursos necesarios para realizar estos trabajos son únicamente mano de obra y herramienta menor.

Personal: 7 Albañiles

14 Peones

- Fabricación y colocación de t{rol 810 m<sup>2</sup>  
Rendimiento 22.5 m /dfa

$$\frac{810 \text{ m}^2}{3 (22.5 \text{ m}^2/\text{dfa})} = 12 \text{ dfas} \quad \text{Total: 12 dfas}$$

- Suministro y colocación de loseta vin{lica 403 m<sup>2</sup>  
Rendimiento 1343 m<sup>2</sup>/dfa.

$$\frac{403 \text{ m}}{2 (13.43)} = 15 \text{ dfas} \quad \text{Total: 15 dfas}$$

- Pintado de muros 1761 m<sup>2</sup> Rendimiento 31.44 m<sup>2</sup>/dfa.

$$\frac{1761 \text{ m}^2}{4 (31.44 \text{ m}^2/\text{dfa})} = 14 \text{ dfas} \quad \text{Total: 14 dfas}$$

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD U: 25 DIAS.

V.- INSTALACION DE AIRE.- Como se mencionó en la descripción de la actividad, ésta engloba todos los trabajos necesarios, así como su correcta ejecución con el fin de dejar operando este equipo adecuadamente, los recursos necesarios para realizar estos trabajos serán mano de obra y herramienta menor.

- Instalación de aire

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD V: 20 DIAS.

W.- JARDINERIA.- En esta actividad se engloban los trabajos de suministro y plantado de arbustos y árboles, relleno de tierra vegetal para jardinería y suministro y colocación de pasto tipo alfombra, así como todo lo necesario para su correcta ejecución. Todos estos trabajos se realizarán en forma trasladada llevando una secuencia lógica. Los recursos necesarios para realizar estos trabajos serán mano de obra y herramienta menor.

Personal: 5 Jardineros  
5 Ayudantes

- Suministro y plantación de árboles y arbustos  
1800 Pzas. Rendimiento: 37.5 Pzas/día.

$$\frac{1800 \text{ Pzas.}}{4 (37.5 \text{ Pza/día})} = 12 \text{ días} \quad \text{Total: 12 días}$$

- Relleno de tierra vegetal para jardinería 63 m<sup>3</sup>.  
Rendimiento: 7.87 m<sup>3</sup>/día.

$$\frac{63 \text{ m}^3}{7.87 \text{ m}^3/\text{día}} = 8 \text{ días} \quad \text{Total: 8 días}$$

- Suministro y colocación de pasto tipo alfombra 420 m<sup>2</sup>  
Rendimiento: 46.66 m<sup>2</sup>/día.

$$\frac{420 \text{ m}^2}{(46.66 \text{ m}^2/\text{día})} = 9 \text{ días} \quad \text{Total: 9 días}$$

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD W: 15 DIAS.

X.- MUEBLES Y ACCESORIOS SANITARIOS.- Esta actividad engloba los trabajos de suministro e instalación de inodoros, lavabos, juegos de llaves, juegos de accesorios y fluxómetros, así como todo lo necesario para su correcta ejecución. Los recursos necesarios para realizar estos trabajos serán mano de obra y herramienta menor.

Personal: 20 Plomeros  
20 Ayudantes

- Suministro e instalación de inodoros 50 piezas.  
Rendimiento 4.3 Pza/dfa.

$$\frac{150 \text{ Pzas.}}{9 (4.3 \text{ Pza/dfa})} = 3.8 \text{ dfas} \quad \text{Total: 4 dfas}$$

- Juegos de lavabos y accesorios 124 juegos.  
Rendimiento: 4.2 Jgos./dfa.

$$\frac{124 \text{ Jgos.}}{10 (4.2 \text{ Jgo/dfa})} = 2.9 \text{ dfas} \quad \text{Total: 3 dfas}$$

- Fluxómetros 15 piezas. Rendimiento: 0.83 Pza/dfa

$$\frac{15 \text{ Pzas.}}{5 (0.83) \text{ Pza/dfa}} = 3.6 \text{ dfas} \quad \text{Total 4 dfas}$$

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD X: 5 DIAS.

Y.- HERRERIA.- Los trabajos que engloban esta actividad son: suministro, fabricación y colocación de herrería de fierro estructural, placas ahogadas y vigas IR de 6 m, de longitud, así como lo necesario para su correcta ejecución. El suministro y fabricación de esta actividad se realiza desde dos meses antes del inicio de la actividad, por lo tanto, la duración considerada para esta actividad será el de la colocación. Los recursos necesarios para desarrollar esta actividad serán:

Personal: 17 Soldadores  
34 Ayudantes

Maquinaria: 6 Plantas de soldar eléctricas de 300  
Ampers.  
4 Malacates con pluma de una tonelada

- Cantidad de herrería por colocar 32,760 kg.  
Rendimiento: 97 kg/dfa.

$$\frac{32760 \text{ kg}}{17(97 \text{ kg/dfa})} = 19.8 \text{ días} \quad \text{Total: 20 días}$$

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD Y: 20 DIAS.

Z.- CANCELERIA.- Como se mencionó en la descripción de esta actividad, engloba dos tipos de trabajos que van muy ligados entre sí, por lo tanto no es necesario terminar un trabajo para iniciar el otro. Los recursos necesarios para realizar estos trabajos son mano de obra y herramienta menor.

- Suministro y colocación de ventanas de aluminio de diferentes medidas. Cantidad 40 piezas.  
Rendimiento: 3.63 Pzas/dfa.

$$\frac{40 \text{ Pzas.}}{3.63 \text{ Pzas/dfa}} = 11 \text{ días} \quad \text{Total: 11 días}$$

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD Z: 11 DIAS.

AA.- DETALLES DE TERMINACION.- Como se puede deducir de la descripción de esta actividad, engloba trabajos que van ligados entre sí, por lo que no es necesario terminar una actividad para iniciar otra. Los recursos necesarios para realizar estos trabajos son mano de obra, cuyos rendimientos indicados nos permiten asegurar que para realizar los trabajos se requiere de 15 dfas.

- Detalles de Terminación 15 dfas.

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD AA: 15 DIAS.

AB.- VIDRIERIA.- Esta actividad engloba dos tipos de trabajos como se describió anteriormente. Los cuales se realizan en forma traslapada, es decir, no es necesario terminar un trabajo para iniciar otro. En base a esto último se hizo un análisis por medio del cual se llegó a determinar que los recursos necesarios son mano de obra, cuyos rendimientos indicados nos permiten asegurar que para realizar los trabajos se requiere de:

- Suministro y colocación de vidrios 4 dfas.

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD AB: 4 DIAS.

AC.- LIMPIEZA.- Como se menciona en la descripción de la actividad, engloba todos los trabajos relacionados con la limpieza de obra para dejarla en servicio. Estos trabajos se realizan en forma traslapada por lo que no es necesario terminar un trabajo para poder iniciar otro. Los recursos necesarios para realizar estos trabajos son mano de obra cuyos rendimientos nos permiten asegurar que para realizar los trabajos se requiere de 20 dfas.

DURACION APROXIMADA ACTIVIDAD AC: 20 DIAS.

## V.2.2 Obtención de la Ruta Crítica.

De todos los elementos que integran la Ruta Crítica, el tiempo es el factor que más interesa en la programación. Esto es, conforme al arreglo del Diagrama de Actividades (Red de Flechas) y a la duración de cada una de estas, se podrán determinar las fechas próximas y remotas de inicio y terminación, así como las holguras.

Por lo tanto, aquellas actividades que su holgura es igual a cero, se consideran críticas, y a la unión de todas las actividades críticas se le conoce con el nombre de Ruta Crítica.

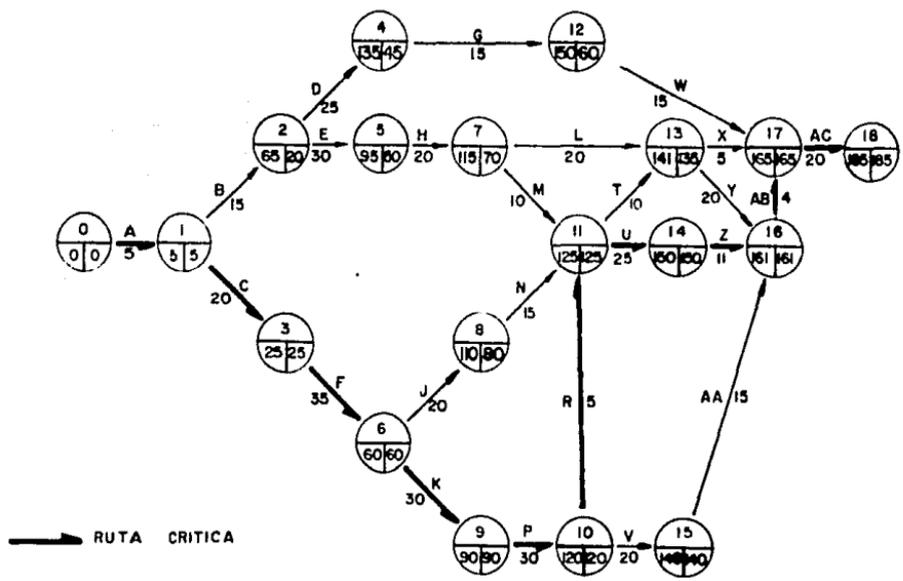
A continuación se enlistan los conceptos con su respectiva duración.

<u>ACTIVIDAD</u>	<u>CONCEPTO</u>	<u>DURACION</u>
A 0 - 1	Firma de Contrato	5
B 1 - 2	Terracerfas	15
C 1 - 3	Preliminares	20
D 2 - 4	Instalación Pluvial	25
E 2 - 5	Instalación Hidráulica	30
F 3 - 6	Cimentaciones	35
G 4 -12	Pavimentos	15
H 5 - 7	Instalación Sanitaria	20
J 6 - 8	Muros	20
K 6 - 9	Estructuras	30
L 7 -13	Pisos	20
M 7 -11	Instalación de Gas	10
N 8 -11	Instalación Eléctrica	15
P 9 -10	Cubiertas	30
R 10 -11	Instalación de Teléfono	5
T 11 -13	Instalación de Sonido	10

<u>ACTIVIDAD</u>	<u>CONCEPTO</u>	<u>DURACION</u>
U 11 - 14	Acabados	25
V 10 - 15	Instalación de Aire	20
W 12 - 17	Jardinería	15
X 13 - 17	Muebles y Accesorios Sanitarios	5
Y 13 - 16	Herrería	20
Z 14 - 16	Cancelería	11
AA 15 - 16	Detalles de Terminación	15
AB 16 - 17	Vidriería	4
AC 17 - 18	Limpieza	20

La Ruta Crítica se muestra en el Diagrama de Flechas de la Fig. V.2 en donde se puede apreciar también que la duración total del proyecto es de 185 días hábiles.

Una vez obtenido el Diagrama de Flechas y la Ruta Crítica del proyecto, el siguiente paso es la definición del Diagrama de Barras. El Diagrama de Barras contiene la misma información que el Diagrama de Flechas, sin embargo, es más común en obra la utilización del primero, debido a la facilidad con que se pueden leer todos los datos ya agrupados.



<b>FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.</b>		
TESIS PROFESIONAL	RED DE FLECHAS Y	FIG. V.2
ENERO DE 1990	RUTA CRITICA	

### V.2.3.- Diagrama de Barras.

El Diagrama de Gantt o Diagrama de Barras es una forma de representar gráficamente la duración de las principales actividades del proyecto a ejecutar y con el cual se podrá llevar a cabo un control del proceso constructivo. Dicho diagrama se deriva de la Red de Actividades.

Para la elaboración del diagrama se deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- a) Las actividades que se han seleccionado como conceptos de programa tendrán una barra a cierta escala que representa el tiempo de ejecución de cada una de ellas.
- b) Todas las actividades se inician tan pronto como sea posible haciendo el Diagrama de Barras de los recursos obteniendo así la distribución de los mismos en el tiempo.
- c) La escala de tiempos efectivos se convierte en escala de días calendario por lo que se hace coincidir el origen de la escala con la fecha de iniciación del proceso. Se debe de ajustar las posiciones de las barras que representan a las actividades teniendo presente los días no laborables.
- d) Todas las actividades que posean holgura, también deberán ser representadas en el Diagrama de Barras.
- e) Con el fin de evitar periodos en que se tenga necesidad de muchos o pocos recursos, se debe de manejar las holguras de las actividades, para tener una distribución de los recursos en el tiempo y acordes con la realidad y disponibilidad de la empresa.

Se debe de tener cuidado al hacer uso de las holguras de tal manera que si desplazamos una actividad en su totalidad (de holgura) pudiera suceder que se convierta en crítica, por lo tanto el Diagrama de Barras se presenta a continuación.

A continuación se describen los dos Diagramas de Barras empleados.

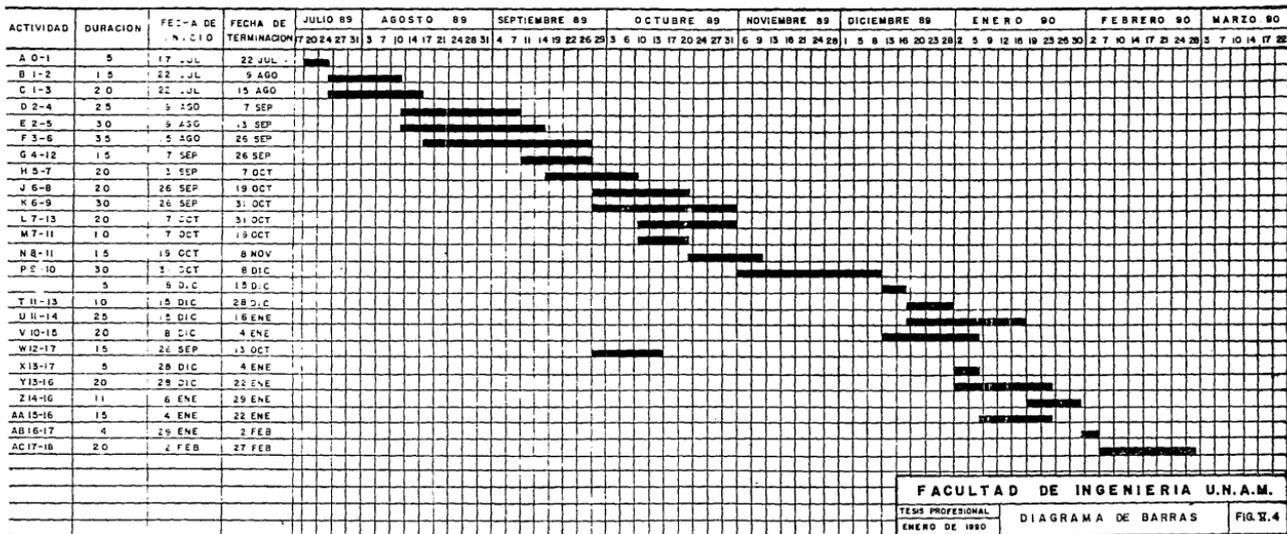
En el primero se presenta la duración, los inicios y terminaciones próximos y remotos, así como las holguras (libre y total) además se indica la duración de una actividad con sus holguras representada con una barra la cual queda enmarcada dentro de los días calendario que dura la obra. (Ver Fig. V.3.).

En el segundo diagrama se presenta la duración, las fechas de inicio y terminación así como las barras que representan la duración de cada actividad en su inicio y terminación más -- próximas. (Ver Fig. V.4). Para obtener estas fechas se eliminaron los días de descanso obligatorio que son:

1<sup>o</sup> de enero  
5 de febrero  
21 de marzo  
1<sup>o</sup> de mayo  
16 de septiembre  
20 de noviembre  
25 de diciembre

Así como los días no laborables por fiestas de costumbre que son:





FACULTAD DE INGENIERIA U.N.A.M.  
 TESIS PROFESIONAL  
 ENERO DE 1990  
 DIAGRAMA DE BARRAS  
 FIG. X.4

Viernes Santo  
Sábado Santo  
3 de mayo  
1<sup>a</sup> de noviembre  
2 de noviembre  
12 de diciembre

También se eliminaron todos los domingos del año que son en total 52 días al año.

### V.3 CONTROL.

La gran ventaja del Método de la Ruta Crítica es que, - desde el inicio del programa se puede observar, interpretar y manejar de acuerdo a las circunstancias, permitiéndonos evaluar y corregir oportunamente los pronósticos, gracias a esta constante revisión.

De la información de los recursos requeridos para cada actividad según su duración, se pueden elaborar los programas de control.

#### V.3.1.- Uso de Holguras.

Suponiendo que todas las actividades se inician tan pronto como sea posible, se hacen las gráficas o diagramas de barras de los recursos, obteniendo así los datos de la distribución de los mismos en el tiempo.

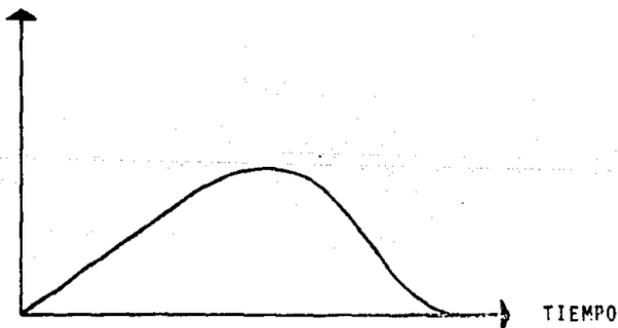
Con el fin de un manejo adecuado y de evitar periodos en que se tenga necesidad de muchos recursos y otros de pocos, se manejan las holguras de las actividades, a fin de obtener una --

distribución de los recursos en el tiempo acordes a la realidad y disponibilidad de la constructora, esto es, se pretende que la distribución del personal y del equipo, deben de quedar lo más parecido a una curva de Gauss, con el fin de que no se presenten fuertes diferencias en la utilización del personal de un periodo a otro.

### V.3.2.- Control de Tiempos.

Este Método junto con la Compresión de Redes nos permitirán en el caso de que exista un gran defasamiento de tiempo entre lo planeado y lo ejecutado, hacer una reprogramación de actividades a ejecutar, ya sea parcial o totalmente; esto es, en caso de que la obra se prolongue algún tiempo más de lo programado, se tendrá que reprogramar las actividades que faltarían por ejecutar, con lo cual se podría presentar el caso de que algunas actividades que eran críticas ya no lo sean y las que no eran críticas ahora lo sean, esto debido a las nuevas condiciones que se presentan en el desarrollo de la obra.

RECURSOS



Curva típica a lograr en el manejo de obras.  
Similar a curva de Gauss.

## VI.- CONCLUSIONES

El deterioro en los niveles de vida de la población de menores ingresos, ocasionada por las actuales condiciones económicas, ha hecho obligada la planeación y estructuración de programas que a corto y mediano plazo, den solución a los problemas de infraestructura de las grandes ciudades, en particular a las del área metropolitana de la Ciudad de México.

La construcción de la Central de Abastos de Ecatepec, Edo. de México es el producto de la investigación y aprovechamiento de experiencias en construcciones similares anteriores, que han dado como resultado la elaboración de planos, programas de obra y especificaciones únicas para la elaboración de proyectos de mercados que reúnan las características técnicas y funcionales para la óptima utilización del Mercado Público.

En la construcción de la Central de Abastos de Ecatepec, se contemplan tres etapas: en la primera se construyeron las naves "B" y "C"; en la segunda la construcción de las naves "A" y "D", motivo del presente trabajo; y en la tercera se construirá la zona de frigoríficos. La construcción de la segunda etapa viene a aliviar el mercadeo de las naves existentes, ya que en un período corto de tiempo se tornaron insuficientes para atender la demanda de los productos.

En términos de funcionalidad las naves "A" y "D" presentan ventajas con respecto a las naves "B" y "C" entre las cuales se encuentran la eliminación del pasillo central, la construcción de bodegas con entrepiso y mezzanine para almacenamiento de productos, la inclusión de ventilación por gravedad en los sanitarios de las bodegas, la integración de la canaleta de recolección de aguas pluviales a la cimentación la cual recolecta el

agua de lluvia en la zona de estacionamientos, también se realizó la división de las naves por zonas, de acuerdo a sus diversos giros en perecederos, abarrotes, carnes, pescadería, comida, etc.

El sistema constructivo de esta Central de Abastos combina las mejores propiedades de los sistemas prefabricados y tradicionales de construcción en México. Lo anterior se traduce básicamente en un ahorro económico y en la disminución del tiempo de ejecución de la obra.

Respecto al procedimiento constructivo, la construcción de la cimentación y estructura principal, se realizó con técnicas tradicionales a base de concreto de resistencia normal, armado con acero de refuerzo, utilizando concreto premezclado elaborado en planta.

En lo que se refiere a muros se utilizaron blocks huecos de barro extruido, los cuales han venido a sustituir al tabique, ya que se ha comprobado que es un material eficiente debido a que entre otras ventajas, cubre un área igual ó mayor a más bajo costo y con las mismas características que el tabique.

En los sistemas de piso se usaron elementos prefabricados: losacero en mezzanines y entepiso y vigueta y bovedilla en azoteas. Los sistemas prefabricados están teniendo gran aceptación debido a que emplean un tiempo de construcción mucho menor que los tradicionales; esto hace que el costo, analizado con todos sus efectos, sea más bajo, además de que se obtiene una considerable reducción en los imponderables que enfrentan los sistemas tradicionales, tales como fallas en el suministro y bajos rendimientos de la mano de obra en sitio.

En conclusión, los problemas de dotación de servicios e infraestructura urbana como escuelas, mercados y hospitales,

enfrentan a la Ingeniería al reto de conciliar la riqueza tecnológica con la capacidad de satisfacer las demandas sociales. Lo anterior no solamente en el aspecto constructivo, sino también - en la planeación, en la búsqueda de materiales más funcionales y baratos, y en el diseño de métodos que aseguren la satisfacción de las necesidades de la población.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- Normas y Costos de Construcción.  
Plazola Cisneros Alfredo
- 2.- Costos y Materiales.  
González Meléndez Raúl
- 3.- Datos Prácticos de Instalaciones Hidráulicas y Sanitarias.  
Becerril L. Diego Onésimo
- 4.- Concreto. Diseño Plástico, Teoría Elástica.  
Torres H. Marco Aurelio
- 5.- Arte de Proyectar en Arquitectura.  
Neufert Ernest
- 6.- Reglamento de Construcciones 1987  
Departamento del Distrito Federal
- 7.- Apuntes de Ruta Crítica  
Departamento de Construcción, Ingeniería Civil  
Facultad de Ingeniería, UNAM.
- 8.- Apuntes de Programación de Obras  
Ing. Oscar E. Martínez Jurado  
Facultad de Ingeniería, UNAM.