

123
29



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

**“SISTEMA INTEGRAL DE SEGURIDAD
EN LA LINEA 7 DEL METRO”**

T E S I S
Que para obtener el Título de
INGENIERO CIVIL
p r e s e n t a

VICTOR MANUEL PEREZ CARRILLO



México, D. F.

1987



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

	hoja
INTRODUCCION	3
1.-¿Porque ocurren los accidentes de trabajo?	4
2.-¿En que perjudican a la obra los accidentes?	5
3.-Lo que la Ley establece al respecto.	6
3.1) Sanciones en caso de incumplimiento de la L.F.T.	12
4.-¿Como evitar los accidentes?	13
5.-Estado actual de la seguridad en la obra.	14
6.-Localización de la obra.	17
CAPITULO I; PRINCIPALES ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN LA OBRA	19
1.-Procedimiento constructivo del túnel.	20
2.-Principales actividades en la parte superficial.....	29
3.-Actividades que se realizan en la estación.	31
3.1) Actividades en el túnel.	31
3.2) Actividades en los diferentes niveles.....	32
CAPITULO II; SISTEMA INTEGRAL DE SEGURIDAD EN TODA LA OBRA	39
1.-Designar a un Ingeniero.....	40
2.-Formar brigadas de seguridad.	40
3.-Programar las actividades.	42
4.-Elaborar un reglamento interno de seguridad.	43
5.-Elaborar estadísticas.....	43
6.-Obligar a que se lleve orden y limpieza.	43
7.-Tener un lugar donde se atiende al personal....	44
8.-Dar incentivos económicos al personal de seguridad.	44
9.-Apoyo constante de los niveles más altos de la administ...	44
10.-Sistema de seguridad en la obra.	44
CAPITULO III; MEDIDAS DE PROTECCION AL AMBIENTE Y A LA ECOLOGIA DE LAS ZONAS AFECTADAS	47
1.-Contaminación ambiental por la emisión de ruido.	48
a) cómo afecta el ruido en la obra	49
b) Contaminación del ruido en las zonas afectadas	50
2.-Contaminación ambiental por la emisión de humo y polvo.	50
a) cómo afecta la emisión de humo y polvo en la obra	51
b) contaminación del aire por la emisión de humo y polvo.	54
3.-Medidas de protección al ambiente y la ecología.....	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
BIBLIOGRAFIA	59

I N T R O D U C C I O N

Comunmente al inicio de una obra se adoptan medidas de seguridad que por lo general consisten en anuncios preventivos y algunas personas encargadas de vigilar, se cumpla con el reglamento establecido, sin embargo esto no es suficiente y, principalmente en obras grandes, pocas veces es efectivo. Así podemos observar que no se cuenta con los señalamientos y advertencias - necesarias y no se tiene una buena limpieza y un orden definido en las tareas realizadas. Claro que siempre existen riesgos, pero se pueden minimizar si planeamos bien la seguridad en la obra por lo cual resulta necesario ver más a fondo el problema y la responsabilidad que representa que el trabajo se realice en un ambiente de seguridad y confianza, con lo cual podemos lograr un mayor avance y una mejor calidad en los elementos terminados de la obra y sin duda traerá grandes beneficios económicos. El objetivo principal que se pretende con éste trabajo es elaborar un sistema de seguridad que no solo sea aplicable a las obras de la línea 7 del metro sino que se pueda aplicar a cualquier obra en general. Comenzaremos analizando los siguientes puntos importantes.

1.- ¿Qué son los accidentes de trabajo y porqué ocurren?; los accidentes de trabajo son acciones no controladas que perjudican tanto a los trabajadores, que incluso pueden perder la capacidad de volver a laborar, como a la obra en general que se refleja en retraso en el avance, pérdidas económicas debidas a pago de indemnizaciones material desperdiciado en el accidente, etc. Un análisis cualitativo nos permitirá conocer algunas de las causas principales de los accidentes, de las cuales podemos mencionar las siguientes:

- Falta de experiencia en el trabajo.
- Confianza excesiva del trabajador.
- Falla de estructuras provisionales (andamios, rampas, cimbras, etc.

- Falta de indicaciones preventivas (insuficientes o faltantes)
- Herramientas manuales, eléctricas, neumáticas y portátiles defectuosas o inadecuadas.
- Equipo de protección personal defectuoso, inadecuado o faltante.
- Riesgos inherentes a ciertas maniobras como el empleo de explosivos, presencia de gases nocivos, polvos tóxicos, etc.
- Falta de medidas de prevención y protección contra incendios.
- Protección inadecuada, inexistente o insuficiente en la maquinaria, el equipo o en instalaciones eléctricas.
- Falta de orden y limpieza en la obra.

2.-¿En que nos perjudican los accidentes?; es necesario saberlo para poder valuar su costo, sin embargo es difícil conocerlo con precisión ya que son muchas las pérdidas que se ocasionan y algunas de ellas por su naturaleza resultan invaluable, lo que sí podemos afirmar es que el perjuicio es tanto para el trabajador como para la empresa, a continuación se mencionan los siguientes:

- Lesiones temporales o permanentes al trabajador, incluso la muerte.
- Incapacidad de volver a trabajar.
- Costo del seguro de compensación de los trabajadores lesionados.
- Pérdida de material como resultado del accidente.
- Pérdida o daño del equipo.
- Pérdida de tiempo debido al accidente, que se manifiesta en;
 - a) costo del tiempo perdido del trabajador lesionado,
 - b) costo del tiempo perdido de otros trabajadores al suspender sus labores debido al accidente,
 - c) costo del tiempo de la maquinaria parada,
 - d) costo del tiempo en que se retrasa la obra.
- Desconfianza de los trabajadores que se manifiesta en;
 - a) bajo rendimiento,
 - b) inconformidad.

3.-Lo que la Ley establece al respecto de los accidentes de trabajo; es necesario conocer bien lo que en ella se establece ya que en base a ello se determinan las diferentes cuotas e indemnizaciones que en muchos casos encarecen la obra, por lo cual se hace patente adoptar un sistema de seguridad eficaz. La Ley Federal del Trabajo en su titulo noveno (riesgos de -- trabajo) dicta una serie de articulos encaminados a proteger al trabajador contra los riesgos y accidentes productos de la relación laboral. Antes que nada es importante tomar en cuenta las siguientes definiciones:

-Riesgos de trabajo; son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo de trabajo.

-Accidente de trabajo; es toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior, o la muerte, producida repentinamente en ejercicio o con motivo del trabajo, cualesquiera que sean el lugar y el tiempo en que se preste.

-Enfermedad de trabajo; es todo estado patológico derivado de la acción continua de una causa que tenga origen o motivo en el trabajo o en el medio en que el trabajador se vea obligado a prestar sus servicios.

Cuando los riesgos se realizan pueden producir (Art. 477):

- I.-Incapacidad temporal; es la pérdida de facultades o aptitudes parcial o totalmente a una persona para desempeñar su trabajo por algún tiempo.
- II.-Incapacidad permanente parcial; es la disminución de las facultades o aptitudes de una persona para trabajar.
- III.-Incapacidad permanente total; es la pérdida de facultades o aptitudes de una persona que la imposibilita para desempeñar cualquier trabajo por el resto de su vida.
- IV.-La muerte.

En base a lo anterior se establecen responsabilidades para la empresa constructora como se menciona en el Artículo 487; los

trabajadores que sufran un riesgo de trabajo tendrán derecho a:

- I.-Asistencia médica y quirúrgica;
- II.-Rehabilitación;
- III.-Hospitalización, cuando el caso lo requiera;
- IV.-Medicamentos y material de curación;
- V.-Los aparatos de prótesis y ortopedia necesarios.

La empresa se libera de responsabilidades en los siguientes casos (Art. 488):

- I.-Si el accidente ocurre encontrándose el trabajador en estado de embriaguez;
- II.-Si el accidente ocurre encontrándose el trabajador bajo la acción de algún narcótico o droga enervante salvo -- que exista prescripción médica y que el trabajador hubiese puesto el hecho en conocimiento del patrón y le -- hubiese presentado la prescripción médica;
- III.-Si el trabajador se ocasiona intencionalmente una lesión por si solo o de acuerdo con otra persona; y
- IV.-Si la incapacidad es el resultado de una riña o intento de suicidio.

Otro de los puntos importantes es el que se menciona en el Artículo 490; en caso de falta inexcusable del patrón la indemnización podrá aumentarse hasta en un veinticinco por ciento a juicio de la Junta de Conciliación y Arbitraje. Hay falta - inexcusable del patrón:

- I.-Si no se cumple con las disposiciones legales y reglamentos para la prevención de los riesgos de trabajo;
- II.-Si habiéndose realizado accidentes anteriores no adopta medidas necesarias para evitar su repetición;
- III.-Si no adopta las medidas preventivas recomendadas por las comisiones creadas por los trabajadores y los patrones, o por las autoridades de trabajo;
- IV.-Si los trabajadores hacen notar al patrón el peligro que

corren y éste no adopta las medidas adecuadas para evitarlo; y

V.-Si concurren circunstancias análogas de la misma gravedad a las mencionadas en las fracciones anteriores.

En base a lo anterior la Ley otorge las garantías necesarias al trabajador en caso de ocurrir accidente. En caso de muerte del trabajador (Art. 502); la indemnización que corresponda a las personas será la cantidad equivalente al importe de setecientos días de salario, sin deducir la indemnización que percibió el trabajador durante el tiempo que estuvo sometido al regimen de incapacidad temporal.

El Artículo 495 establece lo siguiente; si el riesgo produce al trabajador una incapacidad permanente total, la indemnización consistirá en una cantidad equivalente al importe de mil noventa y cinco días de salario, en base a esto se menciona - una "tabla de evaluación de incapacidades permanentes" tales como; pérdidas de diferentes miembros del cuerpo, lesiones diversas, etc cuya indemnización por tal concepto es, en porcentaje, a la incapacidad permanente, dicha tabla es demasiado extensa y detallada. Para el objetivo que se persigue no tiene caso introducirla en éste trabajo, lo que debemos observar es que la Ley cubre todos los aspectos en caso de falta de seguridad y accidentes en la obra, además resulta mucho más conveniente desde cualquier punto de vista implantar un buen sistema de seguridad que pagar multas e indemnizaciones y además tener que cargar con la desconfianza e inconformidad de los trabajadores.

Para cumplir con las disposiciones de protección al trabajador se creó el Instituto Mexicano del Seguro Social, el cual se encarga de velar por su seguridad y de impartirles la asistencia, servicios sociales y prestaciones señaladas por la propia Ley del Seguro Social, la cual comprende los siguientes seguros:

I.-Riesgos de trabajo;

II.-Enfermedad y maternidad;

III.-Invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada, muerte; y

IV.-Guardería para hijos asegurados.

La Ley establece como obligación ineludible a toda empresa - inscribir a sus trabajadores a ésta institución en la cual gozarán de los seguros mencionados, a cambio de esto la misma Ley establece cuotas o primas que cubren cada uno de los seguros anteriores.

A nuestro interes concierne el seguro de "riesgos de trabajo" la cuota que se paga por éste concepto se determina en base a la cuota obrero-patronal del seguro de "invalidez, vejez, cesantía en edad avanzada y muerte", el cual se determina multiplicando el valor medio del salario de los diferentes grupos que van del "O" al "U", por 7 dias y por el porcentaje - que se indica para el pago de cuotas del grupo "W". La tabla número 1 muestra un ejemplo de esto.

Para determinar la cuota patronal del seguro de riesgos el - Artículo 78 de la Ley del Seguro Social se determina conforme a los términos del reglamento de clasificación de empresas y grado de riesgo para el seguro de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, que se muestra en la tabla número 2.

En el Artículo 12 se menciona que las empresas relacionadas con la Industria de la Construcción se clasifican en la clase 5, por lo que la cuota que se paga por éste concepto es - el 125% de la cuota de "invalidez, vejez, cesantía y muerte", sin embargo el Artículo 80 menciona; el grado de riesgo conforme al cual estén cubriendo sus primas se podrá modificar, disminuyendolo o aumentandolo. Estas modificaciones no podrán exeder de los límites determinados para el grado máximo y mínimo de la clase a la que corresponda.

El grado de riesgo se determina en base al "índice de siniestralidad" el que a su vez es el resultado de multiplicar el

GRUPO DE SALARIO	SALARIO DIARIO		CUOTAS SEMANALES			TOTAL CUOTA SEMANTAL		SUMA
			DE INVALIDEZ, VEJEZ, ..			PATRON	ASEG.	
	DES DE	HASTA	PATRON	ASEG.	OBR-PAT			
O	-----	1057	277.4	111.0	388.4	693.6	277.4	971.0
P	1057	1321	312.1	124.8	436.9	780.3	312.1	1092.0
R	1321	1718	398.9	159.5	558.4	997.2	398.9	1396.0
S	1718	2246	520.1	208.1	728.2	1300.0	520.1	1820.0
T	2246	2907	676.3	270.5	946.8	1691.0	676.3	2367.0
U	2907	3700	867.2	346.9	1214.0	2168.0	867.2	3035.0
W	3700	10 veces el salario mínimo nominal.	3.75%	1.50%	5.25%	9.375%	3.75%	13.125%

TABLA N^o 1; CUOTAS OBRERO-PATRONALES POR SEMANA Y GRUPO
DE SALARIO PARA 1985

GRUPO DE SALARIO	SALARIO DIARIO		CUOTAS SEMANALES DE INVALIDEZ, VEJEZ, ..			TOTAL CUOTA SEMANAL		SUMA
	DESDE	HASTA	PATRON	ASEG.	OBR-PAT	PATRON	ASEG.	
O		1057	277.4	111.0	388.4	693.6	277.4	971.0
P	1057	1321	312.1	124.8	436.9	780.3	312.1	1092.0
R	1321	1718	398.9	159.5	558.4	997.2	398.9	1396.0
S	1718	2246	520.1	208.1	728.2	1300.0	520.1	1820.0
T	2246	2907	676.3	270.5	946.8	1691.0	676.3	2367.0
U	2907	3700	867.2	346.9	1214.0	2168.0	867.2	3035.0
W	3700	10 veces el salario mínimo nominal.	3.75%	1.50%	5.25%	9.375%	3.75%	13.125%

TABLA N^o 1; CUOTAS OBRERO-PATRONALES POR SEMANA Y GRUPO DE SALARIO PARA 1985

CLASE DE EMPRESA SEGUN EL REGI- MENTO DE CLASI- FICACION DE EL- FIRAS EN GRADO DE RIESGO.	INDICE DE SINIESTRA.	GRADO DE RIESGO			PRIMA CORRESPON- DIENTE AL GRADO MEDIO DE RIESGO EXPRESADA EN POR CIENTO DEL IMPOR- TE DE LAS CUOTAS OBRERO-PATRONA-- LES DEL SEGURO - DE INVALIDEZ, VE- JEZ, CESANTIA Y MUERTE.
		MINIMO	MEDIO	MAXIMO	
I	454-1757	1	3	5	5%
II	1368-5127	4	9	14	15%
III	4032-13867	11	24	37	40%
IV	11368- 21787	30	45	69	75%
V	18207- 34622	50	75	100	125%

TABLA N^o 2; CLASIFICACION DE EMPRESAS Y CUOTA CORRESPONDIENTE
SEGUN EL GRADO DE RIESGO.

"índice de gravedad" por el "índice de frecuencia", en donde:

$$I.G = \frac{\frac{(D.S)(D.H)}{(D.A)} + \frac{(V.L)}{100}}{\text{Número de Riesgos}} \quad 25 \quad 300 + 300 \text{ (P.V.T)} \quad (D)$$

D.S- número de días subsidiados

D.H- días hábiles al año (300)

D.A- días del año (365)

V.L- valor de las lesiones

P.V.T- promedio de vida de los trabajadores (25 años)

D- número de defunciones

$$I.F = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de riesgos}}{(300 \text{ días hábiles}) \quad (\text{N}^{\circ} \text{ prom. de trabajadores})}$$

En base a las ecuaciones anteriores y a los datos anuales de los accidentes, se determina el "índice de gravedad" y con éste resultado entramos a la tabla N° 2 y vemos cual es el grado de riesgo y el porcentaje de la cuota que corresponde pagar al I.M.S.S. Para disminuir ésta cuota es necesario disminuir el mínimo el número de accidentes y principalmente evitar las defunciones.

3.1.-Sanciones en caso de incumplimiento de la Ley Federal del Trabajo; van de 15 a 315 veces el salario mínimo general, como se menciona en el Artículo 994, fracción V; dicha sanción se impondrá al patrón que no permita la inspección y vigilancia de las autoridades de trabajo que practiquen en su establecimiento, y que no observe en las instalaciones las normas de trabajo, de seguridad e higiene o las medidas que fijen las leyes para preve-

uir los riesgos de trabajo. La multa se duplicará si la irregularidad no es subsanada dentro del plazo que se concede para ello.

Son obligaciones de los patronos:

- I.-Cumplir con las disposiciones de las normas de trabajo vigentes en la empresa o establecimiento;
- II.-Pagar los salarios e indemnizaciones de conformidad con las normas vigentes en la empresa o establecimiento;
- III.-Proporcionar oportunamente a los trabajadores los útiles, instrumentos y materiales para la ejecución del trabajo.....

He aquí otra de las razones por lo cual es importante que el trabajo se realice en un ambiente de seguridad y confianza.

4.-¿Como evitar los accidentes?; a ésta pregunta mucha gente se ha tratado de encontrar respuesta, sin embargo todavía no se le ha dado la debida importancia y aun falta mucho camino por recorrer. Entre los principales problemas que se tienen es que existen muchos trabajadores con muy baja escolaridad, o incluso algunos de ellos nunca han ido a la escuela, ya que por lo general son campesinos, esto hace mas difícil establecer un programa de seguridad, ya que una de las formas de indicar condiciones de peligro es por medio de anuncios y recomendaciones en forma escrita, por lo cual es necesario conocer el personal que se está manejando para así establecer la forma de comunicación más apropiada. Otro de los problemas que se tienen es el machismo, la irresponsabilidad y la falta de conciencia de muchas personas que no solo son los trabajadores, sino incluso personal de confianza de la constructora, así podemos observar que alguien baja al túnel sin la debida protección, o que el encargado de vigilar algún tramo no se encuentra en su lugar, o que se carece de las más elementales medicinas en el botiquín de primeros auxilios porque se las roban o no se le surten, etc. Por éstas y otras razones es difícil evitar acciden-

tes quizás por esto y por un mal entendido ahorro muchas constructoras solo medio cumplen con lo estipulado por la Ley, y no toman en cuenta que la seguridad en una obra es de vital importancia.

Quizas sea imposible evitar todos los accidentes en una obra, lo que si se puede hacer es minimizarlos para lo cual es necesario algo más que simples medidas de protección contra accidentes, es necesario elaborar todo un sistema de seguridad e irlo perfeccionando con la experiencia y los conocimientos que se vayan adquiriendo, si es que se quieren obtener resultados verdaderamente satisfactorios.

5.-Estado actual de la seguridad en la obra; se encuentra organizada por un Ingeniero al frente de una brigada de seguridad, cuyo principal objetivo es detectar condiciones inseguras, prevenir accidentes, hacer que se cumpla con el reglamento de trabajo, ayudar en la elaboración de gráficas, colocar anuncios preventivos, etc.

En la lumbrera número 22 se encuentran las oficinas de Seguridad y junto a éstas se encuentra el consultorio particular de la obra, atendido por un médico el cual examina a las personas de nuevo ingreso para verificar si se encuentran en condiciones de efectuar los trabajos que les serán asignados, también atiende a los trabajadores que se enferman en la obra y a los que se accidentan cuyas lesiones no sean de gravedad, si se necesita atención médica especializada, se pide una ambulancia al IMSS o se utiliza un vehiculo particular de la constructora y se traslada al lesionado para que sea atendido debidamente. Si los integrantes de la brigada detectan condiciones inseguras se informa al jefe de frente y si no se corrige se apunta en una bitácora en la que firman ambas partes, esto se hace para librarse de responsabilidades ya que al jefe de frente le interesa más que nada el avance de obra aunque en ocasiones las condiciones no son muy seguras y se utiliza como fórmula mágica la bitácora que en realidad no soluciona nada. Se llevan estadísticas mensuales de los accidentes ocurridos,

de las incapacidades, etc. A continuación se muestra un ejemplo de los registros que se llevan:

1983-1984

-N° de accidentes _ _ _ _ _	162
-N° de trabajadores _ _ _ _ _	6354
-N° días subsidiados _ _ _ _ _	3160
-Defunciones _ _ _ _ _	1
-Amputaciones _ _ _ _ _	12%

1984-1985

-N° de accidentes _ _ _ _ _	352
-N° de trabajadores _ _ _ _ _	19573
-N° de días subsidiados _ _ _ _ _	9406
-Defunciones _ _ _ _ _	3
-Amputaciones _ _ _ _ _	14%

Para poder tener una idea de lo que se ha logrado, podemos valorar el índice de siniestralidad con los datos anteriores y -- con éste resultado vamos a la tabla N° 2, observaremos que nos encontramos en la clase IV de la clasificación de empresas en grado de riesgo, en lugar de la clase V a la que se pertenece como empresa constructora, esto significa un buen ahorro ya -- que las cuotas que se pegan por concepto de riesgos de trabajo se van a ver disminuidas.

Esta forma de organizar la seguridad en la obra es reciente, -- tiene apenas dos años de estar funcionando y ya ha tenido buenos resultados, sin embargo no se puede estar totalmente satisfecho con esto ya que apenas son los primeros pasos y aun falta mucho camino por recorrer. Prueba de esto es que al visitar la obra, principalmente dentro del túnel, nos encontramos con muchas condiciones inseguras de trabajo, tales como:

-Andamios en malas condiciones; como podemos ver en la figura 1, los tablonces que se utilizan como plataforma no estan bien colocados, ni bien sugetos a los tubos del andamio, tampoco --

son los suficientes para tener una plataforma segura, pese a ello se utilizaba sin que nadie reparara en ello.



Fig.1; andamio en malas condiciones.

-Varillas y tablones entre la rezaga; al entrar al túnel se ve a falta de organización, ya que habia grandes acumulamientos de rezaga entre la cual podiamos ver varillas de todos tamaños lo cual representaba un verdadero peligro al paso de la gente que no tenia otro camino para circular, como podemos ver en la figura 2.

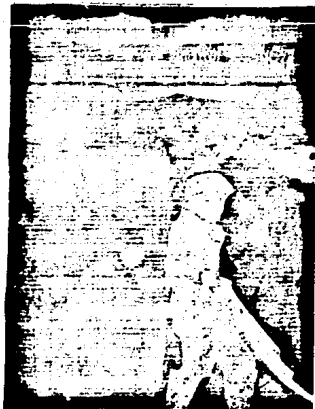
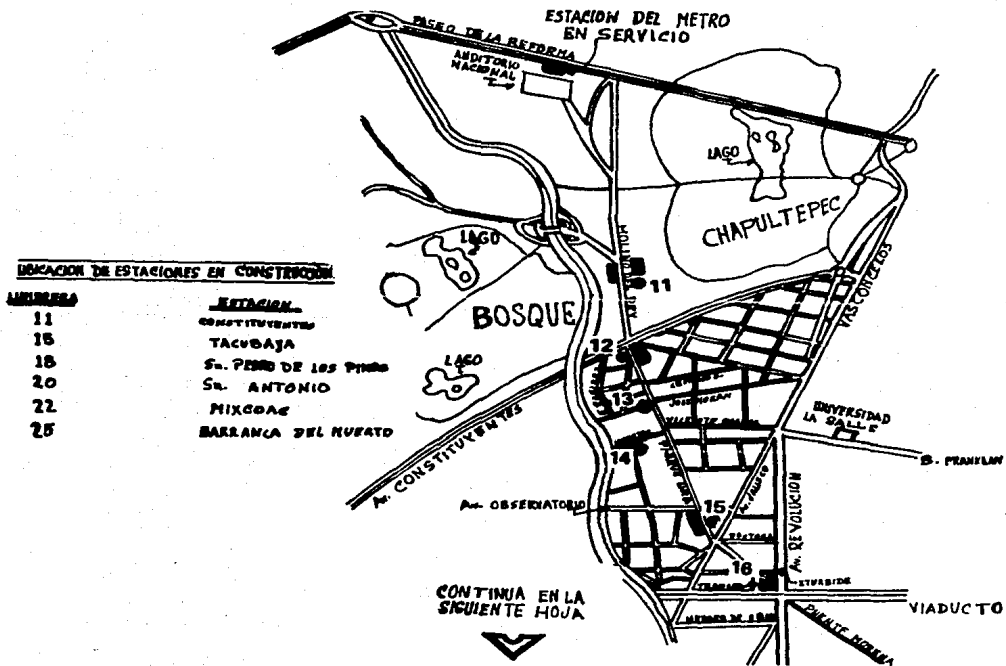


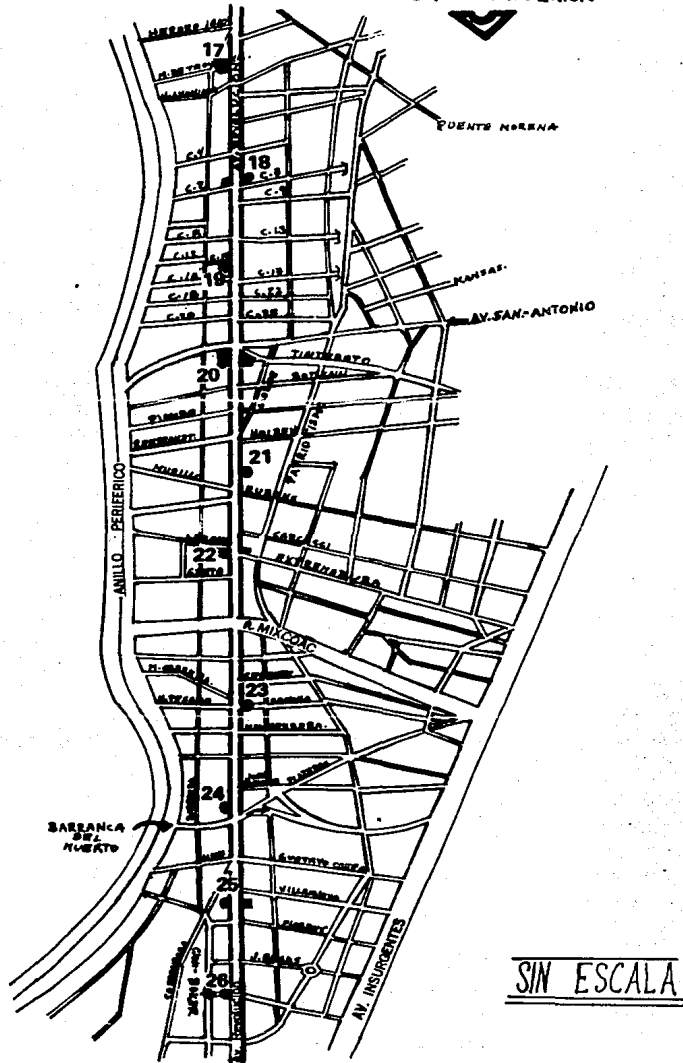
Fig.2; aquí podemos observar grandes varillas entre la rezaga, lo cual resulta un verdadero peligro.

Como estos ejemplos se pueden mencionar muchos más, tales como; cables de corriente eléctrica amarrados a la cimbra metálica sin las protecciones necesarias, reflectores de luz amarrados con alambón a la cimbra metálica o a cualquier varilla del acero de refuerzo habilitado en las paredes del túnel, etc. Por todo lo anterior podemos ver la posibilidad de mejorar lo hecho hasta -- hoy si aplicamos correctamente el Sistema de Seguridad propuesto en éste trabajo.

6.-Localización de la obra; a continuación se presenta el plano c-1, donde se localizan las lumbreras y estaciones de la línea 7 del metro.



CONTINUACION DEL
CROQUIS ANTERIOR



PLANO c-1; LOCALIZACION DE LUMBRERAS Y ESTACIONES.

C A P I T U L O I

A C T I V I D A D E S Q U E S E R E A L I Z A N

E N L A O B R A

Es importante que el personal de seguridad conozca bien las actividades que se realicen en la obra, esto lo tiene presente todo inspector de seguridad experimentado, ya que mientras mejor conozca la obra, mas facilmente podrá detectar condiciones inseguras y sabrá cual es la forma más segura de efectuar los trabajos. Por lo cual daremos a conocer a grandes rasgos el procedimiento constructivo del túnel, así como las principales actividades que se realizan en las lumbreras y en las estaciones, esto nos hará conocer un poco la obra, sin embargo recalcamos que el personal de seguridad debe conocer a fondo las actividades que se realicen para poder efectuar su trabajo en forma satisfactoria.

1.- PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO DEL TUNEL

1.1) Excavación y recubrimiento primario (ademe):

-ETAPA I; excavación en la clave

La excavación se realiza en dos etapas, primero los topógrafos marcan en el frente un punto por donde pasa el eje del túnel, se traza el radio y despues con la Rozadora se inicia la excavación en la clave hasta llegar a una longitud de dos metros, posteriormente se checa la sección y si la operación se realizó correctamente se procede al siguiente paso.

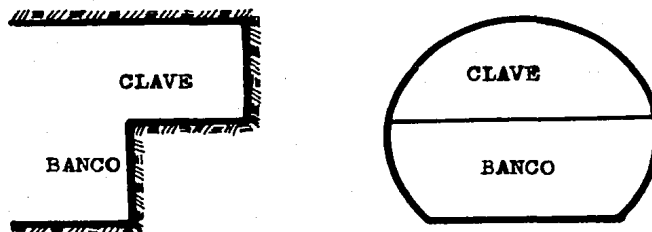


FIG. I.1; partes en que se divide la sección del túnel para realizar los trabajos de excavación.



FIG. I.2; brazo de la Rozadora.

- ETAPA II; recubrimiento primario en la "clave".

Se procede a ademar colocando una malla de 2m de ancho, con la cual se cubrirá el perímetro de la sección excavada, se sujetará al terreno por medio de "anclas" colocadas con pistolas de aire comprimido, las cuales tienen forma de cruz y son hechas con varillas de $1/2''$ y $1''$, posteriormente se procede a cubrirla con concreto lanzado hasta quedar una capa aproximada de 8cm de espesor, después se procede a colocar otra malla y se sujeta con las anclas anteriores y se cubre con concreto lanzado hasta dejar un espesor total de 15cm.

Para el concreto lanzado se utiliza una tolva montada sobre un camión, la cual se llena de cemento que cae en un sinfín y lo conduce a una "liva" en la que se impulsa junto con los agregados, estos vienen de la superficie por medio de una tubería ayudados con el aire comprimido, hacia la boquilla donde se le une otra manguera de agua la

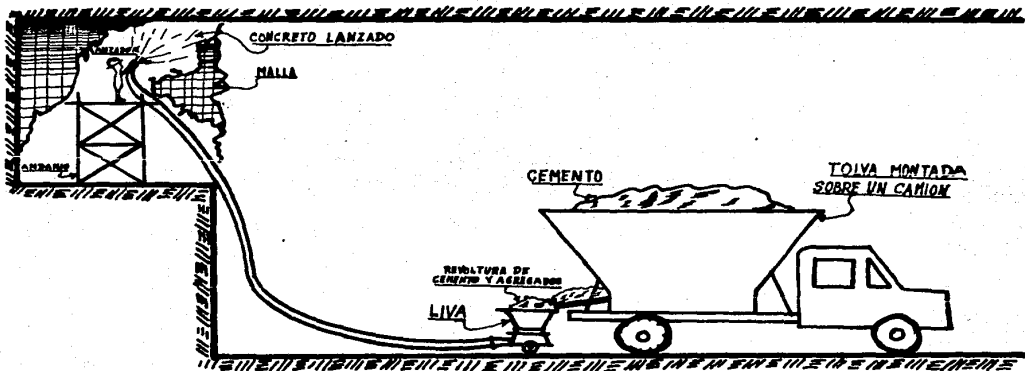


FIG. I.3; concreto lanzado en la clave.

que se regula con una llave que se encuentra ahí mismo. Al momento de iniciar el lanzamiento del concreto, el operador de la "liva", la hace funcionar y el lanzador regula la cantidad de agua que sale por la boquilla.

- ETAPA III; excavación en banco.

La sección se acompleta excavando la parte restante denominada "banco", aquí se utiliza por lo general un cargador frontal, el cual también deposita la rezaga en los botes que son transportados en un camión. Dependiendo del tipo de terreno también se utiliza la Rozadora o incluso explosivos cuando el boleo es muy grande.

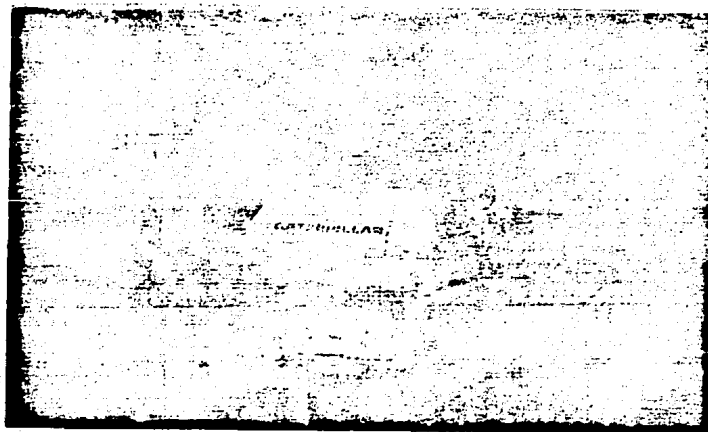


FIG. I.4; Cargador Frontal excavando en la sección denominada "banco".

- ETAPA IV; recubrimiento de la sección excavada en "banco".
Se efectua de la misma manera indicada anteriormente, solo que aquí se acompleta la sección.

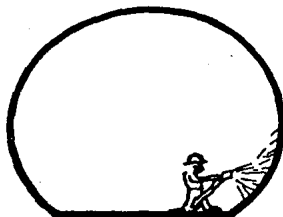


FIG. I.5; concreto lanzado para acompletar la sección.

- Acarreo de rezaga.

El producto de la excavación es depositado en botes, con un cargador frontal, que van montados sobre un camión. El acarreo se hace desde el frente de excavación hasta el centro de la lumbrera, donde se amarra con estrobo y es izado a la superficie por medio de una grua Link-bel.

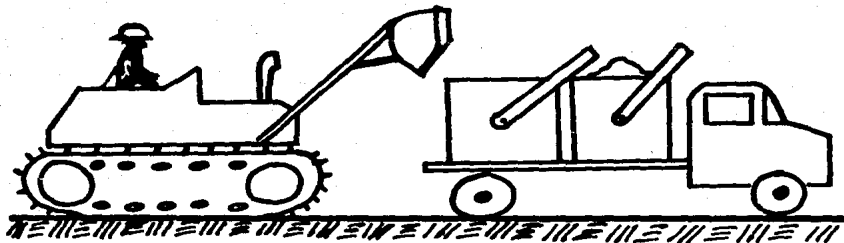


FIG. I.6; cargador frontal llenando los botes con rezaga.

1.2) Recubrimiento definitivo (estructural).

Para las "guarniciones" se utiliza cimbra de madera y para - para las paredes y el techo cimbra metálica, la cual se apoya en las guarniciones y se va corriendo a medida que se va colando. El concreto llega a la lumbrera por medio de ollas que lo descargan en un tubo de lamina y cae hasta la entrada del túnel donde se bombea hasta la sección que se va a colar.

1.2.1.- COLADO DE GUARNICIONES.

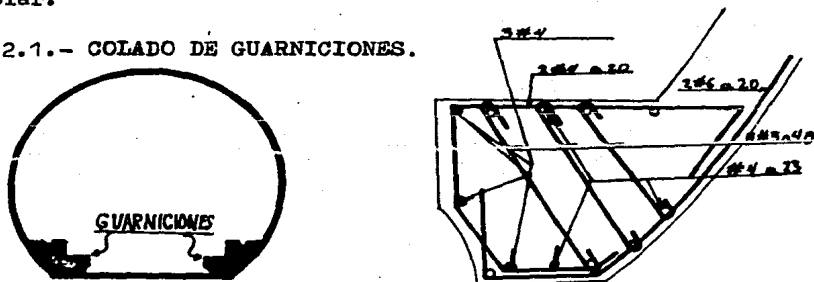


FIG. I.7; corte de la sección del túnel mostrando las guarniciones y un detalle del armado.



FIG. I.8; colocación de cimbra para las guarniciones.

1.2.2) COLADO DE PAREDES Y TECHO DEL TUNEL.



FIG. I.9; colocación del acero de refuerzo en el techo del túnel (clave).

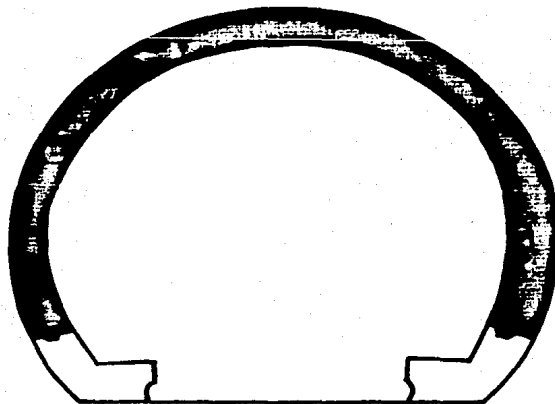
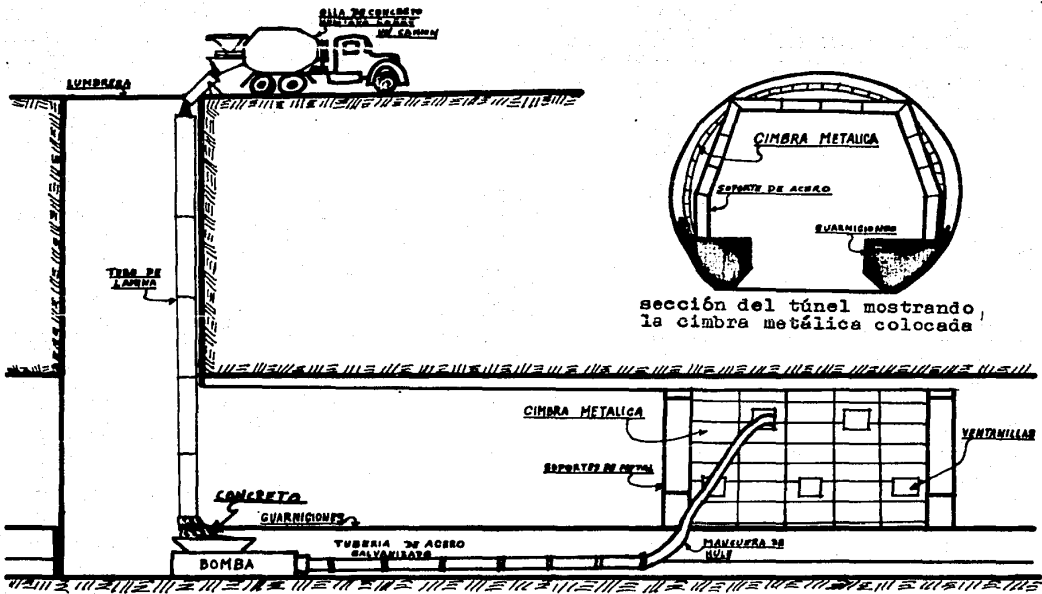


FIG. I.10; la parte marcada con negro representa el recubrimiento estructural.

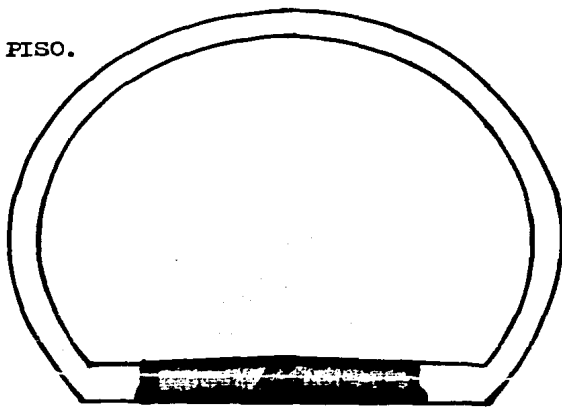


sección del túnel mostrando la cimbra metálica colocada

FIG. I. 11; colado del techo y paredes del túnel.

1.2.3.- COMPLETAR LOSA DE PISO.

FIG. I.12; la parte marcada con negro representa la losa de piso.



1.2.4.- INYECTAR MORTERO y/o LECHADA; para llenar los huecos entre el concreto lanzado y el concreto colado con lo cual queda terminada la sección.

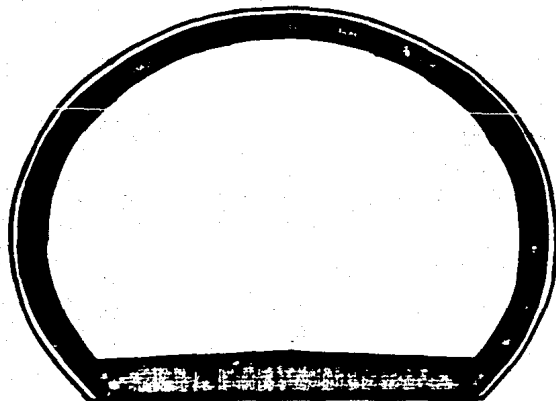


FIG. I. 13; representación de la sección terminada del túnel, estructuralmente.

2.- PRINCIPALES ACTIVIDADES EN LA PARTE SUPERFICIAL, CIRCUNDANTE A LAS LUMBRERAS.

-Acarreo de rezaga; la cual es el producto de la excavación del túnel, es transportada en cubos metálicos montados sobre un camión hasta el centro de la lumbrera, en donde se sujeta con estrobo y se iza por medio de una grúa que la deposita en camiones de volteo liviano y de ahí se lleva a los tiraderos.

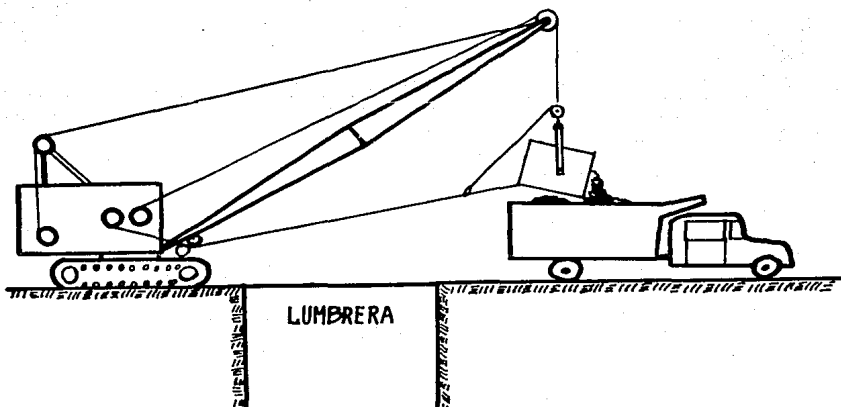


FIG. I.15; grúa depositando rezaga en camiones de volteo liviano

-Bajar o subir del túnel maquinaria, material, equipo, etc; para la maquinaria pesada como el cargador frontal, la roza dora que se baja en dos partes debido a su tamaño, así como los camiones y la tolva de cemento, se bajan con la grúa, para lo cual se verifica que no se sobrepase su capacidad de carga, si esto sucede se consigue otra grúa para que ayude en la operación. Estas actividades son poco comunes ya que solo se realizan al comenzar la obra, al terminar y si ya no se utiliza la maquinaria. También se ocupa la grúa pa-

ra el equipo necesario como la liva, los generadores portátiles, así como la cimbra metálica, etc.

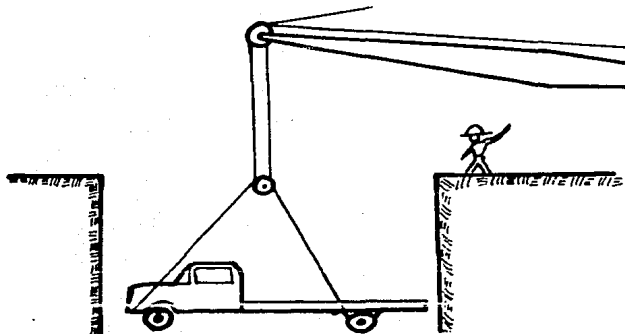


FIG. I.16; camión bajado al túnel con la grúa .

Los materiales se bajan al túnel de diferente manera. Las varillas se amarran con lazos y se van soltando poco a poco hasta llegar al túnel en donde una persona ayuda para que baje bien y no se lastime a nadie. El cemento se deposita en una tolva y baja por medio de un ducto. Para el aire comprimido existen compresores que se encuentran en la parte superficial, en las cercanías de la lumbrera, desde ahí se extiende una tubería y se va aumentando conforme vaya avanzando el frente de excavación, para ser utilizado en el concreto lanzado y en las perforadoras.

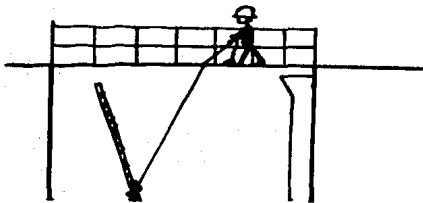


FIG. I.17; varilla de refuerzo introducida al túnel sujeta con una cuerda.

3.- ACTIVIDADES QUE SE REALIZAN EN LA ESTACION.

Podemos clasificarlas en dos partes, la correspondiente al túnel y las que se desarrollan en los diferentes niveles, vestíbulo, -descanso y azotea.

3.1) Actividades en el túnel; se desarrolla el mismo procedimiento constructivo descrito en el capítulo anterior, solo que la sección principal es de mayor diámetro. Aquí mismo se tienen diferentes tipos de secciones que son para los accesos a los andenes, para los nichos donde se colocarán los transformadores, etc. A continuación se muestran algunos tipos de secciones utilizados en las estaciones San Antonio, San Pedro de los Finos, y Tacubaya, para las estaciones Mixcoac y Barranca del Muerto, el túnel principal es la sección completa, solo que de mayor diámetro.

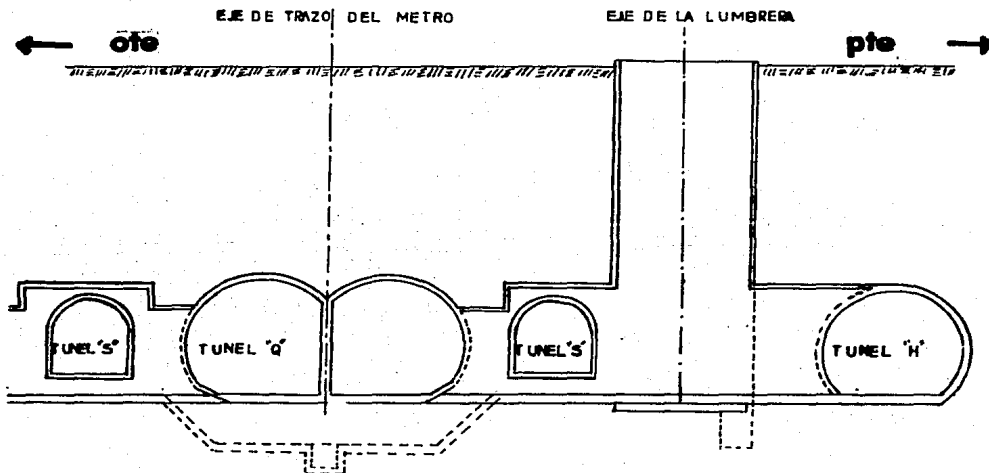


FIG. I.18; diferentes tipos de secciones de túnel en la estación San Antonio.

3.2) Actividades que se realizan en los diferentes niveles, ves tábulo, descanso y azotea; pará los fines de éste trabajo solo se mencionará un resumen simplificado de las principales actividades que se realizan en la estación, no obstante el equipo de seguridad debe conocer bien ésta parte de la obra.

Ya despejado el terreno donde se construirá la estación, - los topógrafos marcan el lugar geométrico donde se efectuará la excavación, la cual se hará con una draga y una pala mecánica, utilizando camiones de volteo liviano para el desalojo de la rezaga, en ocasiones se usa el equipo disponible como el cargador frontal, o la draga con cucharón de - a semeja. La excavación se hace por partes lo que hace que - se vayan armando y colando los muros perimetrales, como se puede observar en las siguientes fotografías.



FIG. I.19; Pala Mecánica utilizada para la excavación en la estación Mixcoac.

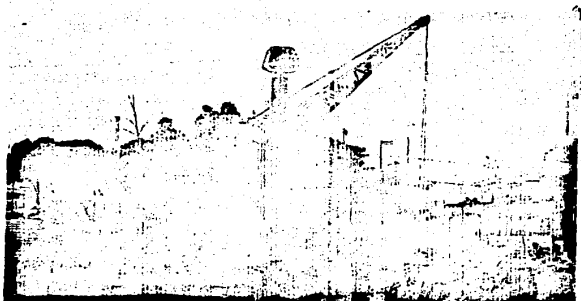


FIG. I.20; máquina Link-belt con cucharón de almeja extrayendo el producto de la excavación.



FIG. I.21; detalle de la extracción de rezaga con el cucharón de almeja.



FIG. I.22; colocación del acero de refuerzo para los muros perimetrales de la estación.

El armado y colado de las losas de cada nivel se va realizando conforme el avance en los muros estructurales lo vayan permitiendo. En el nivel azotea en lugar de losa se colocan tabletas prefabricadas como se puede ver en el plano II.3, también podemos observar los demás planos de los diferentes niveles que nos dan una idea de la conformación de la estación Mixcoac.

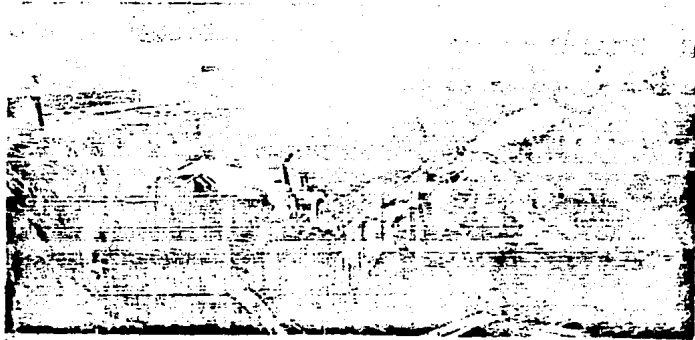
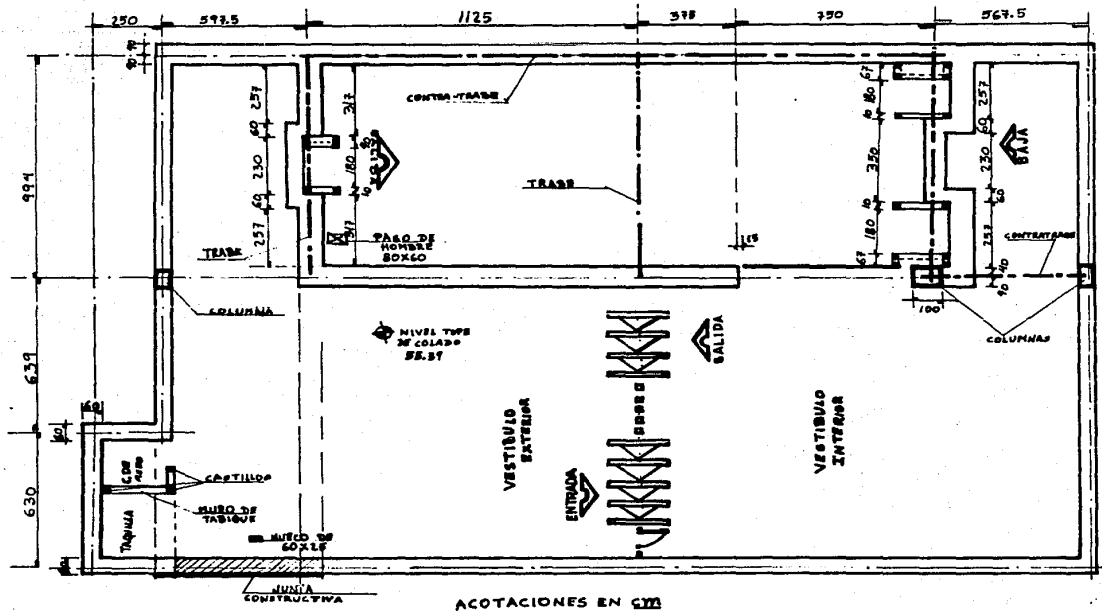


FIG. I.23; aquí se puede observar una olla descargando concreto para el colado de una losa y concreto lanzado en los taludes.

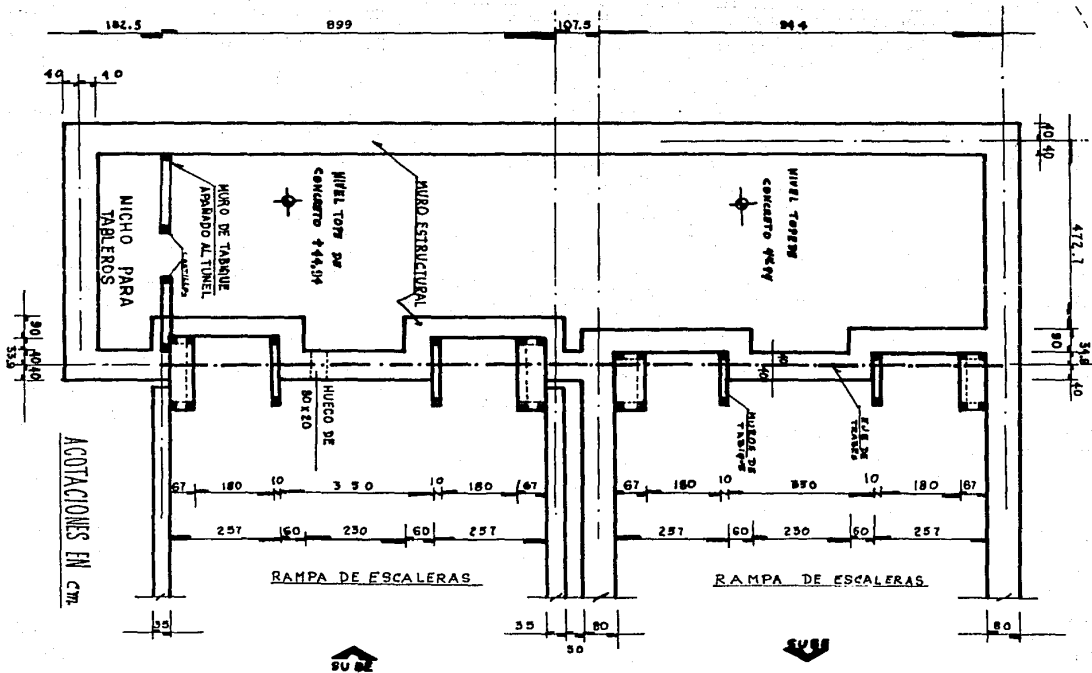


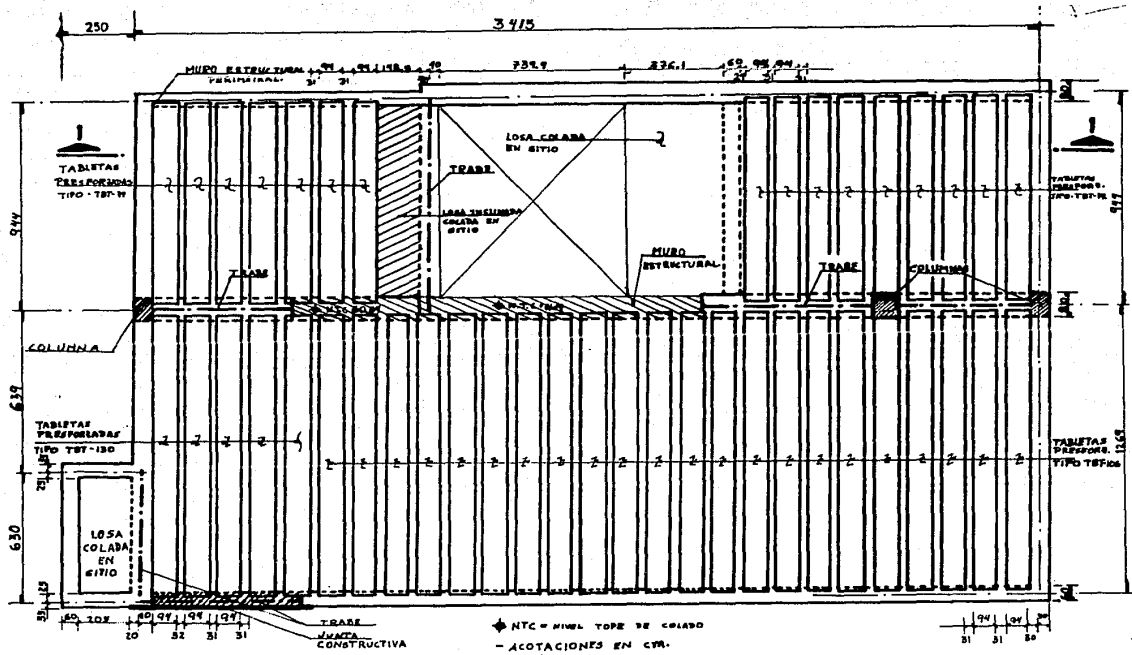
FIG. I.24; en ésta foto podemos apreciar más detalladamente el colado de la losa y actividades como vibrado y el extendido.



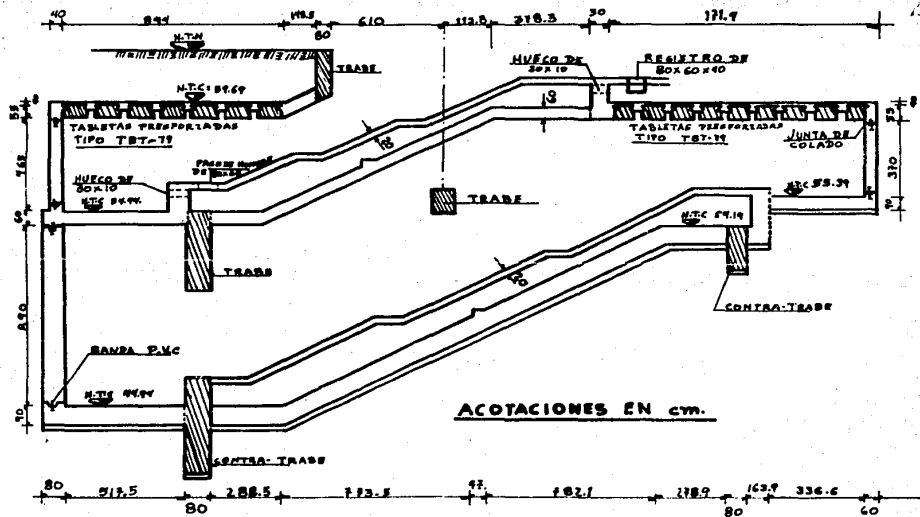
PLANO I.1; PLANTA NIVEL VESTIBULO.

PLANO I.2: PLANTA NIVEL DESCANSO.





PLANO I.3; PLANTA NIVEL AZOTEA.



PLANO I.4; CORTE 1-1.

C A P I T U L O I I

S I S T E M A I N T E G R A L D E S E G U R I D A D

El sistema de seguridad que se propone para la línea 7 del metro está basado en 9 puntos básicos de peculiar importancia cada uno de ellos. Cada uno de estos puntos está relacionado con los demás de tal manera que si faltara alguno, o si no se le hiciera funcionar correctamente, se crearía un cierto desequilibrio en todo el Sistema de Seguridad, logrando con ello resultados poco satisfactorios. A continuación analizaremos cada uno de estos puntos básicos:

- 1.-Designar a un Ingeniero para que se haga cargo del Sistema de Seguridad; su función es aplicar el Sistema de Seguridad, organizar y dirigir las brigadas de seguridad, aprobar y aplicar las soluciones que ellos mismos propongan para las condiciones inseguras, organizar y obtener estadísticas de la información que se obtiene como producto del trabajo de las brigadas de seguridad y de los accidentes que ocurran en la obra elaborar y dar a conocer el reglamento interno y las medidas de seguridad a todo el personal, checar que todo vaya de acuerdo a lo planeado y dar a conocer los avances y problemas que se tengan para que se logre una mayor cooperación por parte del personal. Debe conocer bien todas las actividades que se realicen, ya sea dentro o fuera del túnel y además hacer inspecciones personales, por lo menos una vez al día, en las que podrá verificar si su personal trabaja en forma efectiva. Debe estudiar la factibilidad de impartir cursos de capacitación y de orientación para que se haga más efectivo trabajar con las debidas precauciones, las clases se pueden impartir media hora antes de empezar el turno de trabajo y se pueden ir rolando en grupos de 15 a 20 individuos cada que termine un curso, para que no se pierda el interés, se pueden hacer rifas o elaborar algún premio.
- 2.-Formar brigadas de seguridad; estarán compuestas por supervisores y auxiliares encargados de ayudar al Jefe de Seguridad y además deben tener comunicación autorizada con los jefes de frente para que en caso de cualquier anomalía se pueda dar --

pronta solución al problema, si no se llega a ningún acuerdo, el caso deberá turnarse a sus superiores inmediatos, debe tenerse mucho cuidado de no caer en antagonismos y solucionar todo por medio de la mutua comprensión. Las actividades de las brigadas son:

a) Detectar condiciones inseguras; para lo cual los inspectores deben tener amplia experiencia en este tipo de actividad, no deben limitarse solo a sus observaciones personales incluso pueden platicar con los trabajadores en los momentos oportunos para detectar si existen problemas personales entre ellos o si se hacen bromas muy pesadas que pueden en un momento dado ocasionar accidentes, en este caso una solución podría ser, cambiar de turno o de frente a la persona que motive esa acción. También pueden realizarse encuestas entre los trabajadores para conocer su opinión de la seguridad en la obra, si sienten que han funcionado los dispositivos de seguridad, si se sienten seguros al realizar sus actividades, que medidas de seguridad creen que hacen falta en la obra, que propondrían para mejorar las condiciones, esto puede ser de mucha ayuda y seguramente motivará a los trabajadores. La información obtenida se puede analizar y ver cual es el predominio de las opiniones para así poder determinar su factibilidad y dictar las medidas de seguridad necesarias, si existe alguna buena idea y es factible realizarla, no se debe titubear en hacerlo.

Los inspectores de seguridad también deben conocer todas las actividades que se realicen en la obra y hay que evitar en lo posible que se les role de lugar para que tengan continuidad en las actividades que realizan, debe haber cuando menos un inspector y un auxiliar por cada frente de trabajo para que cuando el inspector tenga algún asunto que tratar, el auxiliar se quede auxiliando en las labores necesarias, además deben portar un maletín de primeros auxilios para casos de emergencia.

b) Investigar la causa de los accidentes; se hace con el fin -

de no incurrir en los mismos errores, los inspectores que se encarguen del asunto deben apuntar todo lo relacionado con el accidente y profundizar lo más posible ya que la causa puede ser diferente de lo que se piensa. Si la causa es detectada al instante, en ese momento se debe mostrar al personal como ocurrió el accidente y como pudo haberse evitado, para así poder asimilar en el acto lo sucedido.

c) Prevenir accidentes; en si toda la actividad que realiza el equipo de seguridad está encaminada hacia éste objetivo y solo una acción coordinada puede lograrlo. Cuando se detecte que puede ocurrir un accidente, si el caso lo requiere, se puede hablar directamente con las personas afectadas y solucionar de inmediato el problema.

d) Analizar la causa de los accidentes; es recomendable que se haga con los inspectores y auxiliares, motivandolos a tomar parte activa, con esto se busca un mayor conocimiento y que se logren asimilar los errores cometidos, las reuniones pueden hacerse los fines de semana.

e) Plantear soluciones; como resultado del analisis hecho, hay que proponer alternativas de solución y adoptar la mas viable y económica, ésta solución la debe plantear el Jefe de Seguridad y puede hacerlo con la ayuda de los inspectores más destacados para así motivarlos a seguir realizando su trabajo en forma satisfactoria.

f) Aplicar las soluciones adoptadas.

3.- Programar las actividades; aquí se podrán incluir las medidas de seguridad que se irán implantando conforme avance la obra, tomando en cuenta cada una de las actividades que se realizan dentro del procedimiento constructivo, estudiando según el caso que metodos son los más convenientes como son; letreros en lugares visibles haciendo alusión a los peligros que se corren, cartelones con dibujos preventivos, etc. Tambien podemos incluir los días de reunión de las brigadas, los cursos o pláticas que se piensen realizar, las pláticas que se hagan -

con los demás ingenieros, con el proposito de lograr una mayor cooperación y que se tome conciencia de que la seguridad en la obra es responsabilidad de todos.

- 4.-Elaborar un reglamento interno de seguridad; debe estar basado en la Ley y en las políticas de la empresa, debemos hacer un resumen de lo más importante, que sea corto y de ser posible ilustrado. Es importante que se haga de ésta manera ya -- que si resulta extenso es muy probable que pocas personas lo leerán, las ilustraciones son con el proposito de hacerlo ameno a la vista del lector, que incluso puede que no sepa leer, en tal caso los inspectores de seguridad tienen la obligación de enseñarles el reglamento en los momentos más convenientes.
- 5.-Elaborar estadísticas de los accidentes ocurridos; resultan -- muy convenientes, ya que por éste medio podemos conocer los -- resultados que se van teniendo, por ejemplo si existe mayor -- incidencia de accidentes a determinada hora del día, o en alguno de los turnos que laboran, etc., de lo cual podremos ver si es necesario hacer modificaciones o incluso cambios en el Sistema de Seguridad. También podemos elaborar gráficas y cartulinas, pegandolas en lugares visibles para que el personal también conozca los resultados y sienta más seguridad en la -- realización de sus tareas.
- 6.-Obligar a que se lleve orden y limpieza en los lugares de trabajo; esto es para que no sucedan casos como los mencionados en la introducción. Además los ingenieros que comúnmente se ocupan como jefes de frente son personas con poca experiencia, por lo cual debemos trabajar en equipo y ayudarles a planear las actividades que se realizan para que no se vean casos como los ya mencionados, esto no significa intervenir en su labor, pero se debe tener como principio trabajar con orden y -- limpieza ya que esto aumentará en grán medida la seguridad en la obra, esto resultará facil si nos organizamos adecuadamente.

- 7.-Tener un lugar donde se atienda al personal accidentado; si la lesión que sufra algún trabajador es grave, aquí se le puede atender mientras llega la ambulancia para trasladarlo a la clínica correspondiente, si la lesión no es grave aquí se puede atender al trabajador y de igual manera si se siente enfermo. Por lo cual se debe tener un médico de planta en la obra, también se debe hacer un chequeo a los trabajadores que sean de nuevo ingreso para verificar que se encuentren en buenas condiciones de salud, incluso se les puede dar una plática de orientación acerca de la seguridad en la obra, con esto se pretende que el trabajador empiece a tomar conciencia del papel tan importante que tiene dentro de la seguridad en la obra.
- 8.-Dar incentivos económicos al personal de seguridad; si a los trabajadores se les dá bonificación por el avance, es justo que al personal de seguridad se le otorgue algún incentivo monetario, ya que al disminuir los accidentes contribuyen a que la obra resulte más económica, ésta es la mejor forma de motivarlos a que se superen y así podemos contar con un mejor personal.
- 9.-Los niveles más altos de la administración deben dar su apoyo y mantenerlo para que el interes en el programa no decaiga, - no solo debe haber interes inicial, sino que éste debe mantenerse o aumentarse si fuese necesario.

La fuerza del Sistema de Seguridad planteado radica principalmente en el punto dos ya que ahí es precisamente donde se analizan los problemas, se plantean soluciones y se aplican, esto es muy importante ya que así logramos que se vaya mejorando constantemente, en todos los aspectos, la seguridad en la "línea 7" del Sistema de Transporte Colectivo (metro).

- 10.- Sistema de Seguridad en la obra; para poder aplicar el sistema de seguridad, como ya hemos mencionado, debemos conocer todas las actividades que se realicen en la obra para

poder distribuir al personal de seguridad en los lugares estratégicos, es decir donde se desarrollan la mayor parte de las actividades, que son principalmente los centros de trabajo y realizar inspecciones periódicas en los lugares donde las actividades sean menores, como los talleres de carpintería, mecánica, etc., que también tienen gran importancia para la seguridad en la obra, en la Línea 7 del "metro" se tienen principalmente;

- el túnel; aquí se debe poner especial atención, ya que es donde se realizan la mayor parte de las actividades, debe haber por lo menos un inspector en cada frente de ataque, los anuncios preventivos deben estar bien iluminados y deben limpiarse constantemente para evitar que el polvo los cubra. También debe estudiarse que medidas de seguridad resultan más efectivas de acuerdo a lo mencionado en el punto dos.
- el área de maniobras; en la parte superficial circundante a las lumbreras, también se debe tener mucho cuidado, procurando que solo se encuentre el personal necesario para así facilitar las tareas que se realicen, evitando con ello riesgos innecesarios. Aquí también se debe tener a un inspector de seguridad, especialmente cuando se realicen las diferentes maniobras, el cual a su vez debe hacer visitas frecuentes a los diferentes talleres para checar que todo vaya de acuerdo a lo planeado.
- la estación; aquí también se realizan trabajos de gran riesgo, por lo cual debe haber por lo menos un inspector y un auxiliar en cada estación, se debe tener como regla el orden y la limpieza, como se explicó en el punto seis y que personas ajenas a la obra no obstaculicen los trabajos, así como aplicar todas las medidas de seguridad necesarias.
- vialidad; respecto a éste punto COVITUR tiene un equipo especialmente capacitado para controlar el constante tráfico en la entrada y salida de camiones a la obra, así también cuando se realicen los colados para el recubrimiento defini

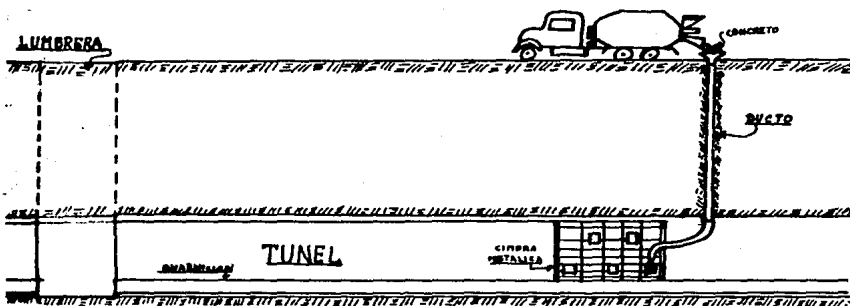


FIG. II.1; introducción del concreto al túnel por medio de un ducto.

que se hace por medio de una perforación desde la superficie - hasta el túnel, colocando un ducto de acero y desde ahí se introduce el concreto, dicha perforación coincide con el eje de la avenida como se muestra en la figura II.1. Cuando se realizan las actividades de perforación y colocación del tubo, así como la introducción del concreto al túnel, debe haber en el sitio un inspector de seguridad aplicando los principios expuestos anteriormente. Si COVITUR pusiera a cargo de ICA el manejo de la visibilidad para el acceso de vehículos a la obra, así como para la protección vial en casos como; la descarga del concreto en los ductos ubicados en las avenidas, el bloqueo de calles para la realización de maniobras, etc., solo tendríamos que formar brigadas y capacitar al personal aplicando los principios mencionados.

C A P I T U L O I I I

MEDIDAS DE PROTECCION AL AMBIENTE Y LA ECOLOGIA

DE LAS ZONAS AFECTADAS

Para construir las lumbreras y estaciones fué necesario demoler casas, escuelas, cerrar calles poco transitadas y ocupar jardines, esto trajo como consecuencia una afectación a la ecología de la zona, cuyos efectos más apreciables son el problema de la contaminación ambiental originada por la emisión de ruido y el esmog.

- 1.- Contaminación ambiental producida por la emisión de ruido: actualmente es una de las causas de ciertos transtornos psicológicos y físicos, por lo cual se han hecho estudios al respecto y se ha determinado como unidad de medida el decibel que expresa la relación entre las potencias de un sonido determinado y un sonido de referencia en escala logarítmica. El ruido como alternador del ambiente se considera tanto en intensidad como en duración o exposición al mismo. El Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental Originada por la Emisión de Ruidos (Diario Oficial, enero de 1976), indica en su Artículo 14; "Para efectos de prevenir y controlar la contaminación ambiental por ruidos, se establece como nivel máximo permitido para la emisión de este contaminante proveniente de fuentes fijas, el valor de 68 decibeles entre las seis y las veintidos horas del día, y de 65 decibeles entre las veintidos y las seis horas."

Para tener una idea en relación a éstas cifras se puede considerar que:

- a 1.60m de distancia un suave murmullo tiene 30 decibeles;
- un radio que funciona a volumen medio tiene 110 decibeles;
- un turboreactor (jet) en despegue tiene 160 decibeles;
- los oídos comienzan a molestar con 120 decibeles y a doler con 140 decibeles.

La siguiente tabla muestra los tiempos permisibles de exposición al ruido, antes de que cause daño o alteración física o psicológica.

DURACION EN HORAS/DIA	NIVEL DE SONIDO dB/(s)
8.0	90
6.0	92
4.0	95
3.0	97
2.0	100
1.5	102
1.0	105
0.5	110
0.25(15 min)	115

TABLA IV.1; TIEMPOS PERMISIBLES DE EXPOSICION AL RUIDO.

Respecto a la construcción del "metro" se tienen dos sitios en donde afecta el problema de la contaminación por medio del ruido y que es importante que se tomen en cuenta:

- a) ¿como afecta el ruido en la obra?; aquí tenemos uno de los problemas de seguridad más difíciles de resolver ya que, como vimos anteriormente, el ruido con cierta intensidad y tiempo de duración provoca trastornos que afectan al trabajador y en un momento dado por dicho efecto puede perder el equilibrio, o soltar una herramienta, o no distinguir el ruido del motor de algún camión o maquinaria que se acerque a sus espaldas, etc. En el túnel es donde más afecta éste problema por las circunstancias ahí existentes, ya que es un lugar cerrado con maquinaria trabajando y frecuentemente con escasa visibilidad. Esta es otra de las razones por lo cual el equipo de seguridad debe estar siempre alerta, principalmente en las últimas horas de labor ya que el trabajador está expuesto 11 horas al ruido. Se necesitarían realizar estudios para conocer el rango de decibeles que se tienen en

el túnel y fuera de él, y determinar la forma en que afecta al trabajador e influye en la seguridad de la obra, esto lo puede realizar el equipo de seguridad laboral, el cual debe buscar soluciones al problema, sin embargo el proyecto debe someterse a un estudio de factibilidad económica.

- b) contaminación del ruido en las zonas afectadas; las zonas - en donde se instalarón las lumbreras se distinguen por el - enorme tráfico que circula por las principales avenidas, lo cual provoca que exista contaminación ambiental por medio - del ruido. Al instalarse las obras del metro el problema ya existente se agudizó, debido a que la maquinaria que se uti- liza actualmente produce mucho ruido al trabajar, además el continuo entrar y salir de camiones no solo afecta la flui- dez del tráfico, sino también hace que se concentre el rui- do. Sin embargo éste problema solo dura el tiempo en que se termina la obra, aproximadamente año y medio, y los daños - que produce al ambiente por medio del ruido son mínimos, ya que es un lapso de tiempo muy corto.

Si quisieramos determinar cuantitativamente en que rango de decibeles se encuentra el ruido en las lumbreras, tendria- mos que utilizar un decibelímetro normalizado, calibrado y en integración, lenta, autorizado por la Secretaría de In- dustria y Comercio, y medir en forma continua durante un -- lapso no menor de 15 minutos en el perímetro del predio, -- con los resultados obtenidos veríamos si nos encontramos -- dentro de los valores que marca el reglamento ya mencionado, pero aún que nuestros valores rebasen lo dictado en el regla- mento, lo cual es muy probable, todavía no existe un verda- dero control de la contaminación ambiental ocasionada por - el ruido ni por el smog, y el tratar de disminuir dicha con- taminación se convierte en un problema de conciencia depar- te de la empresa que la produce.

- 2.- Contaminación ambiental producida por la emisión de humos y - polvo; actualmente éste es uno de los problemas al que cada -

vez se le da mayor importancia debido a que afecta directamente a la salud del hombre, a los animales y plantas, también -- por el deterioro que causa a edificios, obras de arte y otros bienes materiales. Debido a los índices tan alarmantes de contaminación en el D.F., y en muchas partes del territorio nacional, se firmó el 8 de septiembre de 1971, el Reglamento para la Prevención y Control de la Contaminación Atmosférica originada por la emisión de Humos y Polvos, el cual, el 11 de enero de 1982 se convirtió en La Ley Federal de Protección al Ambiente, en su artículo 17 menciona;

"Se prohíbe expeler o descargar contaminantes que alteren la atmósfera o que provoquen o que puedan provocar degradación o molestias en perjuicio de la salud humana; la flora, la -- fauna y, en general, de los ecosistemas".

Respecto a la contaminación producida por la emisión de humos se ha tomado como base la Carta de Humo de Ringelmann, en la cual se considera el tiempo de duración del efecto. La carta es muy extensa por lo cual solo mencionaremos a manera de ejemplo que para emisiones de equipos estacionarios existentes exceptuando incineradores, no deberán exceder del número dos de la carta por períodos de más de cinco minutos en una hora. Para los de nueva instalación se limita a tres minutos (Art. 11). De igual manera se indican los límites para otras fuentes móviles.

Para la misión de polvos, el Artículo 20 dice;

".... no deberá exceder de las cantidades indicadas en la tabla 4.2 , en relación al peso del proceso correspondiente o en la tabla número 4.3, en relación al volumen de gas en la fuente, en metros cúbicos".

- a) ¿como afecta la emisión de humo y polvo en la obra?; éste es otro de los problemas de seguridad cuya solución se antoja difícil, principalmente en el túnel donde se combina el humo producido por la maquinaria, por los camiones de reza-

T A B L A IV.2

PESO DEL PROCESO	EMISION MAXIMA PERMITIDA Kg/h	
	TON/h	INDUSTRIA NUEVA
0.025	0.489	0.652
0.050	0.780	1.040
0.100	1.239	1.652
0.200	1.974	2.632
0.300	2.589	3.452
0.400	3.141	4.188
0.500	3.648	4.864
0.750	4.788	6.348
1.000	5.805	7.740
1.250	6.741	8.988
1.500	7.617	10.156
2.000	9.237	12.316
2.500	10.725	14.300
3.000	12.120	16.160
3.500	13.437	17.916
4.000	14.694	19.592
4.500	15.900	21.200
5.000	17.064	22.752
6.000	19.281	25.708
8.000	23.382	31.176
10.000	27.153	36.204
15.000	35.625	47.500
20.000	43.200	57.600
25.000	50.166	66.888
30.000	55.572	74.096
35.000	57.462	76.616
40.000	59.127	78.836
45.000	60.564	80.752
50.000	61.926	82.568
60.000	64.269	85.693
70.000	65.556	87.408
80.000	68.052	90.736
100.000	71.154	94.872
500.000	95.436	127.248
1000.000	107.313	143.084
3000.000	130.080	172.650

T A B L A IV.3

VOLUMEN DE GAS
EN LA FUENTE
m³ NORMAL,
POR MINUTO.

CONCENTRACION
INDUSTRIA NUEVA
mg/m³ NORMAL,
POR MINUTO.

CONCENTRACION
INDUSTRIA EXISTENTE
mg/m³ NORMAL,
POR MINUTO

100	849.0	1132.0
125	795.0	1060.0
150	750.0	1000.0
175	714.0	952.0
200	648.0	912.0
300	600.0	800.0
400	543.0	724.0
500	510.0	680.0
750	444.0	592.0
1000	405.0	540.0
1500	357.0	476.0
2000	324.0	432.0
3000	285.0	380.0
4000	258.0	344.0
5000	240.0	320.0
7500	210.0	280.0
10000	192.0	256.0
15000	168.0	224.0
20000	154.2	205.6
30000	135.0	180.0
40000	123.0	164.0
50000	114.0	152.0

ga, el polvo producido por la liva, por el rebote al lanzar el concreto, por el cargador frontal al cargar y depositar la rezaga en los botes, etc., todo esto afecta la visibilidad así como la respiración del personal por lo cual se han tomado medidas como; utilizar mascarillas e introducir aire por medio de un ventilador para refrescar el ambiente y mejorar la visibilidad, sin embargo no se ha logrado disminuir en grán medida el humo y el polvo, esto ha traído como consecuencia que casi la totalidad de los trabajadores tienen malestares en la garganta, y algunos de ellos padecen de -- irritaciones en los hojos, aunque esto no les impide efectuar sus labores es importante que el equipo de seguridad los exorte a que se hagan chequeos médicos ya que a algunos de ellos les puede afectar e incluso les puede ocasionar la -- muerte.

La falta de visibilidad puede ocasionar accidentes, por lo -- cual el equipo de seguridad debe estar alerta ante tales si -- tuaciones y tomar las medidas necesarias para disminuir la -- posibilidad de que ocurra algún accidente, éstas medidas -- pueden ser; iluminar con reflectores lugares oscuros en -- donde trabaje principalmente la maquinaria ya que ésta re -- presenta mucho peligro al paso de las personas, hay que te -- ner cuidado al instalar los reflectores, ya que es común -- verlos amarrados con alambre a las varillas de refuerzo jun -- to con los cables, lo cual puede ocasionar algún corto, pa -- ra evitrlo se puede usar madera y un poliducto.

- b) contaminación del aire por la emisión de humo y polvo; éste es uno de los problemas que más ha afectado las zonas ocupa das por las obras del "metro", principalmente en donde se te nian áreas verdes, en donde se dejó de producir oxígeno de bido a la eliminación de arboles y vegetación. Además de es to, por el consumo de disel en la maquinaria y en los camio nes, y por efectos de la excavación se tienen emisiones con taminantes de humo y polvo. Además debemos tomar en cuenta que en las avenidas adyscentes a las lumbreras y es-

taciones el tráfico es muy numeroso, tal es el caso de la - av. Revolución y la av. Parque Lira, en donde se encuentran ubicadas casi la totalidad de las lumbreras.

Los lugares más afectados por las obras del "metro" son;

- la lumbrera 20, aquí se encontraba una extensa zona de - arboles, flores y algunas canchas de basket-bol y de bol y bol, grán parte fué ocupada debido a que se tuvieron - que hacer instalaciones de oficinas, talleres, etc., ade- más aquí estará ubicada la estación San Antónic;
- la lumbrera 17, en éste lugar habia un parque recreativo de aproximadamente 1500m² y fué ocupado en su totalidad;
- la lumbrera 16, aquí se ocupó una parte del parque que - se encuentra ubicado entr av. Revolución y Viaducto en - el cual se instalaron oficinas exclusivamente, ademas se ocupó, para la instalación de la lumbrera, otra parte -- del paque que se encuentra entre av. Parque Lira y av. - Observatorio, cabe mencionar que en éste lugar el tráfi- co es muy denso y en frecuentes ocasiones se vuelve muy_ conflictivo, por lo cual la mayor permanencia de los ve- hículos hace que la contaminación aumente en ese sitio;
- la lumbrera 14, en éste lugar solo se afectó una pequeña area del Parque Lira, de aproximadamente 600m², lo cual no afectó mucho la zona debido a lo extenso del parque;
- la lumbrera 11, aquí se ocupó una area de aproximadamen- te 5000m² con importantes zonas verdes.

Hasta ésta última lumbrera mencionada se está trabajando, ya que el tramo restante se terminó y se encuentra actualmente en servicio.

3.- Medidas de protección al ambiente y la ecología; la Ciudad de México es una de las más contaminadas del mundo, sin embargo_ las construcciones que se realizan, como es el caso de la li- nea 7 del "metro", afectan un grán número de zonas verdes que aunque se pueden considerar pequeñas cada una de ellas, son - de grán importancia y es indispensable que se tomen en cuenta

en la planeación de la ubicación de las lumbreras y las estaciones. Se puede decir que por la situación actual el presupuesto es limitado y resulta más económico ocupar parques, ya que solo se requiere efectuar ciertos trámites y tumbare árboles, que comprar los terrenos afectados y demoler casas o edificios, solo que si no se toman en cuenta los efectos de la contaminación ambiental, se puede llegar al punto en que se vuelva irreversible, y ante tal situación el ahorro obtenido será ficticio.

Es difícil tomar medidas de protección al ambiente y la ecología cuando ya se han tomado decisiones que no le han dado la importancia que se merece, sin embargo, estando la situación como actualmente se encuentra, proponemos lo siguiente:

- a) lo ideal sería que, para afectar lo menos posible la ecología de la zona y el ambiente en general, la obra se realizara en el mínimo tiempo posible, pero como intervienen factores económicos, se propone agilizar los trabajos, preferentemente en los lugares donde se afectaron parques y zonas verdes, y dejar la obra terminada en esos sitios para poder cerrar las lumbreras, con lo cual se dejaría de emitir contaminantes. Al tomar esta decisión se tendrían repercusiones como el encarecimiento de la obra, por lo cual se tendría que estudiar su factibilidad, otro de los efectos es que en el túnel la ventilación se haría más conflictiva, ya que el humo y el polvo tendrían que recorrer una mayor distancia para encontrar la salida en otra lumbrera;
- b) si resulta factible la proposición anterior, al cerrar las lumbreras debemos reforestar la zona y paralelamente a esto podemos aumentar el número de árboles en todas las zonas afectadas, incluso a lo largo de toda la av. Revolución y la av. Parque Lira; y
- c) al terminar la obra debemos plantar árboles y jardines en todos los lugares ocupados para mejorar la ecología y el medio ambiente de las zonas afectadas.

CONCLUSIONES
Y
RECOMENDACIONES

El Sistema de Seguridad planteado es el producto de la recopilación bibliográfica, así como de observaciones en la obra e ideas propias, parte de esto ya se ha llevado a la práctica y, como se menciona en la introducción, se han logrado buenos resultados, los cuales se podrían mejorar sustancialmente con el Sistema propuesto ya que no solo son ideas empiricas, sino que parte de esto se ha aplicado. Además se ha tratado de que el Sistema de Seguridad tenga flexibilidad para que se vaya perfeccionando continuamente a través del equipo de seguridad y no sea aplicado como un dogma.

Otra de las cosas que se ha hecho es plantear el Sistema de Seguridad de tal manera que sea tomado como un esquema general y pueda ser aplicado a todas las obras en general. Esto es muy importante ya que las únicas variables que se tienen son el procedimiento constructivo en cada obra y las condiciones del lugar, basandonos en esto podemos plantear el Sistema de Seguridad de la obra en cuestión.

Con el fin de mejorar las condiciones del túnel y se disminuyan los males respiratorios que los trabajadores padecen, se recomienda colocar paralelamente al ventilador un extractor de aire, con lo cual no solo se refrescaría el ambiente, sino que también se extraería el humo y el polvo, también se mejoraría la visibilidad y los trabajadores estarían menos expuestos al aire contaminado y a los accidentes por falta de visibilidad.

Otra proposición que conviene hacer es que se aplique el Sistema de Seguridad propuesto, ya que solo así se podrá comprobar su operatividad.

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

1. William G. Repp
MONTAJE DE ESTRUCTURAS DE ACERO EN LA CONSTRUCCION
DE EDIFICIOS
Ed. LIMUSA, págs 117-142
2. R.L. Feurifoy
METODOS, PLANTEAMIENTO Y EQUIPO DE CONSTRUCCION
Ed. DIANA, págs 567-577
3. LEY FEDERAL DEL TRABAJO
Editores Mexicanos Unidos.
1984
4. LEY DEL SEGURO SOCIAL
Editores Mexicanos Unidos.
1984
5. Munguía Vaca E.
CONTAMINACION DE AGUAS
Facultad de Ingeniería
U.N.A.M
6. Berland Theodore
ECOLOGIA Y RUIDO
Ed. MARYMAR
7. S. A. R. H.
MANUAL DEL CURSO DE IMPACTO AMBIENTAL
1981