

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE INGENIERIA

204

**EMPLEO DEL
CONCRETO LANZADO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
INGENIERO CIVIL
P R E S E N T A
RICARDO TAMEZ HUERTA

MEXICO, D. F.

1983



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 esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

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

I N D I C E

	INTRODUCCION.....	1
I	ANTECEDENTES	
1.1	Definición.....	4
1.2	Historia del concreto lanzado....	4
II	MATERIALES	
2.1	Cemento.....	5
2.1.1	Cemento natural.....	5
2.1.2	Cemento portland.....	5
2.1.2.1	Fabricación del cemento portland.	6
2.1.2.2	Componentes químicos.....	8
2.1.3	Cemento aluminoso.....	9
2.1.3.1	Fabricación del cemento aluminoso	9
2.1.3.2	Composición química.....	10
2.2	Agregados.....	10
2.2.1	Clasificación de los agregados...	10
2.2.2	Adherencia de los agregados.....	13
2.3	Agua.....	13
2.4	Aditivos.....	14

2.5	Refuerzo.....	17
III	EQUIPO	
3.1	Personal.....	22
3.1.1	Funciones del personal.....	22
3.2	Equipo de seguridad.....	24
3.3	Equipo de colocación.....	26
3.3.1	Lanzadora.....	26
3.3.2	Boquilla.....	37
3.3.3	Compresor.....	39
3.3.4	Equipo adicional.....	41
IV	APLICACION	
4.1	Mezclas.....	44
4.1.1	Mezcla húmeda.....	44
4.1.2	Mezcla seca.....	44
4.2	Fijado del refuerzo.....	46
4.3	Lanzado.....	46
4.4	Rebote.....	48
4.5	Aplicación del concreto lanzado..	51
4.5.1	Concreto lanzado para revestimien <u>to</u> to de túneles.....	52

4.5.2	Aplicación del concreto lanzado - en las excavaciones del drenaje - profundo de la Ciudad de México..	55
4.5.3	Aplicación del concreto lanzado - en el sistema de transporte colec <u>tivo</u> Metro.....	57
V	CONTROL DE LABORATORIO	
	Control de laboratorio.....	64
VI	CONCLUSIONES	
	Conclusiones.....	74
	BIBLIOGRAFIA,.....	75
	FUENTES DE INFORMACION.....	76
	APENDICE.....	77



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

El tema que aquí presento a nivel licenciatura ha sido motivado por la importancia que tiene el empleo de concreto lanzado en la actualidad, ya que este ha encontrado un vasto campo en donde se emplean y desarrollan métodos modernos para su pronta ejecución.

Esto resulta evidente en las diferentes áreas en que se ha utilizado como lo son: en vías terrestres; en el portal norte del túnel El Valle, Venezuela, donde el terraplen fué recubierto por completo con concreto lanzado; en una contra cuneta en Rodesia, construída para derivar un gran derrame de agua que ocasionaba deslizamientos de roca en un corte de ferrocarril; en estructuras; en el techo de cascarón conoidal del Centro de Educación Física de la Universidad de Birmingham; en el techo de forma paraboloides hiperbólico en Vancouver, Canadá; en hidráulica; en la presa de arcos múltiples en Rabodanges, Francia.

En el presente trabajo trato el tema del empleo del concreto lanzado atendiendo aspectos que involucran su óptima ejecución.

En el primer capítulo expongo en forma breve la historia del concreto lanzado.

En el segundo capítulo menciono los principales componentes del concreto lanzado, señalando en forma especial al cemento Portland por considerar la importancia de éste no sólo en el concreto lanzado sino en su gran aceptación en el campo de la construcción.

En el tercer capítulo hago referencia al equipo que se recomienda en la práctica de lanzado de concreto.

En el cuarto capítulo desarrollo en primer término la aplicación del concreto lanzado desde el punto de vista de su procedimiento, analizo el principal problema que se presenta al lanzarconcreto (el rebote).

En el quinto capítulo presento el control de laboratorio -- utilizado en el lanzado de concreto para el revestimiento de -- túneles en el sistema de transporte colectivo metro.

Por último en el sexto capítulo presento algunas ventajas y desventajas que se tienen al emplear concreto lanzado.

I ANTECEDENTES

1.1 DEFINICION

1.2 HISTORIA DEL CONCRETO LANZADO

1.1 DEFINICION

Se da el nombre de concreto lanzado al mortero transportado a través de una manguera y proyectado neumáticamente, a alta velocidad, sobre una superficie.

Las propiedades del concreto lanzado no difieren de las propiedades del concreto colocado convencionalmente, es el método de colocación la diferencia, la cual, nos representa significativas ventajas.

1.2 HISTORIA DEL CONCRETO LANZADO

El estadounidense Carl Akeley fué el descubridor de la técnica de concreto lanzado, quien por necesidad de reproducir -- grandes animales para montar una exposición, ideó un método a base de mortero que se colocaba sobre un armazón de alambre, formando el cuerpo del animal.

El mortero era impulsado por medio de aire comprimido a través de un cañón. La hidratación se realizaba al momento del impacto, dirigiendo un chorro de agua al lugar donde el material requería ser colocado.

Los resultados que obtuvo Akeley fueron los deseados, logró un recubrimiento fuerte y delgado, que no se rompía en su exterior y seguía la forma del armazón.

Taylor observó los resultados de Akeley y los plasmó en tra

bajos de recubrimiento en la construcción, comenzando así, la producción de las primeras lanzadoras de concreto.

En 1915 se formó la "Cement Gun Company" la cual, comenzó a producir lanzadoras para la industria del concreto.

Entre 1953 y 1967 los países del centro de Europa (Austria, Suiza y norte de Italia) desarrollaron multitud de trabajos -- subterráneos en relación a otro tipo de obra en los que se utilizó el concreto lanzado con buenos resultados, en condiciones tan variadas como la prevención de aflojamiento de rocas químicas y estructuralmente inestables; la estabilización de material heterogéneo de deslizamientos antiguos y de materiales -- blandos y húmedos; el soporte, combinado con anclas inyectadas de excavaciones en terreno milotinizado de esquistos sericiticos muy húmedos que producen altas presiones de roca; y la excavación (del metropolitano milanés) en gravas no cementadas.

Antes de 1962 no se había utilizado concreto lanzado en --- obras de ingeniería civil en México; pero sí se había utilizado en algunos casos la "gunita" (se le denomina generalmente con el nombre de gunita a la aplicación neumática de una mezcla de arena, cemento y agua. Utilizada por primera vez en --- 1909 por la Cement Gun de Allentown Pa., U.S.A.). Por esas fechas se repararon los túneles de Tequisquiac, que tenían revestimiento de mampostería ya muy deteriorado; el revestimiento nuevo se formó con concreto lanzado con agregado grueso de tamaño máximo de 9.5 mm. (3/8"). El procedimiento fue el de mezcla seca y se emplearon máquinas de doble cámara de presión.

II MATERIALES

2.1 CEMENTO

2.2 AGREGADOS

2.3 AGUA

2.4 ADITIVOS

2.5 REFUERZO

2.1 CEMENTO

El cemento puede definirse como un material con propiedades tanto adhesivas como cohesivas, las cuales le dan la capacidad de aglutinar fragmentos minerales para formar un todo compacto.

Los cementos que se utilizan en la fabricación de concreto tienen la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, debido a que reaccionan químicamente al ponerse en contacto con ésta, y es por lo que se les llama cementos hidráulicos.

	Cemento natural
CEMENTOS HIDRAULICOS	Cemento portland
	Cemento aluminoso

2.1.1 Cemento Natural

Es el nombre del cemento obtenido de la calcinación y molido de una roca llamada cemento, la cual, es una caliza que contiene el 25 % de material arcilloso.

Debido a que el cemento natural se calcina a temperaturas demasiado bajas, prácticamente no contiene silicato tricálcico ($3CaOSiO_2$) lo que produce sea de endurecimiento lento y por lo tanto, poco aplicable en el concreto lanzado.

2.1.2 Cemento Portland

El nombre de cemento portland es debido a la semejanza de color y calidad entre el cemento fraguado y la piedra de portland

Puede definirse como el cemento obtenido de la mezcla de materiales calcáreos y arcillas u otros materiales que contengan sílice, alumina u óxidos de fierro, quemándolos a una temperatura de clinkers.

2.1.2.1 Fabricación del cemento portland

El proceso de fabricación consiste en moler finamente la materia prima, mezclarla y calcinarla en un horno rotatorio, a una temperatura de 1300 a 1400°C en la que el material se funde parcialmente, formando bolas conocidas con el nombre de clinker.

El clinker se enfría y se tritura hasta obtener un polvo fino, a continuación, se adiciona yeso, dando como resultado el cemento portland.

La mezcla y trituración de materia prima puede realizarse -- por dos caminos, el proceso en seco o en húmedo, dependiendo de la naturaleza de las materias primas.

Proceso húmedo

Cuando se emplea marga (material calcáreo-arcilloso) se -- tritura finamente y se dispersa en agua, en un molino de lavado, el cual, es un pozo circular con brazos revolvedores radiales con rastrillos, los cuales rompen los aglomerados de materias sólidas. La arcilla también se tritura y se mezcla en un molino semejante al anterior.

Se bombean las dos mezclas de tal forma que se mezclen en -- proporciones determinadas y pasen una serie de cribas, deposi-

tando la mezcla resultante en tanques de almacenamiento.

Si se emplea caliza esta debe de triturarse y pasar a un molino de bolas, con la arcilla dispersa en agua, se continúa moliendo hasta alcanzar un grado de finura de harina y se deposita en tanques de almacenamiento.

La mezcla resultante es un líquido de consistencia cremosa, con un contenido de agua entre un 35-90 %.

La lechada con el contenido de cal requerido pasa por un horno rotatorio, el cual, es un cilindro de acero de 5 m. de diámetro interior, alcanzando 150 m. de largo, el cilindro gira lentamente sobre su eje horizontal ligeramente inclinado.

Se deposita la lechada en el extremo superior del horno, donde se elimina principalmente el agua y se libera el dióxido de carbono (CO_2), el material seco reacciona químicamente hasta que en la parte más caliente del horno, de un 20-30 % del material se vuelve líquido, luego, la masa se funde en bolas llamadas clinker, las cuales caen dentro de enfriadores.

Un horno de grandes dimensiones puede proporcionar más de 700 toneladas de cemento al día.

El clinker frío es de color negro y duro, se mezcla este con yeso para evitar un fraguado relámpago del cemento, la mezcla se efectúa en un molino de bolas compuesto de varios compartimientos con bolas de acero cada vez más pequeñas. Una vez que el cemento se ha mezclado satisfactoriamente alcanza a tener 1.1×10^{12} partículas por kilogramo y es entonces cuando está en condiciones para empacarse en sacos, cuyo peso es de -

50 kilogramos.

Proceso seco

Las materias primas se trituran y adicionan en proporciones correctas en un molino de mezclado, donde se secan y pulverizan. El polvo seco llamado grano molido crudo, se bombea al silo de mezclado y se hace un ajuste final en la proporción de los materiales requeridos para la manufactura del cemento.

Generalmente, el mezclado se realiza mediante aire comprimido induciendo un movimiento ascendente del polvo y reduciendo su densidad aparente. El aire se bombea por turnos sobre cada cuadrante del silo, permitiendo esto, que el material pesado de los cuadrantes no aireados, moverse lateralmente hacia el cuadrante aireado, logrando en un período aproximado de una hora una mezcla uniforme.

El grano molido y mezclado se pasa por un tamiz y se deposita en una cuba rotativa llamada granulador. Simultáneamente se agrega agua en proporción de 12 % del peso del grano molido -- adicionado para obtener pastillas duras de 15 mm. de diámetro interno, las cuales se pasan a una rejilla de precalentamiento donde por medio de gases calientes del horno endurecen. Finalmente se meten las pastillas al horno y las operaciones posteriores son las mismas que en el proceso húmedo.

2.1.2.2 Composición química

Se consideran 4 compuestos como los componentes principales

del cemento portland:

Silicato tricálcico	3CaOSiO_2
Silicato dicálcico	2CaOSiO_2
Aluminato tricálcico	$3\text{CaOAl}_2\text{O}_3$
Aluminoferrito tetra cálcico	$4\text{CaOAl}_2\text{O}_3\text{Fe}_2\text{O}_3$

Los silicatos que se encuentran en el cemento no se hayan puros ya que contienen óxidos, los cuales, tienen efectos importantes en los ordenamientos atómicos, las formas cristalinas y las propiedades hidráulicas de los silicatos.

2.1.3 Cemento Aluminoso

El cemento aluminoso o de alto aluminio, consta de dos partes iguales de aluminio y cal.

La materia prima es caliza y bauxita, siendo esta última un depósito residual que se forma en rocas que contienen aluminio

2.1.3.1 Fabricación del cemento aluminoso

La caliza y la bauxita se introducen en las proporciones requeridas en la parte alta del horno en el cual se combinan los tipos de cúpula (tiro vertical) y reverberatorio (horizontal). Para la combustión se usa carbón pulverizado, en una proporción de 22 % del peso del cemento producido. En el horno se eliminan la humedad y el bióxido de carbono, y los materiales se calientan por los gases del horno hasta un punto de fusión de unos 1600°C. La fusión tiene lugar en la parte baja del ti-

ro de modo que el material derretido cae en el horno reverberatorio, y de ahí pasa, a través de un canalón, a charolas de acero. El material derretido se solidifica en lingotes, se fragmenta en un enfriador rotativo y se muele en un molino de tubo. El producto es un polvo muy obscuro con una finura de 250 a -- 320 m²/Kg.

2.1.3.2 Composición química

	Contenido %
SiO ₂ Oxido de Sílice	3-8
Al ₂ O ₃ Oxido de Aluminio	37-41
CaO Oxido de Calcio	36-40
Fe ₂ O ₃ Oxido de fierro	9-10
FeO Oxido Ferroso	5-6
TiO ₂ Oxido de Titanio	1,5-2
MgO Oxido de Magnesio	1
Residuos insolubles	1

2.2 AGREGADOS

El agregado es un material inerte que se une a un todo cohesivo por medio de la pasta de cemento.

2.2.1 Clasificación de los agregados

Los agregados acostumbran presentar diferentes características, las cuales sirven de base para su clasificación. Entre las características tenemos: su tamaño, forma y textura superficial.

Tamaño

El tamaño del agregado varía desde fracciones de milímetros hasta varios centímetros de sección transversal.

La principal división se realiza utilizando como límite el tamaño de 5 mm. llamando agregado fino al que no excede el límite y agregado grueso al material mayor a 5 mm (3/16").

Forma

Las características externas pueden dar lugar a una resistencia uniforme o no uniforme:

- Redondeada.- Desgastada por el agua o por frotamiento (grava de río o playa).
- Irregular.- Irregularidad natural o parcialmente limada por frotamiento y orillas redondas (gravas de excavación),
- Escamosa.- Material en que el espesor es pequeño en relación a las otras dimensiones.
- Angular.- Posee orillas bien definidas que se forman en la intersección de las caras más o menos planas (roca laminada).
- Enlongada.- Material normalmente angular, en el cual la longitud es considera-

blemente mayor que las otras dimensiones.

Escamosa y Enlongada.- Material cuya longitud es mayor - que el ancho y este mayor que el espesor.

Otra clasificación (E.U.)

muy redonda.- sin caras originales.

redonda.- casi sin caras.

subredonda.- desgaste considerable, caras de área reducida.

subangular.- algún desgaste, pero caras intactas.

angular.- pocas señales de desgaste.

Textura superficial

Esta clasificación se basa en el grado en que la superficie de una partícula es pulida o mate, suave o áspera.

La textura depende de la dureza, el tamaño del grano y las características porosas de la roca original.

Vitrea.- Fractura concoidal (pedernal negro).

Lisa.- Desgastado por el agua o liso debido a la -- fractura de roca laminada o de grano fino -- (gravas).

Granular.- Fractura que muestra granos más o menos uniformemente redondeados (arenisca).

Áspera.- Fractura áspera de roca con granos finos o medianos que contienen constituyentes cris

talinos no fácilmente visibles (basalto).

Cristalina.- Contiene constituyentes fácilmente visibles (granito).

Apanalada.- Con poros y cavidades visibles (pómez).

2.2.2 Adherencia de los agregados

La adherencia del agregado con la pasta de cemento es un -- factor importante en la resistencia del concreto, especialmente en la resistencia a flexión.

Esta se debe a la aspereza de la superficie del agregado -- con su unión con la pasta.

La adherencia es afectada por propiedades físicas y químicas del agregado relacionadas con su composición mineralógica y con la condición electrostática de la superficie de la partícula.

2.3 AGUA

La resistencia del concreto está dada por la relación agua-cemento, por lo que la calidad del agua es un factor importante ya que las impurezas del agua pueden interferir con el fraguado del cemento o pueden provocar la corrosión del acero de refuerzo. Aunque dicha relación no es una ley ya que esta depende del grado de hidratación del cemento y sus propiedades físicas y químicas como lo son: la temperatura de hidratación, el contenido de aire del concreto y a la formación de fisuras debido al sangrado.

2.4 ADITIVOS

Existen ocasiones en que se desean modificar las propiedades del concreto y para ello se utiliza lo que se conoce con el nombre de aditivo,

Aditivo es un material distinto del agua, agregados y cemento hidráulico que se utiliza como ingrediente en concretos o morteros y se añade a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado.

Los aditivos se clasifican en términos de su función de acuerdo a la especificación ASTM C 494:

Tipo A - Aditivos reductores de agua

Tipo B - Aditivos retardantes

Tipo C - Aditivos acelerantes

Tipo D - Aditivos reductores de agua y retardantes

Tipo E - Aditivos reductores de agua y acelerantes

Aditivos acelerantes en el concreto lanzado.- La adición de aceleradores de fraguado en las mezclas de concreto lanzado es muy común, tanto en el procedimiento en seco como en el húmedo ya que facilita su aplicación.

Los aceleradores están compuestos por aluminatos, silicatos carbonatos o combinaciones de ellos y por elementos orgánicos.

1) los aluminatos ; cuando el aluminato tricálcico se combina con el cemento portland se fija rápidamente con el sulfato de calcio provocando el pronto endurecimiento del concreto. Su uso es económico ya que reducen significativamente la relación

agua-cemento y eventualmente aumentan la resistencia inicial de la mezcla, aunque permiten reducir la dosificación de cemento, reducen la resistencia última del concreto.

2) los silicatos; éstos inducen un fraguado rápido, precipitándose como silicato de calcio, aunque reducen la resistencia última significativamente por su interferencia en la reacción agua-cemento. Su uso requiere una alta dosificación por lo que se encarece.

3) los carbonatos; ayudan a que se adquiriera una resistencia más rápida. Causa efectos retardantes en el fraguado inicial por lo que se usa generalmente con aluminatos cuando se quiere retardar el endurecimiento del concreto.

4) los aceleradores orgánicos; trabajan sobre la reacción agua-cemento sin perjudicar la resistencia del concreto, ya que no reaccionan con ninguno de los componentes básicos del cemento, permitiendo únicamente la aceleración de la mezcla.

Los beneficios que se obtienen con el uso de aceleradores en la mezcla de concreto lanzado, se ven afectados de una u otra forma por agentes externos que modifican los resultados esperados debido a los siguientes efectos: a) prehidratación es un problema que surge cuando los constituyentes del cemento reaccionan con el agua antes de la adición del acelerador o cuando éste reacciona antes de unirse a la mezcla. Cuando el agregado contenga agua antes de ponerlo en contacto con el cemento, será un error el mezclarlos, ya que se presentará la prehidratación.

Cualquier cemento al reaccionar antes con el agua no será afectado por los aceleradores. Se puede decir que es imposible esperar una reacción acelerada cuando ésta ya se está --- efectuando o ha concluido antes de la adición del aditivo --- correspondiente.

b) la temperatura.- cuando la temperatura externa aumenta, la mezcla se efectará directamente, mejorando tanto el tiempo de fraguado como la resistencia del concreto lanzado.

Aditivos retardadores y reductores de agua.- Cuando el clima sea cálido y el acabado del elemento sea importante, se recomienda el uso de un aditivo retardador, con lo que se contrarrestará el efecto que la temperatura tiene sobre el fraguado, impidiendo que aparezcan grietas.

Los retardantes son materiales de tipo orgánico, solubles al agua, o bien, combinaciones de materiales orgánicos e inorgánicos, que van a reducir la cantidad de agua en el concreto para poder dar una determinada consistencia, modificar la velocidad de fraguado, del endurecimiento o ambas.

Existen dos reductores de agua: los acelerantes y los retardantes. Los materiales que se utilizan como reductores de agua y control de fraguado son: a) sales de ácidos lignosulfónicos, b) sales de los ácidos carboxílicos hidroxilados, c) carbohidratos, sales de zinc, fosfatos, cloruros, polisacáridos, ésteres de celulosa, derivados de melamina y algunos silicones.

En general, los aditivos reductores de agua ya sean acele-

rantes o retardantes, reducirán hasta en un 10 % el consumo de agua en el concreto lanzado. La velocidad de fraguado variará dependiendo de las cantidades utilizadas y de la temperatura del ambiente.

La reducción del agua hace que la mezcla de concreto sea más económica, ya que se utiliza menor cantidad de cemento para una resistencia determinada, además, disminuye los problemas originados por los agregados como los debidos a una mala granulometría, la cual origina un mayor contenido de agua. Por otro lado, la temperatura disminuirá como consecuencia del menor contenido de cemento.

Un factor interno del cemento puede afectar el buen funcionamiento del aditivo, estando esto muy ligado con el contenido de aluminato tricálcico ($3CaO \cdot Al_2O_3$) y de los alcalis (Na_2O y K_2O). Una baja cantidad de anhídrido sulfúrico también producirá un mayor retardo.

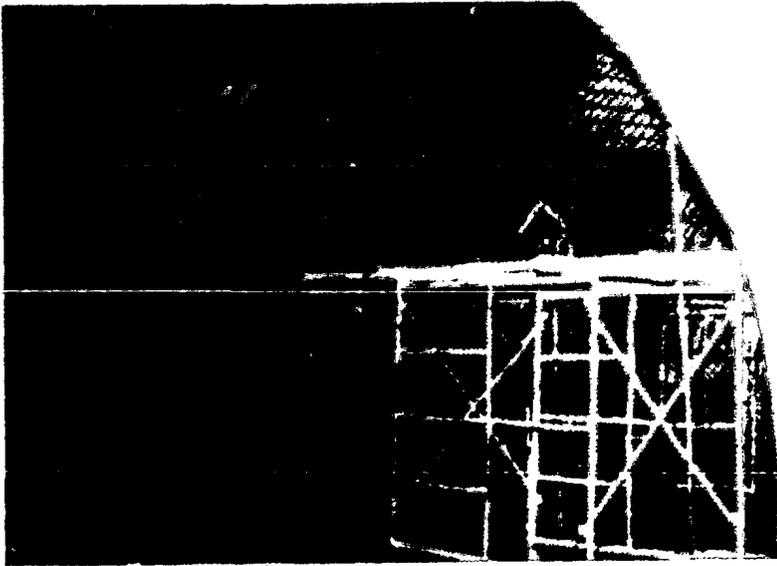
En grandes cantidades de concreto, el retardo facilitará su colocación, además de eliminar problemas de grietas.

El retardo en el fraguado es muy importante, sobre todo cuando la temperatura ambiente es alta, en caso contrario, una aceleración es lo indicado.

2.5 REFUERZO

En rocas poco competentes, donde cabe esperar movimientos importantes por relajación de esfuerzos al abrir la excavación y donde las anclas de tensión no encuentran buen apoyo del ex-

Figure 2



pansor, es recomendable usar anclas de adherencia. Estas pueden ser simplemente varillas de refuerzo introducidas en barrenos inyectados con un mortero plástico, de consistencia de pasta de dientes, con un acelerador de fraguado y estabilizador de volumen.

Salvo las anclas que se aplican para sostener bloques individuales, el resto debe utilizarse en forma sistemática, en las condiciones dichas, con un patrón de distribución previamente elegido. Es común usar varillas de 16 mm. (5/8") a 25 mm (1") de diámetro de longitudes variables entre 1.20 y 3.00 M. y a separaciones de 1.50 a 2.50 m. En ocasiones se utilizan anclas de expansor huecas, para inyectar a través de ellas; el expansor en estos casos no es para levantar tensión sino para mantener en posición el ancla, en tanto se inyecta, en aplicaciones sobre cabeza.

La malla de acero se acostumbra utilizarla como refuerzo del concreto lanzado, un poco pensando en que este funciona como el concreto convencional que sin refuerzo de acero soporta poca tensión. En realidad, el concreto lanzado tiene una resistencia a la tensión del orden del 20 % de la resistencia a la compresión y puede fluir y flexionarse como una membrana estructural para adaptarse a los movimientos de la roca. En la técnica sueca generalmente se prescinde de la malla; en la técnica austriaca sólo se utiliza ocasionalmente ya que se prefiere el trabajo combinado de anclas y concreto lanzado.

Al emplear malla de acero deben de tenerse presente las siguientes situaciones:

-Al ligar grandes tramos de concreto lanzado; si una porción tiende a fallar y desprenderse, por presiones o deficiencias locales tiende arrastrar todo el resto, provocando una falla general o de gran magnitud.

-La malla no se adapta a la geometría de la excavación y deja espacios donde se entrapa el rebote y no permite el paso al concreto lanzado, por lo que el producto final queda de calidad irregular.

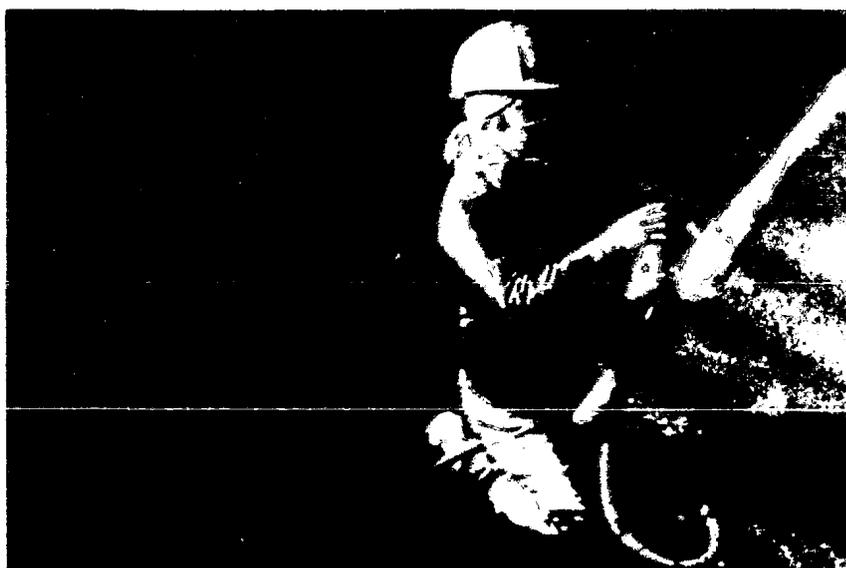
-La malla vibra al recibir el impacto del lanzado y desprende el concreto recién colocado.

Cuando se utiliza malla para refuerzo del concreto lanzado la separación de los alambres de la malla no debe ser menor a 150 mm cuando se utiliza alambre de 5mm de diámetro.

La malla se usa a veces para formar columnas o trabes de concreto lanzado en combinación con anclas, varillas de refuerzo o, en algunos casos, armaduras simples de celosía. Estos elementos se utilizan como refuerzo en grandes huecos dejados por la detonación o para recibir cavidades formadas por caídos o desprendimientos.

Los marcos metálicos se usan también con frecuencia en combinación con el concreto lanzado; éste suele actuar en estos casos como revestimiento de protección contra intemperismo y como liga estructural, pero el resultado suele ser un ademe excesivamente rígido y sobrado.

MANEJO DE CONCRETO



III EQUIPO

3.1 PERSONAL

3.2 EQUIPO DE SEGURIDAD

3.3 EQUIPO DE COLOCACION

3.1 PERSONAL

Como resulta en toda técnica en la que se requiere de una calidad, los operadores deben someterse a un adiestramiento para poder operar las máquinas de una manera eficiente.

Para la técnica de lanzar concreto, el sobrestante de una cuadrilla debe tener una experiencia de 2 años y el lanzador deberá haber trabajado un mínimo de 6 meses como aprendiz, ya que su experiencia deberá demostrarse recubriendo tableros de prueba.

	1 jefe de cuadrilla o sobrestante
	1 operador de lanzadora
	1 operador de mezcladora
CUADRILLA	1 lanzador
	1 operador de chiflón (aprendiz de lanzador)

3.1.1 Funciones del personal

Lanzador:

- 1) Asegurarse que la boquilla esté en perfectas condiciones, el chorro fijo y la boquilla sin desgaste, que las mangueras no presenten incrustaciones, se hallen bien colocadas y que sus conexiones estén correctamente.
- 2) Que la superficie a lanzar se halle limpia de polvos y grava.
- 3) Verificar que se recibe un flujo regular de mezcla

- y a la presión correcta,
- 4) Regular el control de agua para una compactación adecuada y bajo porcentaje de rebote.
 - 5) Mantener la boquilla directamente hacia la superficie a lanzar.
 - 6) Mantener comunicación con el operador de la lanzadora acerca de sus necesidades y detener en cuanto exista alguna deficiencia de abastecimiento.
 - 7) Dirigir el chorro de concreto hacia las esquinas en una secuencia sensible para tener la certeza de que los rincones se hallen cubiertos de concreto sano.

Operador de chiflón

- 1) Auxiliar al lanzador con el tubo de chiflón, el cual tiene 1,2 mts. de longitud y 20 mm. de diámetro.
- 2) Ayudar al lanzador a cambiar las mangueras de lugar.

Operador de lanzadora

- 1) Asegurar que la lanzadora se encuentre en óptimas condiciones.
- 2) Regular el suministro de la mezcla
- 3) Verificar que no existan fugas de aire en-

las conexiones.

- 4) Dirigir al operador de la mezcladora de acuerdo a sus necesidades.
- 5) Sopletear las mangueras si se detiene el trabajo por más de una hora.

Operador de lanzadora

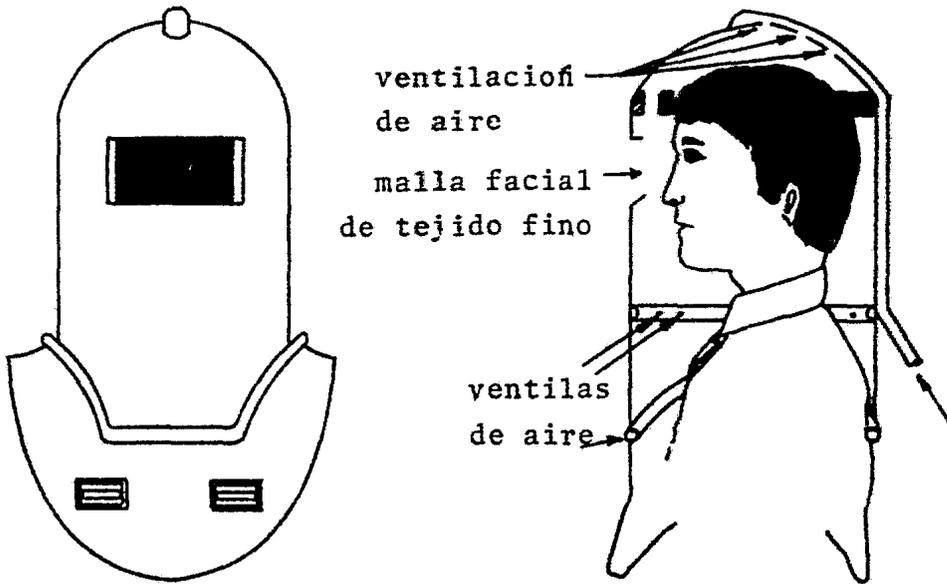
- 1) Asegurar que la mezcladora este limpia y en buen estado mecánico.
- 2) Mezclar el cemento y arena en las proporciones especificadas.
- 3) Rechazar el cemento no sano y arena con contenido de humedad mayor al 10 %.
- 4) Asegurar el almacenamiento de agua y cemento en lugares adecuados.

Sobrestante

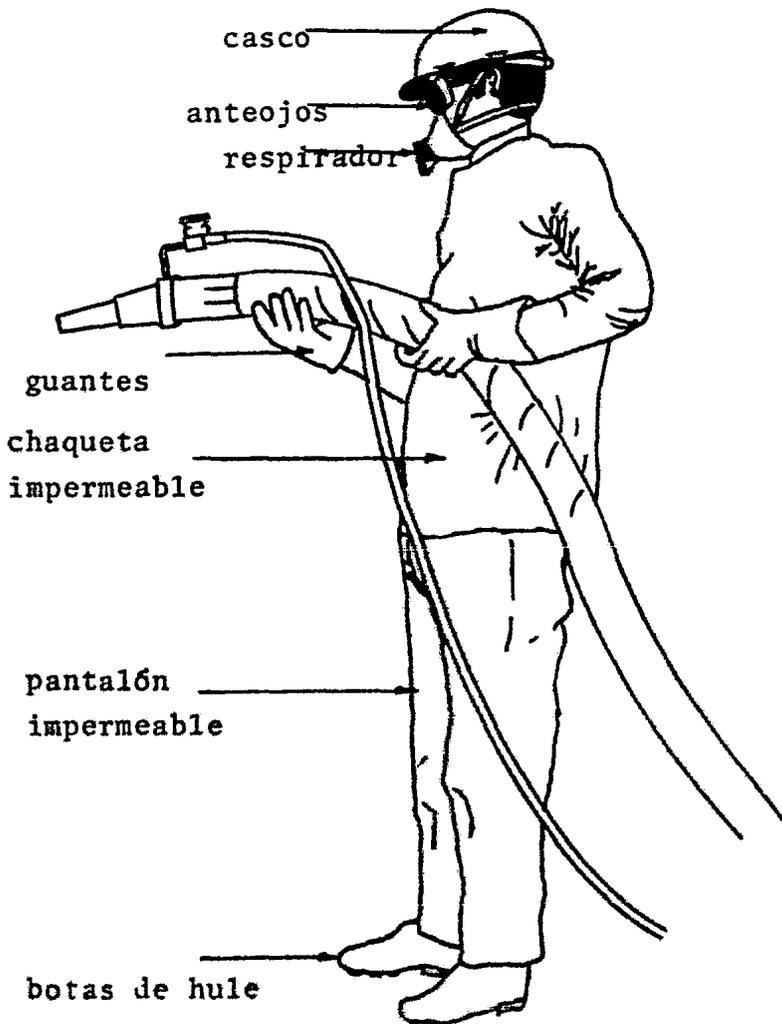
- 1) Coordinar a todos los miembros de la brigada para el óptimo desempeño de sus funciones.

3.2 EQUIPO DE SEGURIDAD

El lanzador y operador de chiflón requieren protegerse del rebote ya que pueden recibir un impacto a velocidades de 150 - Km./Hr. y deberán protegerse del polvo de cemento, por lo que resulta conveniente el uso de anteojos de seguridad. Para protegerse del polvo de cemento ocasionalmente es suficiente un pañuelo húmedo sobre la nariz y boca, sin embargo, en lugares-



CASCO DE VENTILACION



VESTIMENTA PROTECTORA

cerrados es necesario el uso de respiradores. Los protectores de respiración contra atomizadores son suficientes, sin embargo, una solución mayor es la de llevar una línea ligera de --- aire a través de un equipo especial.

El uniforme adecuado es un traje de caldero que se ajusta firmemente al cuello y con pantalones de ajuste flojo que caigan sobre las botas de hule.

Es recomendable el uso de guantes impermeables y casco protector ajustado.

3.3 EQUIPO DE COLOCACION

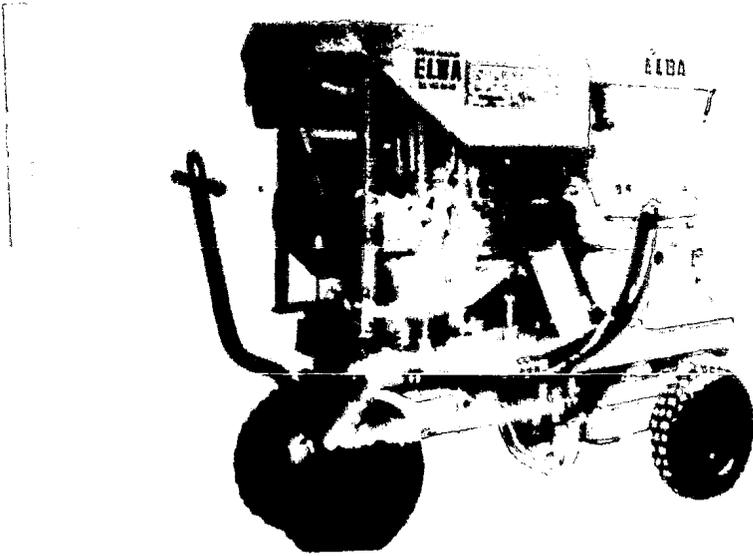
De todos los elementos que constituyen el equipo del concreto lanzado, solamente a la boquilla de salida y a la lanzadora se les puede considerar que han sido diseñadas para el uso exclusivo de esta técnica.

3.3.1 Lanzadora

Se denomina lanzadora, a aquella máquina que es capaz de impulsar en una dirección determinada, por medio de una manguera una mezcla de concreto, utilizando como vehículo de transporte aire comprimido.

De acuerdo al tipo de mezcla, existen lanzadoras de mezcla-seca y lanzadoras de mezcla húmeda, pero básicamente todas funcionan bajo un mismo principio; consistiendo éste en alimentar una cámara con mezcla de concreto, aumentar la presión de la -

MAQUINARIA DE CONCRETO



cámara con aire comprimido hasta alcanzar una presión determinada que permita impulsar a la mezcla por medio de una manguera hasta la boquilla de salida.

Lanzadoras para mezcla húmeda

En general este tipo de lanzadoras constan de una cámara de volumen grande, la cual permite almacenar un volumen considerable de mezcla. Trabaja a base de aire comprimido y con ayuda de la fuerza de gravedad empujan al material a irse por el cañón de salida situado en la parte inferior de la cámara en donde se inyecta aire comprimido para impulsar a la mezcla a introducirse a las mangueras y poder ser proyectada.

Cuenta con un agitador de aspas, para mantener a la mezcla en constante movimiento.

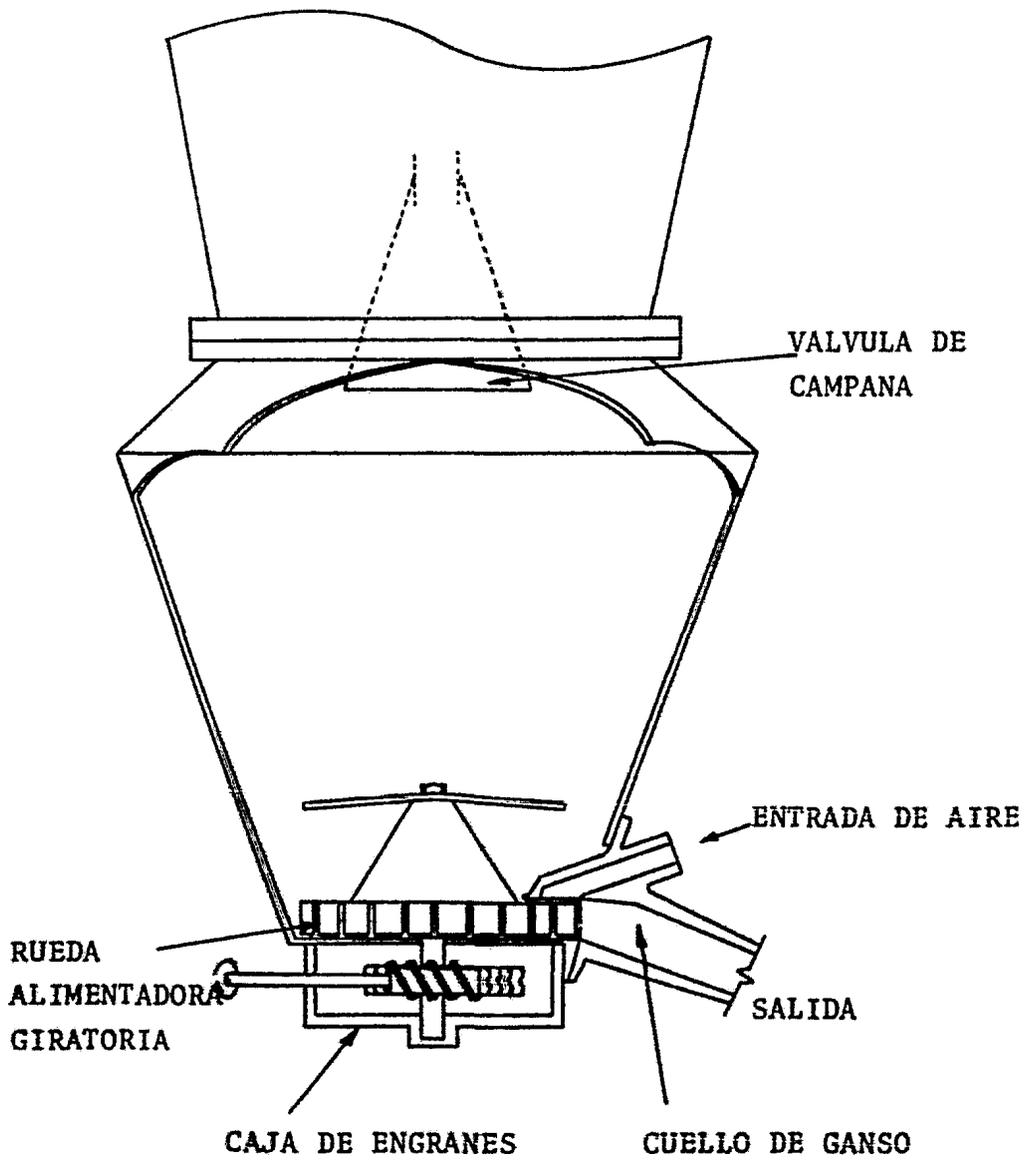
Este sistema es recomendable en trabajos en donde se tenga que utilizar gran cantidad de agregado grueso, fracasando en paredes verticales y en plafones.

El sistema de mezcla húmeda es menos eficiente que el de mezcla seca, ya que el concreto que se obtiene presenta generalmente un revenimiento entre 20 a 50 mm, mientras que en el sistema de mezcla seca se tiene un revenimiento igual a cero.

Lanzadoras para mezcla seca

De acuerdo a su funcionamiento las lanzadoras de mezcla seca se han dividido en cuatro tipos:

- 1) Lanzadora con rueda ali-



LANZADORA TIPO DE RUEDA DE ALIMENTACION

mentadora.- Esta máquina está formada por dos cámaras de recepción de material y por una rueda de alimentación giratoria. La función de una doble cámara es para mantener una cierta presión de aire para poder conducir al material eficientemente -- hasta la rueda de alimentación. Las cámaras de recepción se -- hallan situadas una sobre la otra operando por medio de válvulas de campana, logrando con esto, que mientras que la primera recibe el material a presión atmosférica la otra expulsa el material a mayor presión.

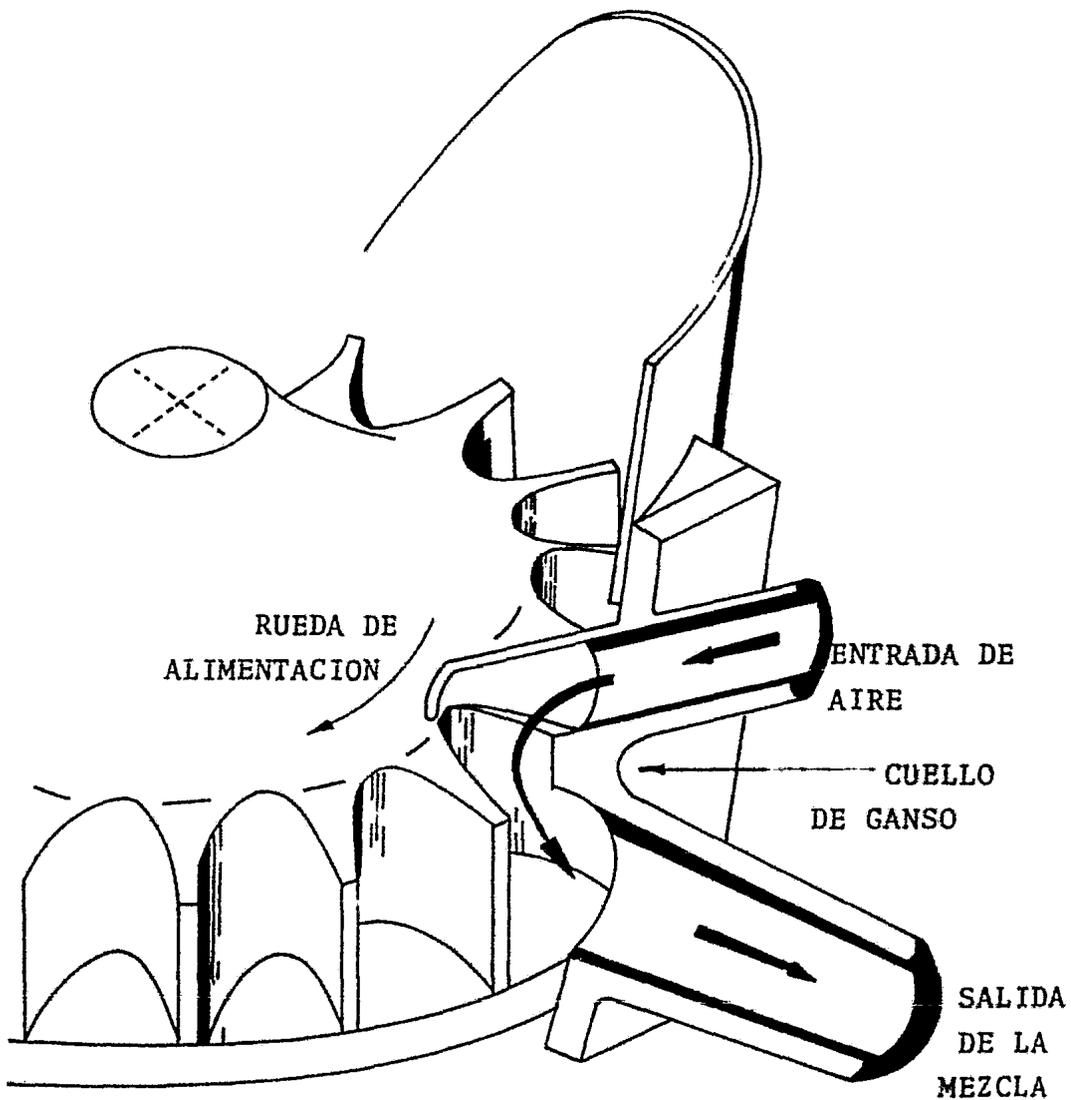
Funcionamiento

Primer paso. Admisión del material a la cámara superior

- a) Cierre del paso del material entre cámaras, -- por medio de una válvula de campana.
- b) Cese del suministro de aire comprimido a la cámara superior, hasta igualar a la presión atmosférica.
- c) Apertura de la válvula de campana de la cámara superior; entrada del material a ésta.

Cámara inferior, expulsión

- a) Al cierre por medio de la válvula de campana, - aumento en la presión de la cámara provocado - por la entrada de aire comprimido.
- b) Rueda alimentadora girando con el material en sus cavidades interdentes, pasando cada una de ellas frente al cañón de entrada de aire y-



Operación básica de la rueda alimentadora. El aire que penetra por el cuello de gancho acarrea la cantidad media de mezcla de las porciones de material de la rueda de alimentación rotatoria y lo conduce en suspensión a la manguera.

al de salida de la mezcla.

- c) Adición de aire comprimido por el cañón superior obligando a la mezcla a salir por el cañón inferior o de expulsión.

Segundo paso. Admisión de aire a la cámara inferior

Cámara superior

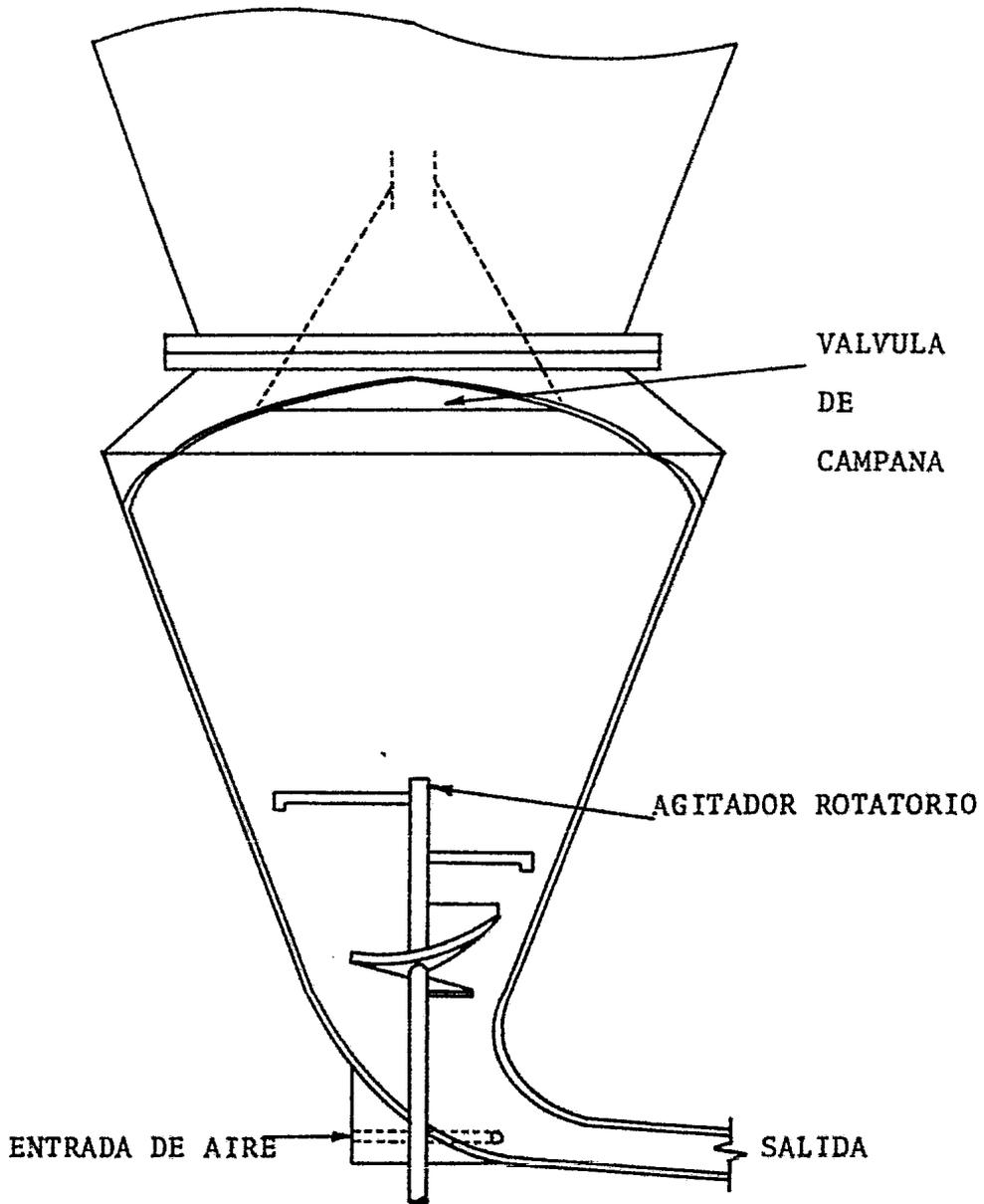
- a) Cierre de la boca de la cámara superior con el exterior, utilizando una válvula de campana.
- b) Aumento de la presión hasta igualar la presión de la cámara inferior.
- c) Apertura de la válvula de campana, permitiendo el paso del material de una a otra cámara.

Cámara inferior

- a) Admisión del material a la segunda cámara.
- b) Cese del flujo de aire comprimido hasta igualar la presión con la cámara superior.
- c) Rueda alimentadora girando con el material en sus cavidades, presentándolo al cañón de salida.
- d) Adición de aire comprimido por el cañón superior obligando al material a salir por el cañón expulsor.

2) Lanzadora de alimentación

directa o por gravedad.- Este tipo de máquinas están diseñadas especialmente para el flujo de salida, es decir, que este caiga en forma natural.



LANZADORA ALIMENTADA POR GRAVEDAD

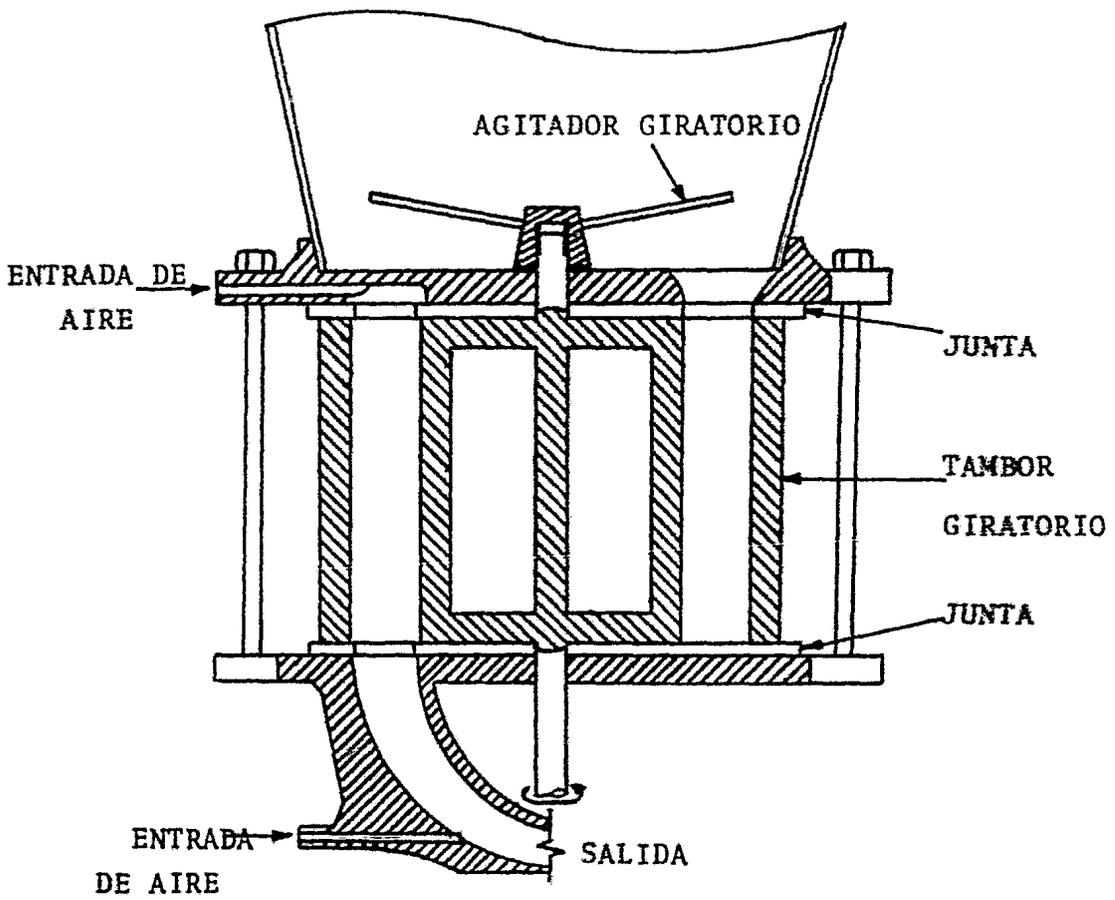
LANZADORA DE CONCRETO ALTA



Básicamente este tipo de lanzadora funciona igual que las -- que cuentan con una rueda alimentadora. Posee una o dos cáma-- ras receptoras de material, las cuales se mantienen a cierta - presión, con el propósito de ayudar al material a salir por el lugar adecuado. También se emplean las válvulas tipo campana y además cuenta con un agitador rotatorio, que impulsa y dirige al material a la salida. La inclusión de aire comprimido al final de la lanzadora obliga al material a irse por las mangue-- ras,

3) Lanzadora alimentada por medio de un tambor rotatorio.- Este tipo de máquinas son las - que mas ventajas ofrecen, aunque su costo de operación sea más elevado, ya que tienen un gran número de piezas que sufren desgaste rápido.

Su funcionamiento es similar al de una pistola tipo revól-- ver, ya que cuenta con un tambor formado por un número de cá-- maras que tienen forma cilíndrica, las cuales se encuentran -- abiertas en sus extremos superior e inferior. Gira entre dos - placas perfectamente planas y paralelas y al rotar el tambor,- por un lado se van cargando las cámaras con material que cae - desde la tolva de admisión. Al girar las cámaras con carga, pasan por zonas selladas, impidiendo que el material se desperdi-- cie; la salida de material (descarga) se realiza cuando la cá-- mara se coloca debajo del cañón de aire comprimido, éste empu-- jará al material hasta colocarlo en un conducto situado en la-



LANZADORA DE TAMBOR GIRATORIO (TAMBOR)

parte inferior. En este lugar se inyecta aire adicional para introducir el material a la manguera. La cámara se limpia en una salida de escape para repetir el ciclo.

El sello entre el tambor y las placas superior e inferior constituye el mayor problema en esta lanzadora puesto que el desgaste es demasiado rápido.

No se recomienda este tipo de lanzadora con materiales muy finos ya que se corre el riesgo de un atascamiento entre el tambor y las placas.

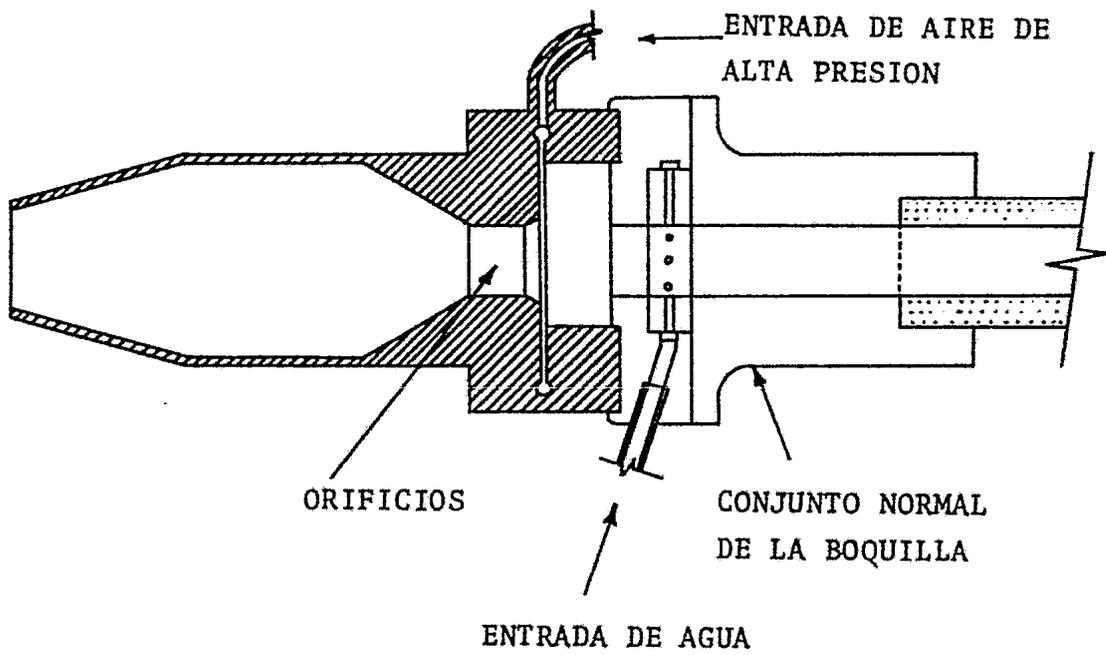
3.3.2 Boquilla

Es la parte final del equipo de lanzado y es el lugar donde se llevan a efecto los cambios químicos y físicos de la mezcla además de proporcionarle el impulso final a la mezcla para que pueda ser lanzada.

Existen dos tipos básicos de boquillas, dependiendo principalmente del sistema de concreto lanzado que se utilice, de ahí que existan boquillas para el método seco y para el húmedo.

La función principal de la boquilla en el método seco es la de convertir de un flujo de mezcla seca a un mortero húmedo que sea capaz de transitar con la suficiente velocidad para poder ser proyectado con precisión a cierta distancia, en donde se producirá un impacto contra la superficie y quedará adherido a ella. Todo esto ocurre en fracciones de segundo.

Todas las máquinas lanzadoras cuentan con su boquilla especial, no siendo aconsejable intercambiarlas de una a otra má-



BOQUILLA IMPULSORA

quina.

La boquilla se divide en dos partes, el cuerpo y la punta - el primero está diseñado para suministrar un flujo de agua variable, la cual fluye rápidamente hacia el centro de la boquilla. El dispositivo por donde fluye el agua es un anillo con perforaciones o una roldana de expansión.

La punta de la boquilla es removible y generalmente está fabricada o recubierta de hule, con lo que se obtiene mayor limpieza y duración.

Los fabricantes han investigado y se ha encontrado una boquilla de tipo impulsor, la cual se basa en un suministro adicional de aire comprimido originando esto un mezclado más íntimo.

3.3.3 COMPRESOR

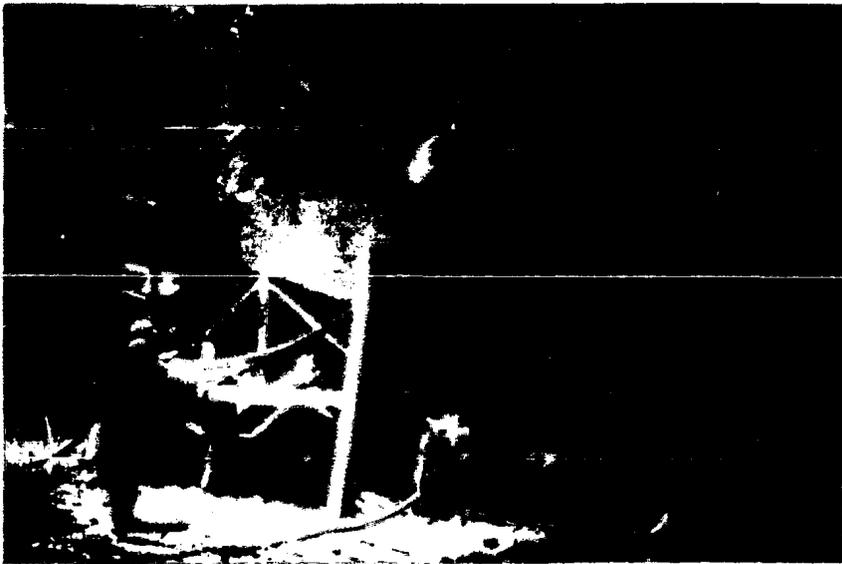
El compresor de aire es una máquina que aumenta la presión a un volumen de aire.

La capacidad de un compresor neumático se determina por el desplazamiento del pistón en cm^3/min sin embargo la capacidad real de un compresor será menor al desplazamiento del pistón - debido a fugas en las conexiones y por las pérdidas ocasionadas por fricción.

La presión normal de funcionamiento a la salida de la lanzadora es generalmente de un 40 a un 45 % menor a la presión de entrada.

La presión de funcionamiento está relacionada con la longi-

THEY...



tud de la manguera y con la altura de la boquilla arriba de la lanzadora. La presión de aire deberá aumentarse 0.3 Kg/cm^2 por cada 15 metros de manguera en exceso de los primeros 30 m de longitud.

3.3.4 EQUIPO ADICIONAL

Bomba de agua.- En el método seco el agua necesaria para el mezclado se suministra en la boquilla de salida, en donde se lleva a efecto la hidratación, para lo cual, el agua deberá de tener la suficiente presión para que el mezclado de los materiales se realice en forma apropiada, por lo que es necesario contar con un tanque almacenador de agua, una bomba de tipo centrífugo, un juego de mangueras y otro de válvulas.

Bomba para proporcionar líquidos aceleradores.- Existe la tendencia a utilizar los aceleradores de tipo líquido en lugar de los productos en polvo, ya que ofrecen una disminución del polvo, menor mantenimiento al equipo de concreto lanzado y se mejora el fraguado ya que se pueden proporcionar estos directamente en la boquilla de salida. Para la adición de estos es necesaria una bomba para poder impulsarlos desde su almacenamiento al lugar del lanzado.

Trixer.- Es un carro tolva de diseño sueco el cual consta de tolva de agregados de 5 m^3 , tolva de cemento de 2 Ton, gusano-alimentador que en su mitad inferior transporta al agregado mientras que en su mitad superior recibe al cemento para descargar directamente a la máquina lanzadora.

VISTA POSTERIOR DEL TRINER



Robot.- Es una máquina lanzadora a control remoto, lo que permite lanzar concreto inmediatamente después de una tronada ya que su brazo hidráulico de alcance aproximado a 15 metros puede pasar por arriba de la rezaga, evitando de este modo accidentes debido a desprendimientos.

Robot-Triker.- Es la combinación de las máquinas anteriores en un solo vehículo de transporte, en donde un solo hombre puede realizar el proporcionamiento, mezclado, dosificación de aditivos y lanzado de concreto, reduciendo de esta forma notablemente los tiempos de construcción y obteniendo una economía en el producto.

IV APLICACION

4.1 MEZCLAS

4.2 REFUERZO

4.3 LANZAMIENTO

4.4 REBOTE

4.5 APLICACION

4.1 MEZCLAS

Existen dos procedimientos para aplicar el concreto lanzado el de mezcla húmeda y el de mezcla seca.

4.1.1 Mezcla húmeda

Consiste en mezclar cantidades medidas de agregados, cemento y agua, introducir la mezcla resultante en un recipiente para de ahí conducirla neumáticamente a través de una manguera e impulsarla finalmente por la boquilla de salida.

La ventaja que presenta es de que se lleva un control rígido de la relación agua-cemento de la mezcla. Sin embargo el equipo disponible maneja un agregado máximo de 9,5 mm (3/8").- Por otra parte como los aditivos actúan de una manera rápida no es posible añadirlos en la mezcla, por lo que resulta imposible lograr un mezclado completo.

4.1.2 Mezcla seca

Consiste en que la hidratación de la mezcla se lleva a cabo a la salida del sistema. Los materiales son mezclados en estado seco para ser transportados por un flujo de aire a presión hasta la boquilla de salida, en donde tiene lugar la dosificación de agua.

El proceso tiene comienzo con el mezclado de grava, arena y cemento, almacenándose la mezcla en la lanzadora. En este tipo de mezcla se puede lograr un mezclado de aditivos en seco sin existir el problema de que reaccionen antes de lo deseado.

APLICACION DEL CONCRETO LANZADO



4.2 FIJADO DEL REFUERZO

El concreto lanzado como concreto estructural que es, lleva acero de refuerzo que por lo general se coloca en mallas.

La colocación de malla consume mucho tiempo por la dificultad que se tiene en hacer que siga la superficie de la roca -- (hablando en concreto lanzado para túnel) ya que si no se coloca adecuadamente aumenta la cantidad de concreto lanzado para cubrir tanto la roca como la malla.

Cuando no hay necesidad de colocar pernos de anclaje que -- puedan servir para fijar la malla, es conveniente hacer pequeños barrenos para colocar varilla que pueda soportarla.

Cuando se recubren dos o más emparrillados, el emparrillado exterior no deberá fijarse directamente frente al emparrillado posterior por lo que se deberá de escalonar para que el emparrillado posterior no tenga interferencias, aunque para resolver dicho problema se puede lanzar concreto en dos capas, la primera recubriendo el emparrillado interior y la segunda el posterior; al terminar de lanzar la primera capa se deberá de cepillar y humedecer después de lo cual se fija el segundo emparrillado y se aplica la segunda capa.

Al utilizar agregado fino las varillas deberán estar separadas un mínimo de 12 mm de la pared de la cimbra y 50 mm para agregado de 20 mm.

4.3 LANZAMIENTO

Cuando el lugar por lanzar se halle a cierta altura arriba-

del lanzador, las mangueras deberán de sopletearse antes de pa-
rar el trabajo ya que de no ser así bajará la mezcla por grave-
dad y se taponarán las mangueras, por lo que resulta convenien-
te disponer de otra manguera para el caso de que exista algún-
problema de obturación. Cuando el lanzado es hacia abajo resul-
ta conveniente efectuar una vuelta en la manguera para impedir
pulsaciones, ya que volteando esta se logra que la revoltura -
quede suspendida correctamente en la corriente de aire.

Es primordial la continuidad de aire, agua y flujo de mate-
riales ya que no puede lograrse un buen concreto cuando el ---
chorro varía en composición o uniformidad.

El agua y el aire deben de mantenerse a presión constante -
unos 3.5 a 4 Kg/cm² la del aire y la del agua 1 Kg/cm² más ---
que la del aire.

La superficie en que se va aplicar el concreto lanzado debe
rá de quedar limpia de polvo, de rebote o materia extraña y de
be estar húmeda por lo que el lanzador deberá sopletear la su-
perficie, para lo cual no es recomendable utilizar el aire y -
agua de la boquilla de lanzado para dicha limpia, es preferi-
ble utilizar un soplador con niple de 13 mm (1/2") conectado a
las líneas de agua y aire a presión.

La manguera se conecta a la salida de la lanzadora y puede-
comenzar la operación.

El lanzador mantendrá la boquilla hacia abajo con el sumi-
nistro de agua completamente abierto, al llegar el flujo de ma

terial se regulará el suministro de agua y se dirigirá la boquilla al lugar que se desea lanzar regulando el suministro de agua según sea conveniente, procurando mantener la boquilla entre 0.6 y 1.2 m de la superficie de trabajo y moviendo esta de tal forma que describa vueltas, de lado a lado y de arriba abajo.

El lanzador siempre deberá colocarse en una posición en que pueda lanzar en dirección normal a la superficie.

4.4 REBOTE

El rebote es una consecuencia inevitable en la aplicación de concreto lanzado.

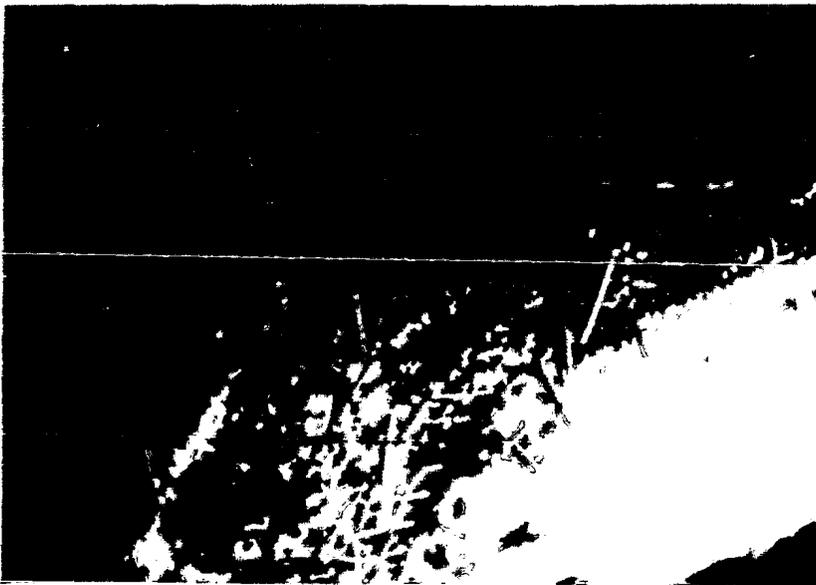
El rebote es un factor importante en el costo del concreto lanzado ya que además del aumento en el costo de los materiales existen otros gastos que incrementan el costo al contratista como: mayor tiempo en el lanzado, aumento de mano de obra para manejo de materiales y mayores costos de extracción de deshechos.

Mécanica y dinámica del rebote.- la dinámica del rebote de concreto lanzado, mezcla seca, puede considerarse por la separación del proceso en dos fases.

Fase 1; se define como el tiempo durante el cual se está colocando la capa amortiguadora, en esta fase el rebote es considerable, ya que el peso del material que cae al suelo en un período de tiempo dado representa de un 50 a un 100 % del peso lanzado en el mismo período de tiempo.

Fase 2; se define como el período en el cual el concreto --

SUPERFICIE EN LA CUAL SE
COLOCA



lanzado hace impacto en la capa amortiguadora (relativamente suave) del concreto lanzado fresco.

Las altas tasas de rebote en la fase 1 ocurren principalmente porque el agregado cae enérgicamente de las paredes, con poca disipación de energía. Sin embargo algunas partes finas empiezan a pegarse a la pared y gradualmente se forma una capa fina o pasta. La pasta actúa tanto como amortiguador para absorber algo de energía de impacto de las partículas como una capa de freno que tiende a sostener las partículas en ella. Conforme la capa se va haciendo más gruesa, su efecto en la detención de partículas aumenta y las partículas pierden una mayor cantidad de energía, mientras penetran la capa amortiguadora. Como consecuencia, la energía después del impacto es menor y la capa amortiguadora más gruesa, da mayor resistencia contra el rompimiento.

La transición de la fase 1 a la fase 2 es una función de una rápida construcción del grosor del concreto lanzado. Por lo tanto, la transición de la fase 1 a la fase 2 es relativamente corta.

No es lenta la reducción del rebote, sino que es rápida la reducción del rebote en el paso de la fase 1 a la fase 2.

Durante la fase 2, mientras el concreto lanzado fresco en la superficie del muro permanece en estado relativamente plástico, la mecánica de pérdida de energía y agarre son similares al resultado de que la tasa de rebote permanece baja. Las pruebas indican que tan pronto se hace el concreto lanzado a una con--

sistencia uniforme, la frecuencia instantánea de rebote es relativamente constante.

Si el concreto lanzado fresco sobre la superficie se endurece las condiciones de retención de material son menos favorables y la frecuencia de rebote empieza a aumentar. Esta transición de retroceso a mayor rebote podría deberse a una mayor dosis de acelerador.

El retroceso de la fase 2 a la fase 1 es el resultado de cambios en la consistencia y los aumentos de rebote son graduales. Sin embargo, si el concreto lanzado sobre la superficie fragua y ya no es plástico hay un completo retroceso a las condiciones de la fase 1.

4.5 APLICACION DEL CONCRETO LANZADO

- 1) En estructuras nuevas, especialmente secciones plegadas o curvas por ejemplo: techos, paredes, tanques preesforzados, recipientes, albercas y alcantarillas de aguas negras.
- 2) Recubrimientos de mamposterías de ladrillo, concreto, piedra o acero para protección y presentación.
- 3) Recubrimiento de acero estructural para proporcionar resistencia al fuego.
- 4) Refuerzo de estructura de concreto, losas, muros de concreto y mampostería.
- 5) Reparación de estructuras de concreto dañadas, tales como puentes, revestimientos de tanques y presas.
- 6) Revestimientos refractarios de chimeneas, hornos y cúpulas.
- 7) Revestimientos resistentes a la abrasión en almacenes de --

carbón y agregados, tolvas y vertedores.

4.5.1 Concreto lanzado para revestimiento de túneles

La aplicación de concreto lanzado se haya asociado con la excavación de túneles, por lo que para poder reducir la cantidad de concreto lanzado debe evitarse la sobre-excavación.

Cuando se vaya a lanzar concreto en túneles es indispensable una planeación de:

- a) espacios requeridos de trabajo
- b) manejo de materiales
- c) diseño de la planta
- d) las actividades del lanzado en relación a las actividades de la excavación de túnel

Los servicios indispensables para aplicar con éxito el concreto lanzado son:

- a) aire comprimido.- En los trabajos de túnel se toma por lo general de la tubería principal. La presión debe ser constante y se deben de contar con manómetros de fácil lectura cerca de la lanzadora. Cuando se requiera lanzar concreto en zonas atrás del frente y esta actividad quede dentro del ciclo se deberán dejar tomas de aire en las tuberías.
- b) agua.- La presión constante del agua-

suministrada es primordial para lograr una buena hidratación, por lo que se requiere de un manómetro para el control de ésta.

- c) electricidad.- El suministro de energía eléctrica se debe hacer con corriente trifásica y contar con transformadores para mantener el mismo potencial. Además es necesaria una buena iluminación ya que el concreto lanzado seco causa mucho polvo, reduciendo la visibilidad.
- d) ventilación.- Es obligatoria una buena ventilación debido a la cantidad de polvo.
- e) bombeo y drenaje.- El mantenimiento de drenes y cárcamos de bombeo debe ser constante ya que el material producto de rebote fácilmente se azolva.

El contenido de cemento viene determinado por los requisitos de resistencia y tamaño de agregado, un contenido excesivo de cemento da lugar a contracciones y agrietamientos. En el túnel de Vancouver, la mezcla tenía 400 Kg/M³ de cemento cuando alcanzó 480 Kg/M³ se presentaron agrietamientos importantes por contracción.

El concreto debe aplicarse lo antes posible después de la -

EL MUNDO INTERNO EN EL SISTEMA DE BRENANT

PROFUNDO



detonación para frenar el aflojamiento de la roca afectada por la explosión.

El arco o bóveda requiere la primera aplicación, a veces inclusivo desde la pila de rezaga aunque debe evitarse esto por no cumplir con la distancia de lanzado.

En los túneles mayores a 6 m de altura, es conveniente lanzar desde una plataforma deslizante de manera que libre la pila de rezaga.

4.5.2 Aplicación del concreto lanzado en las excavaciones del drenaje profundo de la ciudad de México

En 1968 se comenzó aplicar el concreto lanzado en los frentes de excavación 0-1 del emisor y 0-13 de los interceptores - desde el entronque de los mismos con el emisor.

El frente 0-1 contaba con un jumbo de barrenación con plataforma deslizante en el piso superior, diseñado para poder traspasar la actividad de lanzado con las actividades de rezaga y barrenación.

En 1969 los tramos 2-3 y 2-1 del emisor, se lanzó concreto y a partir de 1970 se extendió la aplicación a los diferentes frentes hasta llegar a 20 frentes lanzados de concreto en 1971 1972.

El volumen lanzado superó los 225,000 M³ de mezcla seca pasada por la máquina.

El concreto se aplicó prácticamente en todas las formaciones geológicas atravesadas por el túnel emisor, tanto en tramos secos como con filtraciones importantes de agua.

Los grupos de trabajo eran brigadas formadas, para cada turno, por un cabo, dos lanzadores y sus ayudantes, un operador de lanzadora y su ayudante, dos tolveros en superficie y dos tolveros en túnel.

Se procuró tener dos carros tolva alimentadores y dos lanzadoras por frente de lanzado.

De la lumbrera 0 a la 7 se utilizó como único ademe concreto lanzado de 15 cm (6") de espesor en el arco y 10 cm (4") en las paredes. Este tramo presentó formación tarango, formada, por tobas blandas, pómez, limos y conglomerados. En tramos formados por roca muy alterada o fracturada se complementó el lanzado utilizando anclas de adherencia, colocándose estas a 7 m atrás del frente, desde el jumbo de barrenación y en casos especiales se ancló pegado al frente. Se utilizaron anclas tipo-SN las cuales, son simples varillas de refuerzo de 19 ó 16 mm (3/4 ó 5/8") de diámetro colocadas en barrenos de 2 ó 3 m de profundidad rellenos con mortero inyectado.

Entre las lumbreras 9 y 11 (Tepotzotlán), el concreto se usó junto con marcos metálicos y tornapuntas (viguetas H de 15 cm (6") a separaciones entre 1 y 1.5 m) para resistir empujes del terreno causados por la expansión de minerales montmoriloníticos presentes en el material excavado, el cual, era un producto de descomposición y devitrificación de tobas riolíticas e ignimbritas.

Se observó que cuando se utilizaron marcos metálicos sin concreto lanzado o este en espesor delgado existieron desplaza---

mientos de los marcos y fractura del concreto.

En Huehuetoca y Sincoque, entre, las lumbreras 14 y 18 la roca fué de buena calidad (andesitas y basaltos) salvo pequeños tramos de arcilla muy compacta en donde se empleó la técnica sueca de colocar un pequeño espesor de concreto lanzado en toda la superficie.

La cantidad de cemento por m^3 de mezcla seca fué de 450 Kg la cual, es alta debido a la baja densidad de los agregados y calidad de éstos.

Bajo condiciones difíciles se utilizó concreto muy acelerado aunque no de muy alta resistencia para proveer de un soporte inmediato, sellando las juntas y fisuras, una vez provisto el soporte se lanzó en capas de 5 a 15 cm con menos acelerante.

Las filtraciones se controlaron con ayuda de tubos de PVC y el agua proveniente de grietas o fracturas se controló recubriendo éstas con concreto lanzado y grandes cantidades de acelerante.

4.5.3 Aplicación del concreto lanzado en el sistema de transporte colectivo metro.

El concreto lanzado se está aplicando en la construcción del sistema de transporte en las líneas 3 sur y en línea 7.

En la línea 3 S se está aplicando en la zona que corresponde a túnel la cual comienza desde estación viveros a ciudad universitaria, mientras que en la línea 7 se aplica en todo su trayecto.

El cemento utilizado es cemento portland de marca reconoci-

LANZADO DE CONCRETO EN LINEA 7 DEL
METRO



da, la grava y arena, por especificación, deben de provenir de un banco natural o de una trituración de roca cuyos componentes no deberán de reaccionar con alcalis.

El agua utilizada debe ser potable y cuando se pretenda utilizar agua no potable se deberán de elaborar dos mezclas comparativas de mortero, una con agua destilada y otra con el agua a utilizar y se considerará aceptable esta última cuando sus especímenes produzcan a 7 y 28 días resistencias a compresión mayores a 90 % a la de los especímenes de agua destilada.

Los acelerantes utilizados deberán ser capaces de producir un fraguado inicial en un tiempo menor a tres minutos con la mezcla de cemento y agregados correspondientes cuando este ante la presencia de filtraciones importantes. Se permite el uso de aditivos secos y líquidos, pero que no contengan cloruros.

El procedimiento de mezclado es el de mezcla seca y el diseño de la mezcla en proporción cemento-agregado en peso deberá estar comprendida entre 1:3.5 y 1:4.5.

El contenido de humedad de la mezcla en seco deberá estar entre el 3 y 8 % en peso.

El equipo debe estar acorde al tipo de agregado.

La presión de la máquina se debe de mantener constante y no menor a 3.5 Kg/cm^2 para mangueras hasta de 30 m de largo (medido desde la salida de la lanzadora hasta la boquilla) y se debe incrementar 0.3 Kg/cm^2 por cada 15 m en exceso de los primeros 30 m.

Para la dosificación y mezclado se tienen dos alternativas:

1) Mezclar los ingredientes en seco en una mezcladora y transportar la mezcla seca hasta el lugar en que se encuentra el equipo de lanzado.

2) Transportar los ingredientes por separado hasta el lugar del equipo y ahí mezclarlos.

La mezcla deberá ser homogénea y el tiempo mínimo de mezclado debe ser de 2 minutos y las mezclas que tengan más de dos horas de haberse mezclado se deben desechar, al igual que las que presenten hidratación prematura.

La superficie se humedece para facilitar la cohesión del concreto.

La posición de la boquilla debe estar comprendida entre 1.0 y 1.5 M. de la superficie de aplicación.

Cuando las condiciones de humedad alrededor del concreto lanzado son apreciables, no es necesario curar el concreto aplicado pero si no es así se cura con agua 6 horas después de haber sido lanzado y se debe mantener húmedo por 4 días.

La resistencia que se especifica en proyecto es de 150 Kg/cm² a los siete días de edad. Cuando se tengan resistencias a edades diferentes de los siete días se basarán en :

EDAD	RESISTENCIA A COMPRESION
24 Hrs.	90 Kg/cm ²
3 días	120 Kg/cm ²
7 días	150 Kg/cm ²
28 días	200 Kg/cm ²

Para el uso satisfactorio del concreto lanzado en la construcción y protección, es necesario efectuar juntas de construcción.

La junta (3) es la junta diaria o normal. El concreto lanzado se dispara para formar una orilla en forma de cuña en un ancho de 230 ó 300 mm para espesores hasta de 75 mm y con un ancho proporcionalmente mayor para espesores más grandes. La superficie inclinada de concreto lanzado se cepilla para quitar el material de rebote. El concreto lanzado no se corta o se aplana en ningún momento. Antes de iniciar nuevamente la colocación del concreto se humedece con un chiflón de aire-agua.

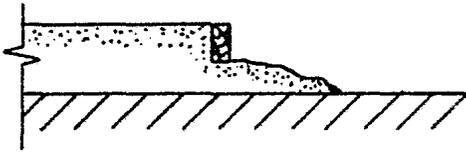
Las juntas (1) y (2) se tratan en forma similar; éstas permiten hacer un trabajo más regular.

Las juntas (1), (2) y (3) pueden mejorarse cubriendo la superficie inclinada con un agente de unión antes de continuar el lanzamiento. Puede usarse Vandex, resina epóxica o un polivinil acetato o adhesivo látex.

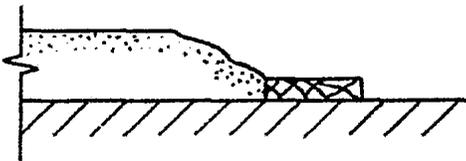
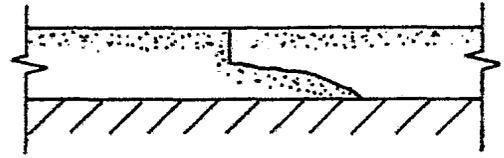
La junta (4) es una solución sofisticada, y consiste en colocar la última mezcla del día de fraguado retardado. Al día siguiente se coloca concreto normal lanzado sobre la junta de concreto con retardante que aún está en estado plástico.

La junta (5) se usa en trabajos marítimos y es la misma que la junta (3), a excepción de que la superficie inclinada se ha quitado picándola suavemente para impedir una posible falla de junta debido a contaminación por sal de dicha superficie..

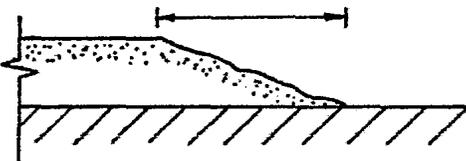
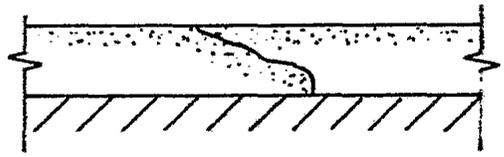
JUNTAS



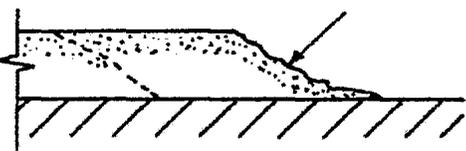
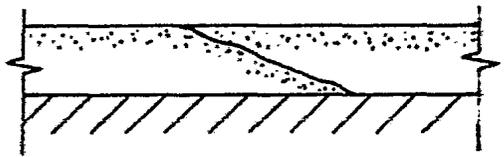
(1) junta con regla maestra



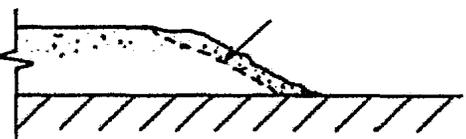
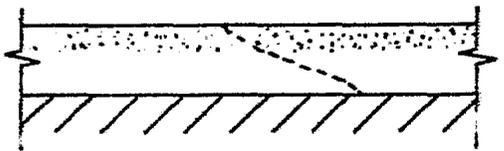
(2) junta con tope final



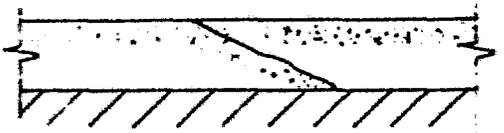
(3) junta normal



(4) junta monolítica



(5) junta recortada



PROPORCIONAMIENTO BASE

	Peso (Kg)	Densidad	Volumen Absoluto (M ³)
Cemento	425	3.02	0.141
Agua	230	1.00	0.230
Grava (seca)	590	2.23	0.650
Arena (seca)	860	*	*
Aire incluido (1.5 % mínimo)	-	-	0.015
Aditivo	12	2.47	0.005
	<u>2117 Kg</u>		<u>1.041 M³</u>

* para la suma de
ambos agregados

$$\text{Peso volumétrico: } \frac{2117}{1.041} = 2034 \text{ Kg/M}^3$$

Corrección para una humedad de los
agregados de 7.25 %

$$\frac{105 \text{ Kg/M}^3}{2139 \text{ Kg/M}^3}$$

PROPORCIONAMIENTO AJUSTADO A 1 M³

Cemento	408 Kg
Agua	221 Kg
Agregado (seco)	1393 Kg
Aditivo	<u>12 Kg</u>
	2034 Kg

Relación agua-cemento = 0.54

% de aditivo 2.9

Relación agregado-cemento 1:3.4

V CONTRCL DE LABORATORIO

Dado que el concreto lanzado es una operación pesada, requiere una vigilancia constante para evitar que el lanzador al buscar comodidad deje lugares mal lanzados o con poco espesor de concreto lanzado.

Se deben de colocar maestras a espaciamientos de 1.50 a 2.0 metros para controlar el espesor. Además deben de perforarse 3 barrenos de 64 mm. por ciclo en puntos elegidos al azar y en zonas críticas.

Con el propósito de ensayar la influencia de los aditivos y poder corregir el proporcionamiento base de la mezcla del concreto, deberán de efectuarse mezclas de prueba en campo, empleándose marcas distintas de aditivos acelerantes, con las diferentes marcas del cemento que se planea utilizar.

Las mezclas se realizarán, lanzando el concreto sobre un tablero de prueba de cuando menos de 80 x 80 cm. para cada mezcla considerada.

A una edad mínima de 22 horas se extraerán del tablero de prueba, dos especímenes cilíndricos de tres pulgadas de diámetro y se ensayarán a compresión simple a la edad del concreto de 24 horas. El resto de la muestra deberá de guardarse en un cuarto húmedo o curarse en agua hasta alcanzar 70 horas de edad aproximadamente, en este momento se extraerán 6 corazones más que se ensayarán a 3, 7 y 28 días, 2 corazones por edad. Los especímenes a ensayarse deberán observarse sanos y sin oquedades.

Podrá considerarse como adecuada la mezcla, si el promedio -

de la resistencia de los corazones es al menos igual a la resistencia especificada para corazones con relación de esbeltez igual a dos. Para corazones con relación de esbeltez entre uno y dos se utilizarán los factores de corrección dados en la ASTM-C-42.

Por cada 50 m³ de concreto lanzado que se aplique en la superficie excavada, deberá extraerse una muestra por medio de una artesa de madera. La artesa la formará el lanzador produciendo por entero las condiciones de lanzado que efectúa normalmente. La artesa se mantendrá firmemente sujeta en una de las paredes de la excavación de manera que al lanzar sobre ella el concreto no se mueva o caiga. No se moverá la artesa antes de 12 horas de haberse lanzado. A partir de entonces se trasladará al laboratorio, cuidándose que a la muestra no se le produzcan impactos desde su transporte a la superficie y al laboratorio central. En caso de ser necesario el uso de vehículos para el desplazamiento de las muestras, estas deberán de empacarse en cajas de madera robustas o en otro recipiente adecuado, rodeados de arena o aserrín húmedo, o de otro material de empaque que sea adecuado. Al recibirse en el laboratorio deben de colocarse inmediatamente en las condiciones de curado requeridas, a 23 ± 2 °C ó sumergidas en agua a una misma temperatura si se almacenan en el laboratorio de la obra.

A una edad mínima de 72 horas se extraerán 2 especímenes de 3" de diámetro y se ensayarán a compresión simple a la edad del concreto de 72 horas. El resto de la muestra deberá guar-

darse en un cuarto húmedo o curarse en agua hasta alcanzar 28 días de edad aproximadamente, en este momento se extraerán 2 corazones para su ensaye a compresión simple a 28 días de edad del concreto. Si no se obtienen especímenes sanos, especialmente a las 70 horas de edad, la muestra deberá de desecharse y se notificará al frente de trabajo para que se obtenga una nueva muestra. Todos los especímenes que no se prueben inmediatamente deberán de guardarse en un cuarto húmedo o sumergirse en agua a una temperatura de 23 ± 2 °C.

Una vez por semana mínimo y al mismo tiempo que se forma la muestra en el lugar, deberá obtenerse una muestra de mezcla seca (sin acelerante), teniendo cuidado de no compactarla; inmediatamente después deberá de trasladarse al laboratorio, donde se determinará su humedad y contenido de cemento; al igual se obtendrá una muestra de los agregados para determinar el contenido de agua, la granulometría y el porcentaje de partículas menores a la malla 100, para que la determinación del contenido de cemento pueda obtenerse con la mayor precisión. Las muestras de mezcla seca y de agregados corresponderán a la mezcla que se use en el lanzado de la artesa.

De los agregados en obra se obtendrán muestras, una cada 500 m^2 y/o una muestra por semana mínimo, para realizar en ellos las siguientes pruebas: de grumos de arcilla y partículas desmezurables, material que pasa la malla 200, de carbón y lignito y de pérdida por abrasión.

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO LANZADO ENDURECIDO

Determinadas a partir de corazones extraídos de concreto -- lanzado en artesas, en los frentes de trabajo, según el número de ensayos señalados, en muestra húmeda.

Peso volumétrico	2114 Kg/m ³	No. de ensayos	2437
------------------	------------------------	----------------	------

LINEA 3 Sur

Resistencia a compresión simple:

	máxima	256 Kg/cm ²	992
a 7 días	mínima	54 "	"
	promedio	141 "	"
	máxima	325 Kg/cm ²	433
a 28 días	mínima	82 "	"
	promedio	190 "	"

LINEA 7

Resistencia a compresión simple:

	máxima	325 Kg/cm ²	1281
a 7 días	mínima	54 "	"
	promedio	152 "	"
	máxima	325 Kg/cm ²	214
a 28 días	mínima	108 "	"
	promedio	192 "	"

Humedad de los corazones: 7.8 %

3

PROPORCIONAMIENTO PARA UNA TOLVA DE AGREGADOS DE 4.35 M³

	Peso (Kg)	Densidad	Volumen absoluto (M ³)
Cemento: 32 sacos	1600	3.02	0.530
Agregado seco *	5431	2.23	2.435
Agua **	928	1.00	0.928
Aditivo	48	2.47	0.019
Aire incluido (1.5 % mínimo)	---	---	0.059
	8007		3.971

Peso volumétrico $8007/3.971 = 2016 \text{ Kg/M}^3$

Corrección para una humedad de 7.25 %

para los agregados

99/2115 (agua adicional)

PROPORCIONAMIENTO AJUSTADO A 1 M³

Cemento	403 Kg
Agregado seco	1367 Kg
Agua	234 Kg
Aditivo	12 Kg
Relación agua-cemento	= 0.58
% de aditivo	3.00
Relación agregado-cemento	1:3.4

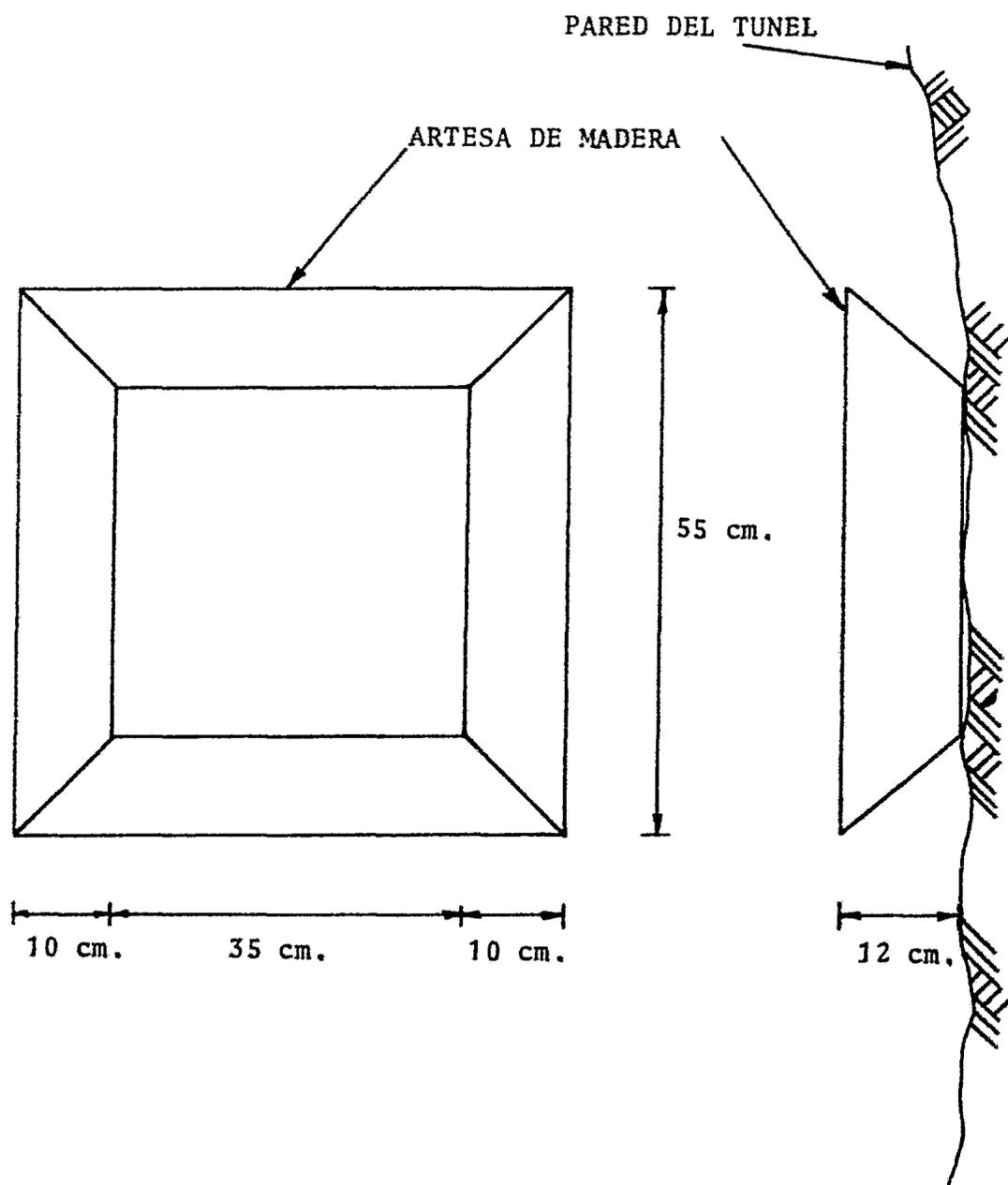
* Para un volumen relativo de 4.35 M³ de agregado, siendo el peso volumétrico húmedo de 1339 Kg/M³ y la humedad de 7.25 %

** Se considera una relación agua-cemento 0.58 congruente con las resistencias obtenidas en corazones ensayados a compresión.

CARACTERISTICAS PROMEDIO DE LOS MATERIALES *

			No. ensayos
Cemento C-2			
(puzolánico)	Densidad	3.02	84
Agregados	Densidad de la		
	grava seca	2.24	23
	Densidad de la		
	arena seca	2.22	23
	Densidad		
	(grava + arena)	2.23	Calculada
	Peso volumétrico		
	húmedo		
	(grava + arena)	1339 Kg/m ³	274
	Humedad		
	(grava + arena)	7.25	251
	Absorción		
	(grava + arena)	6.15	23
Aditivo			
(fraguasil)	Densidad	2.47	2

* Determinadas a partir del número de ensayos que se indica



ARTESA

COMETRO, S.A.

Línea : 7
 Tramo:
 Frente: Lubrera 3
 Material: Aditivo Fraguaci "H"
 Núm. de Mtra: 2
 Núm. de Ensaye: 11250

ESTUDIO DE EFICACIA DE ADITIVOS SUPERACELERANTES PARA CONCRETO LANZADO

Con objeto de verificar la eficacia del aditivo superacelerante que se emplea para concreto lanzado, se efectuó el estudio de tiempos de fraguado realizados al aditivo Fraguaci H, y se obtuvieron los siguientes resultados:

(.) Aditivo Empleado	Tiempos de Fraguado		* Resistencia a Compresión a 8 hrs de Edad (kg/cm ²)
	Inicial min:seg	Final min:seg	

4.0

2:45

4:00

64.0

Especificación:	3 min(máx)	12 min(máx)	60 kg/cm ² (mín)
-----------------	------------	-------------	-----------------------------

* Promedio de 3 especímenes compañeros.

Para la elaboración de las mezclas de ensaye se empleó cemento Tolteca C-2.

Núm. de Inf. 321-83

Fecha de Inf. 11/May/83

VERIFICACION DE CALIDAD DE CONCRETO LANZADO

72

CONTRATISTA: **COVIRO, S. A.**

LINEA: **7**

TRAMO: **MAESTRA No. 11**

FRENTE: **MAESTRA 11**

DESCRIPCION:

INFORME No.: **TM-3976**

NUMERO DE MUESTRA: **6 Y 6**

LUGAR DE MUESTREO: **LUCERNA 11**

A LAS

HS.

FECHA DE MUESTREO: **4-V-53**

PROCEDENCIA DE LOS AGREGADOS:

HELA LA PISA.

MARCA Y TIPO DE CEMENTO:

MARCA Y PROPORCION DE ACELERANTE:

RESULTADOS OBTENIDOS

1. ANALISIS GRANULOMETRICO (VIA HUMEDA)

MALLA	AGREGADOS (TESTIGO)			AGREGADOS CON CEMENTO	
	% RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA	LIMITES ESPECIFICADOS	% RETENIDO PARCIAL	% QUE PASA
5/8"					
1/2"		100	75-100		100
3/8"	1.0	99.0	65-92	1.6	98.4
No. 4	32.6	65.4	50-70	17.6	80.8
No. 8	27.6	39.4	33-55	21.2	59.6
No. 16	14.0	25.6	20-40	13.4	46.2
No. 30	13.0	12.4	10-25	12.2	34.0
No. 50	11.8	0.6	5-15	0.6	25.4
No. 100	0.4	0.2	2-10	11.6	13.8
No. 200	0.2	0	0-7	0.5	7.2

2. CONTENIDO DE CEMENTO

34.9

%

3. PESO VOLUMETRICO Y HUMEDAD

CONCEPTO	AGREGADOS C/ CEMENTO	AGREGADOS (TESTIGO)
PESO VOLUMETRICO SUELTO	1235	1370
PESO VOLUMETRICO VARILLADO	1545	1545
HUMEDAD	5.2	0.0

4. RESISTENCIA A LA COMPRESION

ESPECIMEN	EDAD	ESFUERZO Kg/cm ²	PROMEDIO Kg/cm ²	P. V. Kg/m ³
A				
B				
C				
D				
E				
F				

ELABORADO:

REVISADO:

ENTRADO:

ENTRADO:

ECON

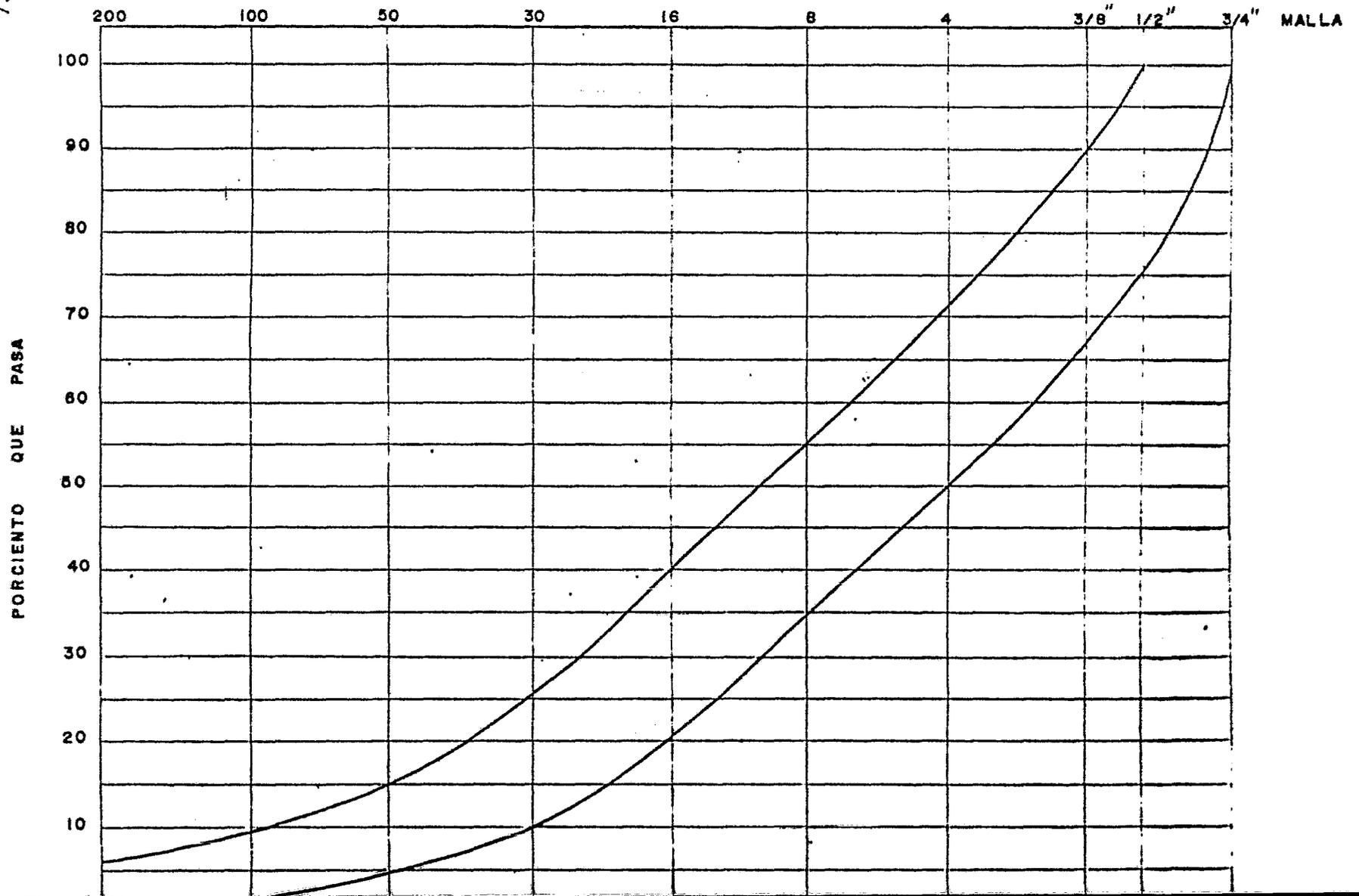
ECON

CONTRATISTA

COVIRU

CONCRETO LANZADO
LIMITES GRANULOMETRICOS DEL AGREGADO TOTAL

73



VI CONCLUSIONES

El concreto lanzado demostró ser una herramienta primordial en la excavación del drenaje profundo de la ciudad de México. - Probablemente por primera vez en América, su aplicación abarcó una gran diversidad de condiciones difíciles de tuneo y aún en circunstancias de caídos, en terrenos blandos, en rocas muy fracturadas, en formaciones expansivas y en presencia de grandes filtraciones de agua.

Resulta conveniente señalar que en arcillas de alta plasticidad no es adecuado el uso de concreto lanzado.

VENTAJAS

ahorro en cimbra
 ahorro en tiempo
 no es necesario el vibrado
 se aplica en formas arquitectónicas caprichosas

DESVENTAJAS

requiere de personal calificado para su correcta ejecución
 existe mucho desperdicio (rebote) 30-40 %
 se requiere equipo especial

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

Neville A.

" Tecnología del concreto "

Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, A.C.

Tomo I

México, 1977

Ryan T.

" Concreto lanzado "

Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, A.C.

Primera edición

México, 1976

Comite ACI-212

"Guía para el empleo de aditivos en el concreto "

Instituto Mexicano del Cemento y Concreto, A.C.

Primera edición

México, 1974

F U E N T E D E I N F O R M A C I O N

ECON S.A

Av. Revolución S/N

(entre diagonal San Antonio y Boticelli)

México D.F.

ELBA MEXICANA

Km. 2 Prol. Av. Hidalgo

Tlalnepantla, Mex.

A P E N D I C E

Cemento	498.00 Kg/m ³		
desperdicio	<u>29.88</u> Kg/m ³	(6%)	
	527.88 Kg/m ³		
	527.88 Kg/m ³	a \$ 2.48/Kg	\$ 1,309.14/m ³
Agregados	1.047 m ³ /m ³		
desperdicio	<u>0.084</u> m ³ /m ³	(8%)	
	1.131 m ³ /m ³		
	1.131 m ³ /m ³	a \$ 355.00/m ³	\$ 401.51/m ³
Agua	0.223 m ³ /m ³		
desperdicio	<u>0.011</u> m ³ /m ³	(5%)	
	0.234 m ³ /m ³		
	0.234 m ³ /m ³	a \$ 15.00/m ³	\$ 3.51/m ³
Aditivo acelerante	22.31 Kg/m ³		
desperdicio	<u>2.23</u> Kg/m ³	(10%)	
	24.54 Kg/m ³		
	24.54 Kg/m ³	a \$ 29.75/Kg	\$ 730.07/m ³

Manguera de 2" de diámetro para concreto lanzado

Vida útil 350 m³ suelto

costo \$ 14,145.60/tramo

Manguera de 2" de diámetro para aire comprimido

Vida útil 2,000 m³ suelto

costo \$ 8,010.00/tramo

Manguera de 3/4" de diámetro para aire comprimido
con conexiones

Vida útil 2,000 m³ suelto

costo \$ 5,612.00/tramo

Conexión de 2" de diámetro Dixon Boss

Vida útil 2,000 m³ suelto

costo \$ 2,244.00/juego

Boquilla de 2" de diámetro

Vida útil 350 m³ suelto

costo \$ 4,870.00/unidad

Acopladores para manguera de lanzado

Vida útil 350 m³ suelto

costo \$ 3,640.00/pieza

Discos empaques para lanzadora

Vida útil 80 m³ suelto

costo \$ 1.545.00/pieza

Disco de acero para lanzadora

Vida útil 300 m³ suelto

costo \$ 16,000.00/pieza

Lanzadora de concreto activa

precio unitario \$ 352.75

Lanzadora de concreto ociosa

precio unitario \$ 277.31

Elba Mexicana, S. A. -
Apartado Postal 251 México, D.F.

ELBA MEXICANA, S.A.

Planta y oficina matriz:
Km. 2 Prol. Av. Hidalgo
Tlalnepantla, Edo. de México
Tel.: 565 00 66 Telex: 172610

Su referencia

Nuestra referencia:

Fecha:

24.6.82

Muy señores nuestros:

Atendiendo su solicitud y por conducto de nuestro representante, Sr. Mario González, tenemos el gusto de cotizarles lo siguiente:

Lanzadora de concreto MEYCO, mod. GM 090. Para rociado en seco, así como para transporte neumático, equipada como sigue:

Chasis soldado de perfiles laminados, móvil sobre 4 ruedas de hule (las dos delanteras son dirigibles y con lanza de tiro.

Reductor de velocidad de servicio pesado con 96% de eficiencia, operando en baño de aceite, montado debajo del chasis.

Transmisión de bandas V tanto en la flecha motriz del motor como en la del reductor (pueden surtirse diferentes juegos de poleas dependiendo de la velocidad -- del rotor requerida)

Tolva de alimentación abatible con agua de 20 mm. de abertura, con vibrador neumático en la tolva, dispositivo de cierre de un solo perno, autoajutable con compensación automática de altura y compuerta de descarga autolimpiante.

Rotor de hule con nueve cámaras, autolimpiable, para una capacidad nominal de hasta 6 m³/h.

Control de flujo de aire a través de dos válvulas de bola de precisión, entrada principal de aire a través de válvula electromagnética de acoplamiento rápido, con interruptor de secuencia e interruptor de emergencia. Boca de descarga de 50 mm ϕ con un inserto de hule intercambiable, para acoplamiento rápido.

Con caja de herramientas y todas las herramientas necesarias para el mantenimiento y servicio de la máquina y de la línea de conducción.

Boquilla para premezclado de 50 mm. ϕ con acoplamiento de tornillo, con manijas direccionales, con válvula para agua, con manguera para agua de alta presión -- con cople y 4 grapas de acero inoxidable, montada en 20 mts. de manguera de -- aspersión de 50 mm. ϕ (sin manguera de agua), con brida y cople en un extremo -- y enchufe roscado en el otro.

.....2

Fabricantes de maquinaria para la construcción : ELBA y SUTSA

- 2 -

Precios.

<u>Motor</u>	<u>HP</u>	<u>KW</u>	
eléctrico	9	6.5	U S Dlls. 26,200.00
neumático	10	7.4	U S Dlls. 27,250.00
diesel	15	11.0	U S Dlls. 29,190.00

Boquilla de aspersión con manguera de 20 mts. de largo (sin manguera de agua).

Diámetro 40 mm.	U S Dlls. 1,460.00
Diámetro 50 mm.	U S Dlls. 1,500.00
Diámetro 65 mm.	U S Dlls. 1,970.00

Requerimientos adicionales para operación:

Se requiere un suministro de agua de 60 lts/min. 10 kg/cm².
Necesario un compresor de aire con capacidad de 750 pies³ (21.23 m³)
con una presión mínima de 6 bares (6.2 kg/cm²) de presión.

Estos precios se entienden en U S Dlls. y para entrega LAB nuestra fábrica en Tlalmanantla y sobre los mismo cargaremos el 10% de IVA.

Tiempo de entrega: 5 a 6 semanas, después de recibir su pedido en firme y el depósito en garantía correspondiente.

Condiciones de pago: 20% depósito en garantía, saldo 12 meses al 1.75% de interés mensual sobre saldos insolutos más 10% IVA. documentado en U S Dlls. En pago de contado 5% de descuento p. p. p.

Los precios cotizados están calculados con base en las tarifas arancelarias en vigor y se ajustarán proporcionalmente a las variaciones que estas sufran.

Sin otro particular de momento, quedamos en espera de sus apreciables órdenes, las que serán atendidas de inmediato.

A t e n t a m e n t e .

ELBA MEXICANA, S.A.

Lic. Mario Morales Canseco,
Gerente de Ventas en México.